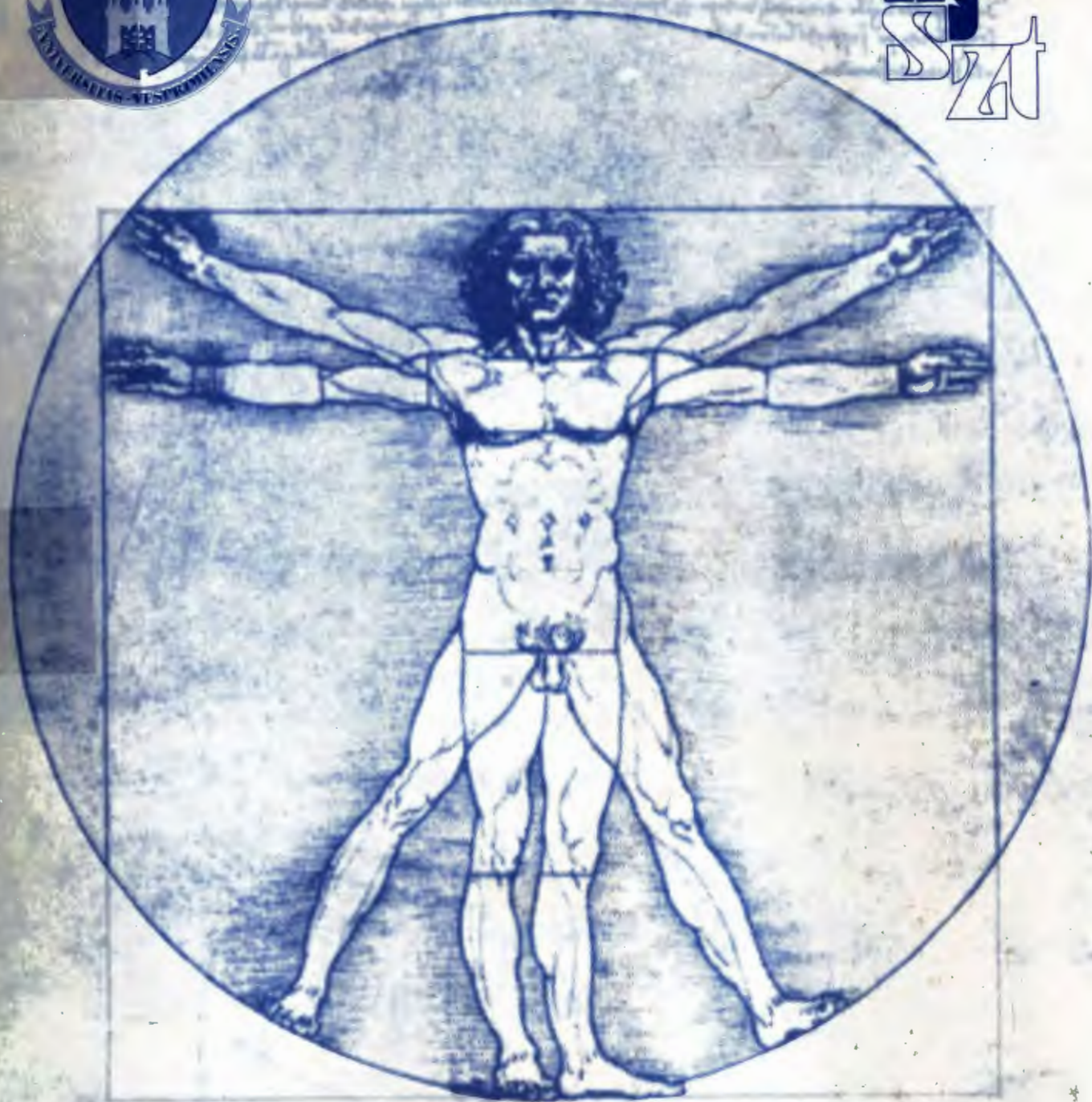




Neumann János
Számítógép-tudományi
Társaság



XXL Neumann Kollokvium és Kiállítás

A számítástechnika orvosi és biológiai alkalmazásai

Veszprém, 1998. november 12-14.

/ 1P
1

I - I'

S.

T.

I

177h / 1778

**NJSzT Orvosbiológiai Szakosztálya
Veszprémi Egyetem**

A SZÁMÍTÁSTECHNIKA ORVOSI ÉS BIOLÓGIAI ALKALMAZÁSAI

A XXL Neumann Kollokvium Kiadványa
1998. november 12-14, Veszprém

A Kollokvium támogató szervezete:

Magyar Egészségügyi Informatikai Társaság

A Kollokvium elnökei:

Prof. Dr. Naszlady Attila
NJSzT Orvosbiológiai Szakosztály

Prof. Dr. Győri István
Veszprémi Egyetem

A kiadványt szerkesztette:
Dr. Kozmann György és Szokolczai Krisztina

Előszó

A Neumann János Számítógéptudományi Társaság Orvosbiológiai Szakosztályának hagyományos "Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában" című Kollokviuma az idén másodszor került a Veszprémi Egyetemmel közösen megrendezésre. A nagyszerű szegedi konferenciák után a Műszaki Informatika Szak keretében a graduális orvosi informatika oktatást valamint a kapcsolódó PhD képzést megvalósító Veszprémi Egyetem elkötelezett bázisa a hazai felsőoktatáson belül a számítástechnika orvosi alkalmazásainak, és megtiszteltetésnek tekinti hogy a XXI. Neumann Kollokvium résztvevőit és kiállítóit falai között köszönheti.

Hasonlóan az 1996-os Kollokviumhoz, idén is két fő szakmai irány jellemzi az előadásokat, az immár "klasszikus" jel- és képfeldolgozási és modellezési vonulat, valamint az egészségügy általánosabb kérdéseit megközelítő egészségügyi informatikai vonulat. A rendezvényre idén is meghirdetésre került a fiatal kutatók versenye, amelynek célja, hogy felhívja a figyelmet az ezen a területen kiemelkedő eredménnyel dolgozó fiatal szakemberekre és a Társaság keretei között az eredményeket legalább szimbolikusan honorálja. Fontos kezdeményezésnek szánta az NJSzT Orvosbiológiai Szakosztálya, a hosszabb, oktató jellegű előadások, tutoriálok rendszerének megindítását.

Fontosnak érzem megemlíteni azt a törekvést, hogy a Szervező Bizottság az alapvetően hazai rendezvényre meghívott több vezető külföldi kutatót, hogy munkájukról betekintést adjanak a Kollokvium résztvevőinek. A rendezvény színvonalának emelése érdekében tett intézkedések közül fontos, hogy minden fő kutatási irány szekciójába vezérelőadóként sikerült megnyerni a vezető hazai kutatóink közül több jelentős személyiséget, akik által tartandó kiemelt előadások bizonyára emelik a rendezvény színvonalát.

A Szervező Bizottság fontosnak tartotta, hogy az egészségügy informatikai forradalmának küszöbén fórumot adjon a hazai kórházi információs rendszereket fejlesztő és szállító cégeknek. A cégek egy része tevékenységéről előadás és kiállítás keretében is beszámol, mások ezúttal csak előadásokkal jelentkeztek és segítenek a szakmai közösség számára egymás mellett bemutatni filozófiájukat és gyakorlatukat.

Örömmel miujtjuk át a Kollokvium résztvevőinek az előadásokat tartalmazó kötetet, amelynek szerkesztésében igyekeztünk követni az IEEE rendezvények kiadványainak több vonását. Meg kell azonban jegyezni, hogy a sokszoros határidő módosítások amelyre kényszerültünk annak érdekében, hogy előadóink kéziratait megvárhassuk, végén nem lebecsülendő csúcsot igényelt mindazon munkatársainktól akik ezt a végső munkafázist gondozták. A Szervező Bizottság nevében köszönetemet fejezem ki Szakolezai Krisztinának a Veszprémi Egyetem PhD hallgatójának, aki az előkészítés egész ideje alatt és a kötet összeállítás idején a munka jelentős részét végezte. Köszönet illeti Marsay Évát a Conference Tours munkatársát és segítőt a szervezési munkáért.

Veszprém, 1998. október 30.

Dr. Kozmann György
a Szervező Bizottság elnöke

**A XXI. NEUMANN KOLLOKVIUM
(VESZPRÉM, 1998. NOVEMBER 12-14.) RÖVIDÍTETT PROGRAMJA**

1998. NOVEMBER 12. CSÜTÖRTÖK

10.00-14.00	Regisztráció
14.00-14.15	Megnyitó
14.15-15.00	Kalmár előadás
15.00-16.00	Külföldi előadók szekciója
16.20-17.40	Kórházi informatika hazai rendszerei
19.00 -	Állófogadás

1998. NOVEMBER 13. PÉNTEK

9.00-10.20	Képfeldolgozás szekció I.	9.00-10.40	Egészségügyi informatika szekció I.
11.00-12.00	Képfeldolgozás szekció II.	11.00-12.40	Egészségügyi informatika szekció III.
12.00-13.30	Ebédszünet		
13.30-14.30	Poszter szekció	13.30-14.50	Egészségügyi informatika szekció III.
14.45 - 18.45	Tutoriál szekció	15.00-17.00	Intelligens mérőrendszerek szekció
		17.20-18.40	Modellezés szekció I.
19.00-	NJSZT Szakosztályi ülés		

1998. NOVEMBER 14. SZOMBAT

8.30-9.00	Tutoriál szekció		
9.10 -11.10	Epidemiológia szekció	9.10-10.30	Modellezés szekció II.
11.30-12.00	Záróünnepség		

1998. 11.12. CSÜTÖRTÖK

10.00 - 14.00 Regisztráció

14.00 - 14.15 Konferencia megnyitása.

Megnyitja: Prof. Dr. Naszlady Attila Szakosztályi elnök

14.15 - 14.45 Kalmár előadás

Számítástechnika a neurobiológiában

Dr. Simon László egyetemi adjunktus

Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Budapest

Anatómiai-, Szövet- és Fejlődéstani Intézet

Szenzomotoros Adaptációs Labor

14.45 - 15.00 Szünet

15.00 - 16.00 Külföldi meghívott előadók

15.00 - 15.20 Božidar Potočnik, Bogdan Viher, Damjan Zazula

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,

University of Maribor, Szlovénia

Computer-Assisted Detection of Ovarian Follicles Based on Ultrasound Images

15.20 - 15.40 Prof. Ljiljana Bacharova, Bratislava, Szlovákia

Computerised electrocardiography as a heuristic tool in left ventricular hypertrophy diagnostics.

15.40 - 16.00 Prof. Dr. Rolf Engelbrecht, GSF München

European Projects in Medical Informatics

16.00 - 16.20 Szünet

16.20 - 18.00 Kórházi információs rendszerek

16.20 - 16.40 ÁSzSz Informatikai Rt.

A térinformatika helye egy integrált kórházi információs rendszerben, különös tekintettel a műszaki alkalmazásokra

Előadó: Srajber Benedek

16.40 - 17.00 HospNet Kft.

HospNeET technológia

Előadó: Takács István

17.00 - 17.20 Polymed Kft.

IBM AS/400-as alapú integrált kórházi információs rendszer.

Előadó: Farkas Gábor

17.20 - 17.40 SMS Magyarország

Korszerű technológiák az SMS vezetői információs rendszerében

Előadó: Kozma Elemér

19.00 - **Állófogadás** helyszíne: Veszprémi Egyetem "B" épület.

1998. III.13., FÉNTEK

9.00-10.20 Képfeldolgozási módszerek I. (szekció A)

elmők: Szirányi Tamás

9.00 - 9.20 Palágyi Kálmán, Kuba Attila

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged
Vékonyító algoritmusok 3D orvosi képekre

9.20 - 9.40 Tanács Attila, Palágyi Kálmán, Kuba Attila

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged
Pont alapú regisztráció, képfúzió

9.40 - 10.00 Nagy Antal, Nyúl László

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged
Tapasztalatok a DICOM szabvánnyal a SZOTE-PACS-ban

10.00 - 10.20 Iván Kopilovic, Tamás Szirányi:

University of Veszprém, Department of Image Processing and Neurocomputing
Lossy Compression of Medical Images with Information Enhancement

10.20- 11.00 Képzés szünet

11.00 - 12.00 Képfeldolgozási módszerek II. (szekció A)

elmők: Szirányi Tamás

11.00 - 11.20 Gógös Barnabás, Vonderviszt Lajos, Molnár Gergely Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék Valós idejű képátviteli rendszerek orvosi alkalmazása

11.20 - 11.40 Dudásné Nagy Mariann, Máté Eörs

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged
Kvantitatív vizsgálatok a nukleáris medicinában.
Normál kontroll meghatározásának matematikai módszere

11.40 - 12.00 Asztalos Balázs

Budapesti Műszaki Egyetem, Folyamatszabályozási Tanszék
Eseményfelismerés szívfalmozgás defektusokra ultrahang echokardiográfias képeken

9.00 - 10.40 Egészségügyi informatika I. (szekció B)

elmők: Jávor András

9.00 - 9.40 Meghívott előadó: Prof. Kékes Ede, Balkányi László

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Orvosi Informatika Tanszék
Kórházi információrendszerek Magyarország 1998.

9.40 - 10.00 Hódolat Attila:

Elektronikus kórlap megvalósítási lehetőségei a MedSolution '97 rendszerben és integráció a DOTE-n

10.00 - 10.20 Molnár László, Simon Pál

SzocioMed Kft, Templar Partnership Company
Statistika és térinformatika a minőség- és költséelemzést támogató adatbázis
funkciókhoz: "PATREK" PROJECT - ADATBÁZIS FUNKCIÓK

10.20 – 10.40 Simon Páll, Molnár László, Juhász Béla, Regölyi Pálné
Templar Partnership Company, SzociMed Kft., Jahn Ferenc Dél-Pesti Kórház
Transzportábilis páciens rekord az egészségügyi ellátás minőség és költségelemzésének támogatására: "PATREK" PROJEKT -REKORD FUNKCIÓK

10.40 – 11.00 Kláuszünnet

11.00 – 11.40 **Egészségügyi informatika II. (szekció B)**

elnök: Jávor András, Kékes Ede

11.00 – 11.20 Meghívott előadó: Dr. Surján György

Egészségügyi informatikai szabványosítás

11.20 – 11.40 Sinyi Péter;

REIR-adminisztrációs menedzser DOTE Háziorvosi Kommunikációs Csoportvezető
egészségügyi-ügyvitelszervező

Regionális Integrált Egészségügyi Informatika Rendszer

11.40 – 12.00 Simon Pál;

Templar Partnership Company

A népegészségügyi információrendszerek rendszerelméleti alapjai

Az egészségügy, mint humáncentrikus szolgáltatási rendszer

12.00 – 12.20 Rónai Tibor, Naszlady Attila

Intelligens Kártya Fórum

Az intelligens egészségügyi kártyarendszer bevezetésének lehetőségei

Egy lehetséges magyar megközelítés

12.20 – 12.40 Ködmön József

Debreceni Orvostudományi Egyetem, Egészségügyi Főiskolai Kar, Nyíregyháza

Az egészségügyi adatvédelem szabályozása

12.00 – 13.30 Ebédszünnet

13.30 – 14.30 **APP szektor szekció övvidek előadásai (Az "A" szekció területén)**

14.30 – 14.45 Szünnet

14.45 – 15.00 **Titoktartás (Az "A" szekció területén)**

14.45 – 15.30 Titoktartás előadás: Dr. Székely Iván

E-consult Rt., Pécs

Informatikai rendszerek alkalmazása a kontrolling és a minőségbiztosítás megvalósításában

- 115.35 – 116.35 **Tutorial előadás: Dr. Lakner Géza, Dr. Balkányi László**
Nemzetközi szabványok az egészségügyi software minősítés terén - az ESAB
tevékenysége az elmúlt 2 év során
- 116.45 – 118.00 **Tutorial előadás: Dr. Surján György:**
Az orvosi kódrendszerek korszerű alkalmazása
- 118.15 – 118.45 **Tutorial előadás: Dr. Simon Pál**
Az egészségügyi - orvosi - informatika elmélete és módszertana, az ellátás folyamata,
előszabványok alkalmazása
- 13.30 – 14.50 Egészségügyi informatika III. (szekció B)**
elnök: Surján György
- 113.30- 113.50 **Jávor András**
Az irányított betegellátás hazai bevezethetősége és informatikai kihívásai
- 113.50 - 14.4.00 **Lőrincz Ilkó, Ladányi Pál, Surján György**
Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Budapest
Központi kódolási rendszer a HIETE-n
- 114.10- 114.30 **Farkas Zoltán**
Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék
Internetes technológiák használata kórházi információs rendszerekben
- 114.30 – 114.50 **Khoór Sándor, Nieberl József**
Szent István kórház, BION Kft. Budapest
Egy telemedicinális alkalmazás: EKG bázisú kardiológia
- 114.50- 115.00 **Szünet**
- 15.00 – 17.40 Intelligens mérőrendszerek, jelfeldolgozási technikák (szekció B)**
Elnök: Kozmann György
- 115.00 – 115.40 **Meghívott előadó: Kocsis László, Szilágyi Tibor**
Budapesti Műszaki Egyetem, Műszaki Mechanikai Tanszék,
Magyar Testnevelési Egyetem, Biomechanikai Tanszék
Járás, fűtásvizsgálatok hazai lehetőségei a Magyar Testnevelési Egyetem és a BME
keretein belül
- 115.40 – 16.60 **Lőrincz Zoltán, György László, Jóbágy Ákos, Monos Emília:**
Innomed Medical Rt., BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék,
SOTE Klinikai Kísérleti Kutató – II. Élettani Intézet
Patkányokon elhelyezett marker-elrendezések felismerése
- 116.00 – 116.20 **Laczkó József, Kozmann György, Herczegfalvi Ágnes**
Magyar Testnevelési Egyetem, Veszprémi Egyetem, Heim Pál Gyermekkorház
Izomaktivitások és a mozgás kinematikai jellemzői közti kapcsolat dystoniás gyerekek
végtag-mozgásakor
- 116.20 – 16.40 **Sándor Miklós, Szilágyi Tibor**
Technical University of Budapest,
Department of Control Engineering and Information Technology
An approach on recognition, separation and classification from ECG recordings

16.40 -- 17.00 Szilágyi László

Technical University of Budapest,
Department of Control Engineering and Information Technology
Cardiac arrhythmia detection using the Kalman filter

17.00 - 17.20 Szünet

17.20 – 18.40 Modellezés I. (szekció B)

elnök; Kanyár Béla

17.20–18.00 Meghívott előadó: Érdi Péter

MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet

A matematikai modellek szerepe az idegrendszerkutatásban

18.00 -- 18.20 Sándor György, Szathmáry Vavrinyec, Kozmann György:

MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézet Biomérnöki Osztály,

SZTA Normál és Patológiás Élettani Intézet, Pozsony, Szlovákia,

Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék

Szimulációs modell a repolarizáció vizsgálatára

18.20 – 18.40 Kozmann György, Cserjés Zsuzsa, Szokolczai Krisztina,

Szathmáry Vavrinyec, Tysler Milan

Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék,

MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézet,

SZTA Normál és Patológiás Élettani Intézet, Pozsony, Szlovákia,

Statisztikai és modell vizsgálatok a testfelszíni potenciáltérképek variabilitásának megértéséhez

19.00 - NJSzT Szakosztályi ülés

1998. NOVEMBER 14. SZOMBAT

- 8.30 – 9.00 Tutorial előadás: Dr. Simon Pál**
Intelligens kártyarendszerek az egészségügyi ellátásban (védelem, kulcsfunkciók, osztott adatbázisok, alkalmazások)
- 9.10 – 11.10 Epidemiológia (Szekció A)**
elnök: Dinya Elek, Nagy Zoltán
- 9.10 – 9.50 Meghívott előadás: Prof. Nagy Zoltán, Óvári Csaba, Vokó Zoltán, Radnóti László:**
Stroke epidemiológiai vizsgálatok Magyarországon: Eredmények és módszertani nehézségek
- 9.50 – 10.10 Megyeri Miklós, Bartos Attila, Lun Katalin, Hidvéghy Ilona**
ÁNTSZ Fővárosi Intézete, PATE Gazdasági-matematikai Tanszék
ÁNTSZ Budapest XX-XXIII. Kerületi Intézete
Keringési betegségek indikátor diagnosztikai prevalenciáinak elemzése
- 10.10 – 10.30 Dinya Elek, Ábrahám Erzsébet, Sáli Attila és Wágner János**
EGIS Gyógyszergyár Rt, Bajcsy Zs. Kórház, SOTE Informatikai Központ
A tüdőrák,-tbc-s megbetegedések korai szűrésének informatikai rendszere
- 10.30 – 10.50 Dr. Hemold László**
H-MED, MH Központi Honvédkórház, Diagnosztikai Laboratórium
DNS diagnosztika; A XXI. század vizsgáló eljárása
- 10.50 - 11.10 Nyári Tibor, Deák Judit, Nyári Csaba, Mészáros Gyula**
Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem Orvosi Informatikai Intézet, Központi
Klinikai Mikrobiológiai Laboratórium, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, József
Attila Tudományegyetem ÁJTK Közgazdász-gazdálkodási Szak
A Chlamydia trachomatis fertőzés gyakorisága és lehetséges rizikófaktoraimak meghatározása epidemiológiai módszerekkel
- 9.10 – 10.30 Modellezés III. (szekció B)**
elnök: Kanyár Béla
- 9.10 – 9.30 Orosz Miklós, Molnárka Győző, Nádasy György, Raffai Gábor,**
Lóránt Miklós, Monos Emil
SOTE Klinikai Kísérleti Kutató – II. Sz. Élettani Intézet, Budapest
ELTE Numerikus Analízis Tanszék, Budapest
Érfal viszkoelasztikus viselkedése nyújtás hatására
- 9.30 – 9.50 Benyó Z., Paláncz B., Juhász Cs. Várady P.**
BME, Folyamatszabályozási és Informatikai Intézet
Design of glucose control via Symbolic Computation
- 9.50–10.10 Kanyár Béla és Nényei Árpád**
Veszprémi Egyetem Radiokémia Tanszék
Lakossági sugárterhelés előrejelzésére alkalmas radioökológiai modellek validálása
- 10.10 – 10.30 Szederkényi Gábor, Eged Katalin, Kanyár Béla**
Veszprémi Egyetem Radiokémia Tanszék
Nukleáris beavatkozások költség-optimalis tervezése Matlab-Simulink rendszerrel
- 11.30 – 12.00 Záróünnepség**

A POSZTER SZEKCIÓ RÉSZTVEVŐI:

Biró Gábor, Bukovinszky Anna, Martin Dániel, Zrinszky Oszkár, Zrinszkyné Éles Mónika, Csenki Tamás, Kemény András
Pécsi Orvostudományi Egyetem, Továbbképző Központ Pécs,
CompuFon Bt. Budapest, iSYS Kft., Budapest
Internet-es orvosi tudásellenőrző programrendszer – Dr. Quiz

Ákos Cserveni:
MTA SZTAKI CÍM Research Laboratory
Body composition analysis based on the impedance method

Dobos Rita Szilágyi Éva, Pável Anikó, Surján György:
Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Budapest
Menedzsment informatikai "Rubik-kocka"

Héja Gergely:
Budapesti Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Orvosi szövegek adatbázis alapú látens szemantikai elemzése

Kékes Ede és Hegedűs Attila:
HIETE Orvosi Informatika Tanszék, MT System Budapest
Internet/Intranet hálózaton működő távoktatási rendszer

Magyar Gábor:
KFKI ISYS Informatikai Kft.
Az Y2K probléma – Lesznek-e magyar áldozatok?

Mester László, Szentmarjay Tibor, Varga István:
Veszprémi Egyetem
Magyar nyelvű BLISS program a kommunikációban hátrányos helyzetűek megsegítésére

**Nagy Géza, Hoffmann Z. Avar G.,
Semmelweis Kórház KADBO, Miskolc
Bay Zoltán Intézet, Miskolc, Bull Magyarország, Budapest**
ANODOK rendszer fejlesztése az azonnali adatbevitel megoldására a teljes aneszteziológiai folyamat alatt

Nieberl József, Khoór Sándor
Bion Kft., Szent István Kórház, Budapest
Egy intelligens mérőegység biológiai jelek méréséhez, feldolgozásához

Sándor György, Kozmann György:
MTAMFA, Biomérnöki Osztály, Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék
A repolarizáció jellemzése átlagérték-jel alapján

Starkné dr. Werner Ágnes, Vigh Krisztina:
Veszprémi Egyetem, Matematikai és Számítástechnikai Tanszék
Döntést támogató szakértői rendszer az aromaterápiában

Szilágyi György és Csépes Imre:
Kenézy Gyula Kórház-Rendelőintézet
A kórházvezetést támogató információs rendszer (KTI) menedzsmentje a Kenézy Gyula Kórházban

KALMÁR ELŐADÁS

Számítógépek a neurobiológiai kutatásban.

Simon László, Papp Zoltán, Papp Imre

Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Budapest
Anatómiai, szövet- és Fejlődéstani Intézet
Szenzomotoros Adaptációs Laboratórium
simon@anal.sote.hu

1. Történeti bevezető:

Ahogy a Gutenberg-galaxis győzedelmes kifejlődése annakidején megalapozta az ipari forradalmat és a polgárosodást, úgy a számítógép behatolása a mindennapi munka/pihenés, a kultúra és a tudomány teljes vertikumába gyökeresen új világot hozott létre (stílszerűen szólva felbuzdította az életünket). Ennek ma még be nem látható következményekkel járó (sejt-automata módjára burjánzó) szülőtte a Világháló (vajon Neumann, vagy Gates-Galaxis?), ami a bankok és a multik globalizációján messze túlmutató lehetőség (veszély?).

Gutenberg (1397-1468) alkotó követői között büszkén emlékezhetünk Heltai Gáspárra (1490-1574) és Miszótófalusi Kis Miklósról (1650-1702), a számítógépnek viszont már a megszületésénél döntő szerepe volt hazánkfiának, Neumann Jánosnak (1903-1957), és a mai napig érzékelhető a magyar szoftverfejlesztésnek, a számítástechnika további fejlődését megalapozó matematikai kutatásoknak, és matematikai/számítástechnikai oktatásunknak nemzetközi elismertsége.

Kalmár László (1905-1976) akadémikus a szakterület háború utáni hőskorszakának hazai pionírja volt, akinek tevékenysége nagy hatással volt a fiatal matematikusokra és határterületi érdeklődőkre (potenciális alkalmazókra).

A korai kibernetika alkotó művelőjeként bátran és eredményesen nyúlt nemcsak a még kialakulóban levő számítástechnika problémáihoz, hanem a biológiai/idegi szabályozások rejtélyes kérdéseire is.

A tanítványjaival együtt épített, széles körben bemutatott motorizált katicabogár viselkedés-szintű elméleti és egyben megvalósított biológiai modell volt, a későbbi neurobiológiai alapú fürkész modelleknek is modelljévé vált.

Szentgyörgyi után ő is igazolta, hogy a magyar egyetemi városok az európai kultúra pillérei.

A neurobiológia, az idegi szabályozások átfogó tudománya, később indult gyors fejlődésnek. (A.L.Hodgkin és A.F.Huxley membránmodellje 1952, J.C.Eccles: The Physiology of Nerve Cells 1957, The Physiology of Synapses 1964).

Szentágothai János (1912-1994) a negyvenes-ötvenes években még múlt századbeli technikai eszközökkel is világraszóló élettani kísérleteket végzett (a vesztibulo-okuláris reflexív végleges tisztázása), a pályakutató morfológiai munkákban pedig saját metodikai fejlesztésekkel úttörő felfedezéseket tett (pl. a kúszórostok eredése, a kisagyi glomerulus, a parallelrostok és a Purkinje-dendritek kereszteződési szinapszisa). Ezeket az eredményeket a kisagykérgi neuronhálózatra vonatkozó konceptuális modellben foglalta össze.

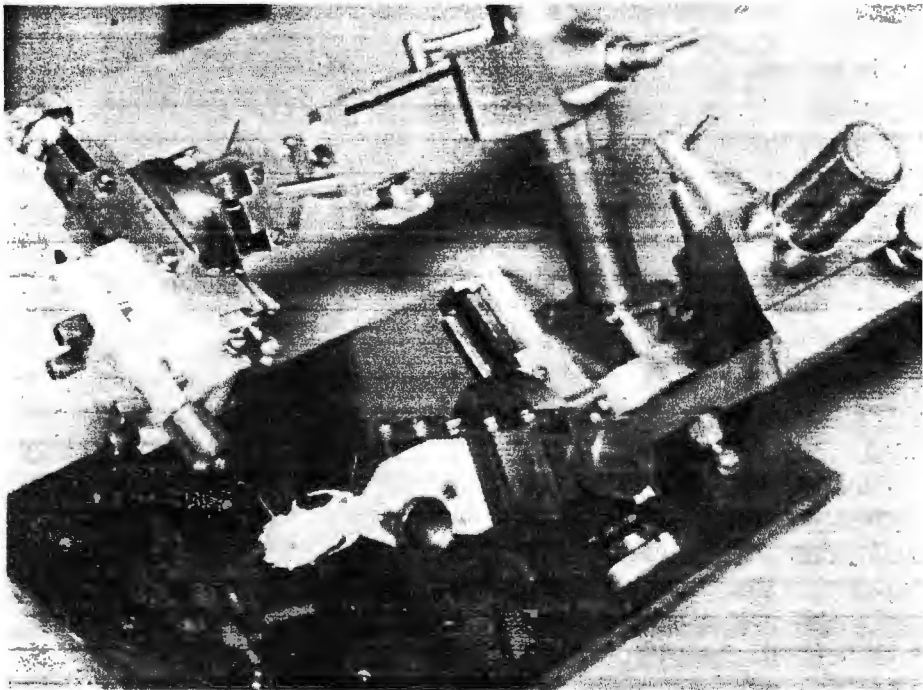
Ezzel azonban lezárult egy korszak - a számítógépek terjedése gyors ütemben megváltoztatta a kutatási metodikákat, lehetővé tette az idegrendszer bonyolultsági fokának megfelelő új kutatási paradigmák megfogalmazását, és a nagyságrendekkel nagyobb kísérleti adattömeg sokszempontú, precíz és gyors feldolgozását. Ennek talaján korábban elképzelhetetlen mélységben kidolgozott, plasztikusan ellenőrizhető számítógépes modellek születtek. Ezek hordozták a megismerés új szintjét, és a kutatások folytatásához adekvát kérdéshelyettesítőket szolgáltatottak.

Ugyanakkor kialakult - a hitvitákra sokban emlékeztető - polémia a számítógép - agy párhuzamról, és ezzel egyidőben a materialista - deista, ill. monista - dualista agyfilozófiai irányzatok között.

Saját emlékeim sajnos régi időkre nyúlnak vissza. Egyik - zsenialitással is vádolható - kollégám (orvos és matematikus - egyike a lehetetlen, de mégis létező hibrideknek) már az u.n. tudományos zsebkalkulátoron is

tudott neuronhálózati ill. katasztrófaelméleti modelleket futtatni több napon át (ciklus-ismétlődés nélkül). Egy másik kiváló kollégám neuromim-mel kezdett (egy neuron fizikai elektromos modellje), és örömmel újságolta, hogy egy bemutaton az új amerikai terminál 8 K memóriát is tartalmaz, azzal pedig sokmindent lehet kezdeni. Később kisagykérgi dinamikus pattern-modelleket futtatott Odra-n és Razdan-on (ezeket korai számítógépeket kb. ugyanaz a generáció ismerte, amelyik gyermekkorában melással ette a mákostésztát).

Én magam a hatvanas évek végén célszámítógépeket (KFKI-512, majd ICA analízisort) használtam először kiváltott jelenségek elektromos jeleinek átlagolására - a zajszint alatti jelek kinyerésére.



1. ábra A labirintus-plombálás sztereotaxiás mütété.

2. A közelmúlt évszázad - saját számítógépes munkáink:

A hosszúra nyúlt történeti bevezető után érzékeltetni szeretném, hogy az utóbbi években milyen jellemző számítástechnikai eszközöket fejlesztettünk ki, ill. használunk saját munkánkban.

A, A szenzomotoros adaptáció állatkísérletes modellje:

A labor fő profilja a nagy hagyományokkal (Högyes, Szentágothai) rendelkező állatkísérletes egyensúlyszervi kutatás. A régen ismeretes mozgásbetegség szindrómának az úrhajózás által élesen felvetett problémaköréből kiindulva, földi körülmények között modellezzük azt az egyensúlyszervi eredetű mozgáskoordinációs és

A hetvenes évek elején a budai Várba jártam az MTA CDC 3300-as gépére, egy ötkezes Hollerith-kártyás dobozzal. Ha egy pontosvesszőnyi hiba csúszott a FORTRAN programba, másnap egy új kártyát kellett lyukasztani egy íróasztal méretű csattogó masinán, becserkészni a hibás kártyát a kétezer között, kicserélni, majd leadni az operátoroknak a nagy dobozt. Izgalmas volt.

Az első Commodor 64-en élmény volt, hogy saját igény szerint, fejlesztő háttérrel írtunk Turbo BASIC programokat, és hogy a gép éjszaka is dolgozván, reggelre kinyomtatta az eredményeket.

orientációs zavart, és a hozzá történő alkalmazkodást, ami az úrutazás kezdetén és a visszatéréskor is jelentkezik, és lényegét tekintve rokona a "tengeri betegségnek".

A modell-szindróma kiváltása céljából sztereotaxiás mikromütéssel féloldali labirintus-plombálást végzünk. Ez a beavatkozás nem roncsolja az érzékszervet, hanem a központi üregnek (a vesztibulumnak) viasszal való feltöltése a mütött oldalon meggátolja a lineáris és szöggyorsulások áttevődését az érzéksejtekre. A mütét után ébredező állat (ezzel az érzékszervi csatornával) lebegni érzi magát, ill. a forgatást csak egyik irányban érzékeli.

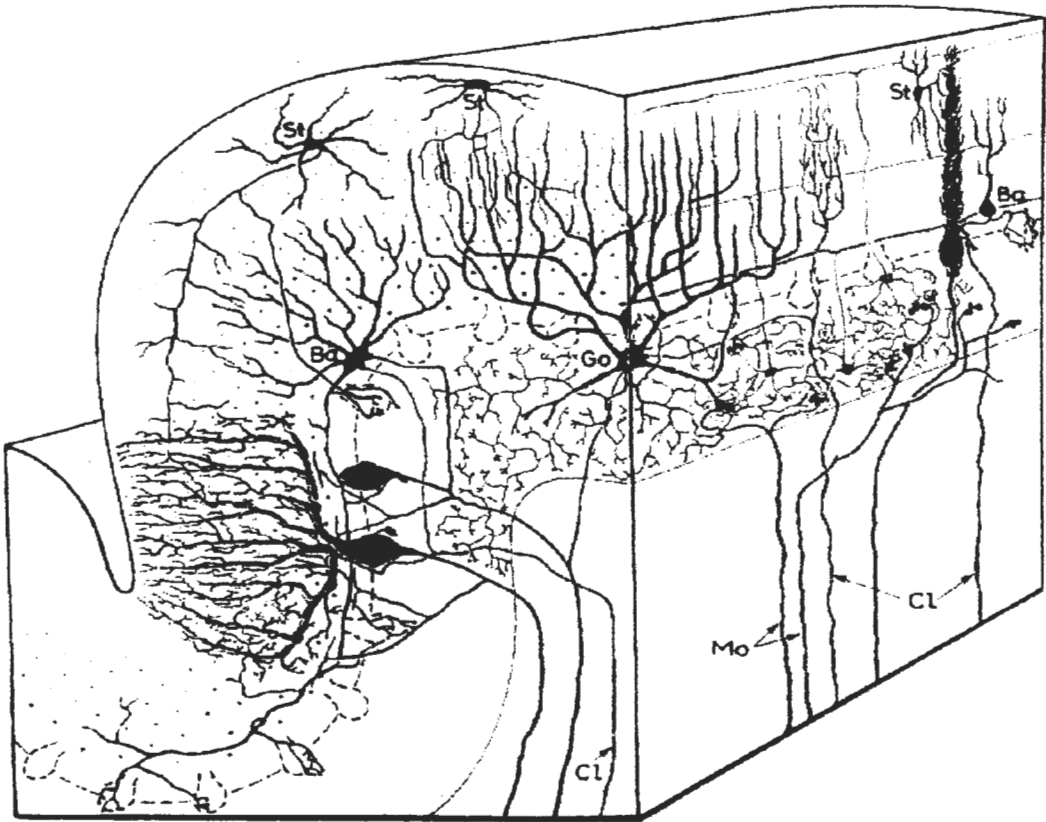
A mütét utáni állapot pontos leírására egy három tesztből álló megfigyelési rendszert fejlesztettünk ki (lásd később). Ennek segítségével pontosan mütethető a mozgásszabályozásban kialakult erős aszimmetria, illetve a hetek alatt kialakuló adaptáció.

B, Az adaptáció kisagyi állapotjelenségeinek számítógépes vizsgálata:

Az adaptáció úgy jön létre, hogy a mozgás- és testtartá szabályozás kaszkadikus reflex-rendszerére ható kisagy fokozatosan elnyomja (t.k. az értékelésből kizárja) az egészséges egyensúlyszervből származó jeleket, és az állat mozgása a tesztekben, és azon kívül is, újra szimmetrikussá válik. Ilyenkor megnő a szerepe az egyébként második vonalban szereplő vizuális és proprioceptív (a mozgatórendszerből visszajelző, és más mechanoreceptorokat is használó) - ugyancsak a testtartást és mozgásállapotot tükröző érzékszervi csatornák által szolgáltatott érzékelésnek.

Ennek feltétele, hogy a kisagyba (felfogásunk szerint a kúszórostokon) befussanak az előbb leírt, úgynevezett szenzoros konfliktushelyzetet tükröző "hibajelek", másrészt hogy a kisagykéreg, pontosabban ennek fő sejtje - a neuronhálózati kapcsolatai és saját morfológiái és élettani karaktere miatt is különleges

Purkinje-sejtje tartósan átalakítsa szinaptikus kapcsolatainak egy részét, úgy, hogy amüködési szimmetria visszaálljon. A kisagy egyetlen output eleme a Purkinje-sejt, ennek az agytörzsbe kifutó axonja gátló mechanizmussal formálja a lefutó mozgatóparancsokat, ill. a kaszkadikus mozgatóreflexek minden szintjét. Az adaptív változások feltételezett helye a történeti bevezetőben említett keresztvezetési szinapszis a nagyon elosztott és átlapoló bemeneti (mozgás) információt hordozó parallelrostok, és a mozgatóreflexeket és parancsokat súlyozó-finomító Purkinje-sejt dendritfája között. (Ezért helyesebb egységes szenzomotoros kisagyi szabályozásról, ill. adaptációról beszélni). A leírás talán érzékelteti, miért nem lehet "közvetlen (egysejt-elektrofiziológiai) megfigyeléssel" észlelni egy olyan szinaptikus hatásváltozást, ami a Purkinje sejtben levő kb. 80 ezer bemenetnek csak egy (ismeretlen) részét érinti, és ami teljesen csak kb. három hét alatt fejlődik ki. (Egy Purkinje-sejt működését csak perces nagyságrendben lehet mikroelektóddal regisztrálni).

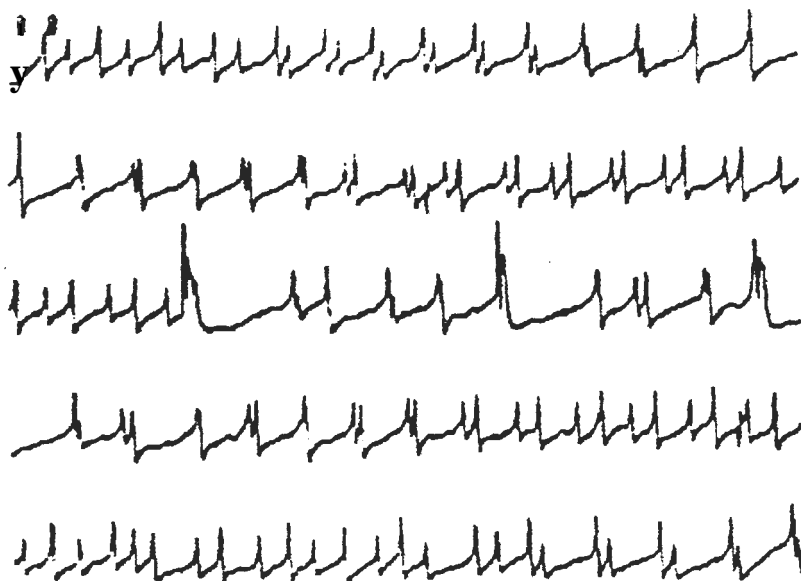


2. ábra: Szentágotthai Vilgoston ismeretösszefoglaló ábrája a kisagykéreg szerkezetéről.

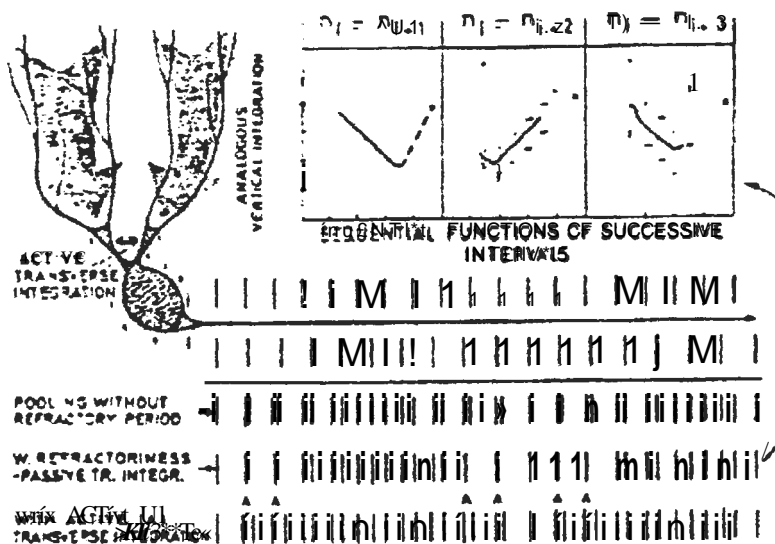
Ebben a lehangoló helyzetben a számítástechnika sok szinten segít:

a, A mikroelektronika egy egyszerű vezeték hálóján keresztül a kisüléssorozat (a régi drága és lehetetlenül munkigényes, filmre történő regisztrálás helyett) természetesen A/D átalakítással számítógépben tároljuk. Azonnal látjuk a nyers eredményt, ez segít a kísérlet hatékony folytatásában. Elvben lehetséges a mérés inaktív számítógépes vezérlése (pl. a mikroelektród előtolásának leállítása a sejtbe történő bejutás pillanatában, stb.) is.

b, A dendritköteket regisztrálva korábban fel nem ismert jelenséget azonosítottunk; a dendritikus kisülési mintázat általában két, egymástól alapjában függetlenül futó mintázatra lehet bontani. Erre strukturális analízis jellegű programot írtunk, amely nagy anyagon automatikusan elvégzi ezt az analízist. Ezekről a ritmosos, u.n. spike-generátor mintákról feltételezhető (ld. alább), hogy morfológiailag is elkülönülő önálló dendritmezőkből származnak.

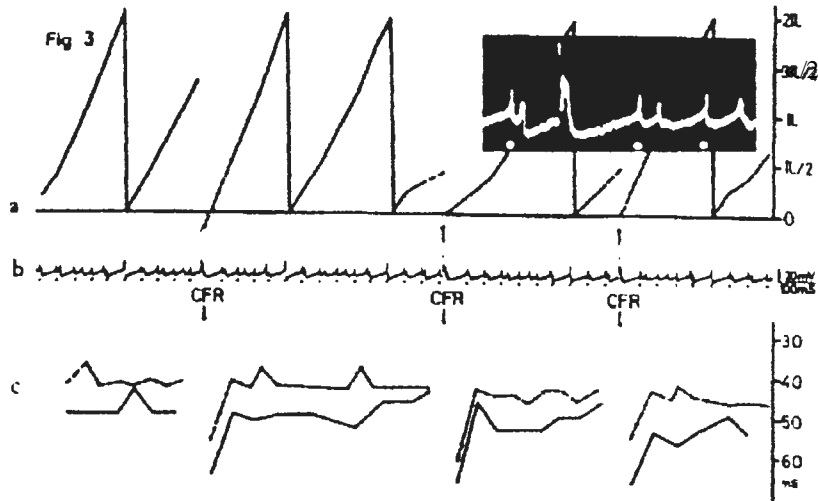


3. ábra A kisgyógyulási sejt dendritikus spike-generátor mintázata három kisgyógyulási száhl.

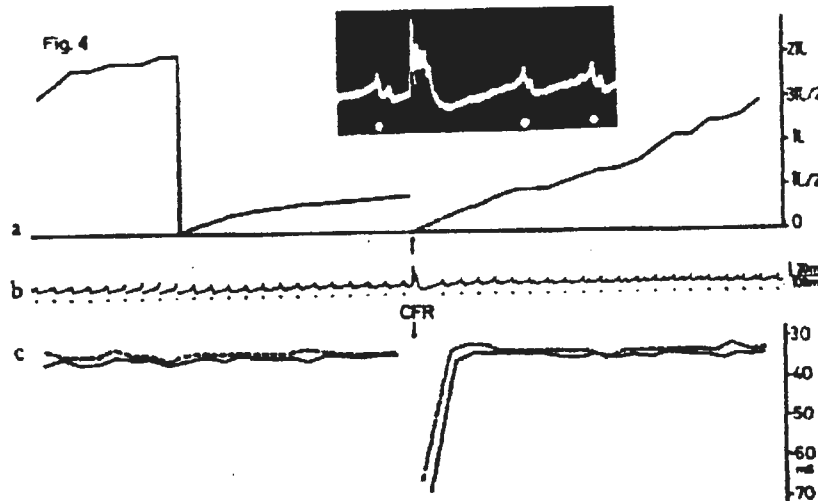


4. ábra A félcentrikus bleteljesítő ritmikus sorozatok összesítője pozitív Markov karakterű fullispike mintázattal váltanak ki, amit a sejt refrakteritása némileg torzít. (Szekvenciális analízis az ábra felső részén.)

c, Független forrásból származó támasztási jeleket pozitív Markov-karakterrel, amit a sejten belül észlelt két független, ritmikus minta interferencia-jellegű egymásrövetülése eredményez.



5. ábrán A tachogramon (alul) és a fáziskésés-diagrammon (felül) megfigyelhető a küszöröst-válasz hatása a adenitrikus generátor-folyamatokra.



6. ábrán A küszöröst-válasz által okozott heteroszínaptikus modifikáció észlelhető. A fáziskésés-diagram meredeksége tartósan megváltozott.

d, A b, pontban lártak alapján a jost mártiszár azonosított mintázatok közötti nemlineáris és fázisérzékeny kölcsönhatásokat (amelyeket a modern kisagyelméletek igényeltek, ill. feltételeztek), automatikus számítógépes kiértékeléssel (tachogramon és rávetített fáziskésés-diagramon) objektíven vizsgáljuk.

e, Ugyanlégén a diagramon tisztán megjelölnek komplex spike-ok egyedi hatása a generátorok futására. Pillanatnyilag ez az egyetlen eszköz arra, hogy a szenzomotoros adaptáció elemi jelenségét, az u.n. heteroszínaptikus modifikációt megfigyeljük. Maga az elnevezés abból adódik, hogy a küszöröst által keltett hipernormális membránkiszülés távolabbi színaptikus helyek átvezetőképességét módosítja.

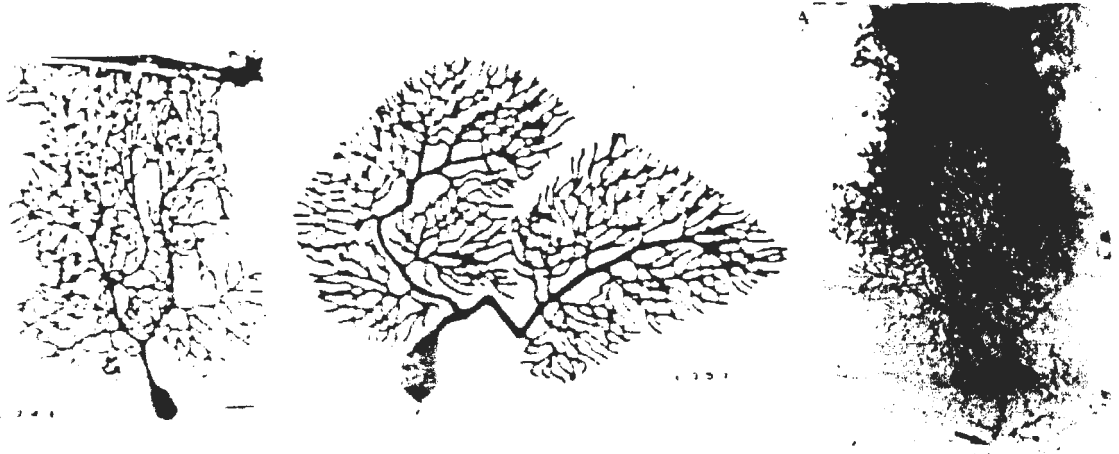
f, Nagy anyag automatizált számítógépes feldolgozása igazolni látszik azt a sejtésünket, hogy a kisagyelméletek kulcselemének, az említett heteroszynaptikus modifikációnak két, eddig egymással hadakozó változata, a Marr (1969) által javasolt facilitáció, és az Albus (1971) által feltételezett szuppresszió egy sejtben belül, egyidőben is, sőt az önálló spike-generáló mechanizmusokra nézve ellentétesen is érvényesülhet, és éppen ez az összjáték vezet a megkívánt (a bemeneti szinapszisokra nézve szelektív), tartós és az adaptációt szolgáló változásokhoz.

g, A fentiekhez társul a Purkinje-sejt dendritfájának funkcionális szemléletű morfometriai elemzése. Ez a munka a következő pontban említendő, a szenzomotoros adaptáció alapjelenségeit teljesítő sejt szintű modellezés

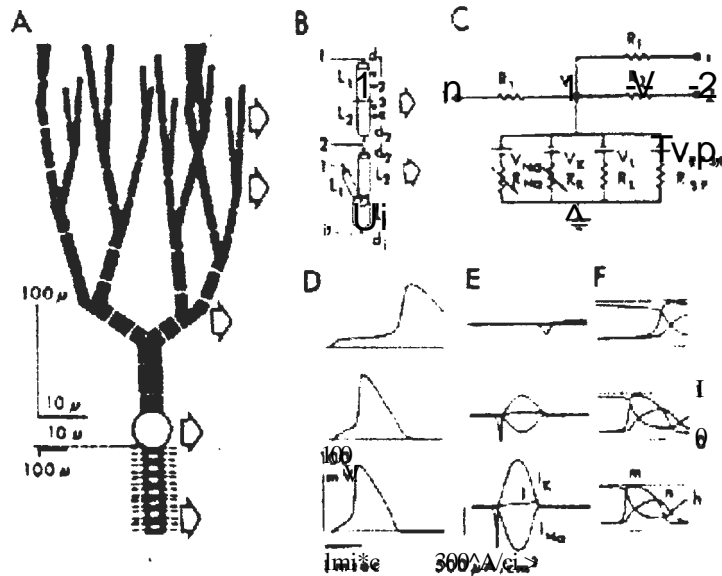
szempontjai szerint végzett precíz statisztikus geometriai leírást eredményez.

Törekszünk a dendritfa kifejlődését, elsődleges szerkezetét, majd adaptív átalakulását leíró matematikai modell megszerkesztésére is. Optimális esetben lehetséges ugyanannak a sejtnek elektrofiziológiai és funkcionális morfológiai karakterét közvetlenül összevetve ellenőrizni a fenti elméletet.

h, Egy ilyen mélységű analízis analízis feltételéhez egy újszerű, sokkal több alapfunkciót teljesítő "kapcsolási elemre" lehet majd alapozni az új kisagy-elméleteket. Első lépésben egy nagyelemszámú kompartmentális modellt kell kidolgozni. Ezt a nagy számítógépes tudást és teljesítményt kívánó munkát nemzetközi együttműködésben tervezzük elvégezni.



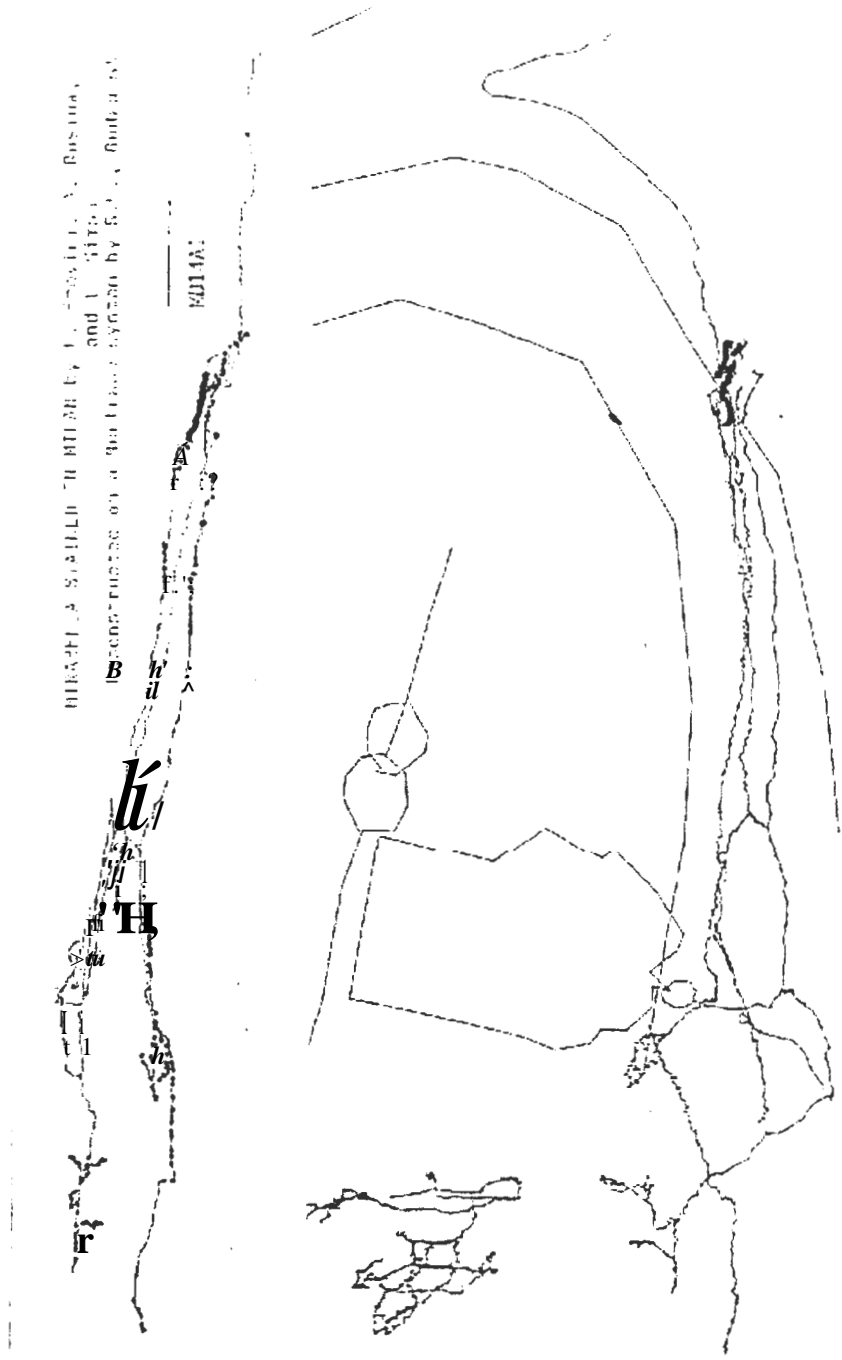
7. ábra Impregnált és festékkel feltöltött Purkinje-sejt dendritfák



8. ábra A kisgyi Purkinje-sejt egy korai multikompartmentális modellje (Pellionisz, 1976)

i, A fenti fémmechanizmusok nagy jelentőségű kölcsönöznek annak az előzetes eredmények, amit festékekkel feltöltött Purkinje-sejtek kimeneti nyúlványrendszerének (lokális axon-elágazódásának) háromdimenziós rekonstrukciója szolgáltatott. A számítógéppel végzett (ebben az esetben félig automatikus) letapogatás után rekonstruált, beforgatható elágazási rendszer alapvető asszimmetriákat tárt fel a

lényeges elemeire nézve anizotrop kisagykérgi neuronhálózat mindhárom fő irányában. A helyi kapcsolatok erős asszimmetriája még az elismert kisagymodellek esetében is igényli az információáramlás teljes újragondolását.



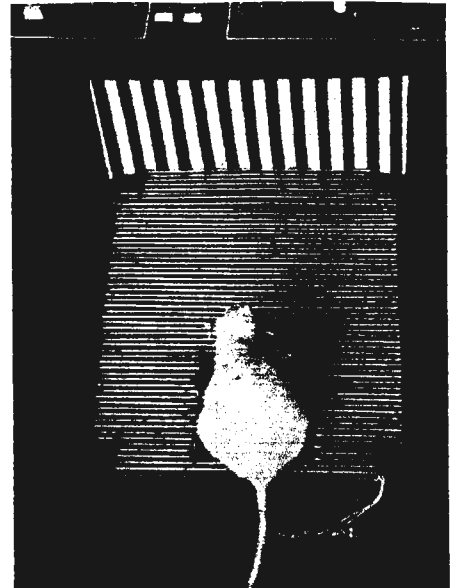
9. ábra A Purkinje-sejt jelzőanyaggal feltöltött lokális axon-elágazódásait a NeuTrace nevű félautomata pásztázó rendszerrel 3D-ban digitalizáltuk. A három vetület a sejt lokális kapcsolatainak alapvető asszimmetriájáról tanúskodik.

C, Testtartási és mozgásszabályozási tesztek:

Visszatérve a labirintus-plombált állat mozgásszervezési adaptációjához; az aszimmetria fokozatos eltűnésének észlelésére három viselkedés-szintű tesztet dolgoztunk ki, ezek kiértékelése is számítógéppel történik, és nem várt eredményeket is szolgáltatott:

a, A **STABILOGRAFIA** (az otolit-receptorok statikus tesztje) a négy mérőelemen álló kísérleti állat egyensúlyi helyzetének elvben sokféle értékelését teszi lehetővé. Az állat hossz tengelye mentén történő (roll) kiértékelés (aszimmetria, amplitúdó-eloszlás és FFT), nem szolgáltatott harmonikus eredményeket. Az utólagos szempontként beiktatott torziós kiértékelés bizonyította, hogy ezt kell élettani alapesetnek tekintenünk (az állat átlósan hangolja össze a négy láb testtartási reflexeit).

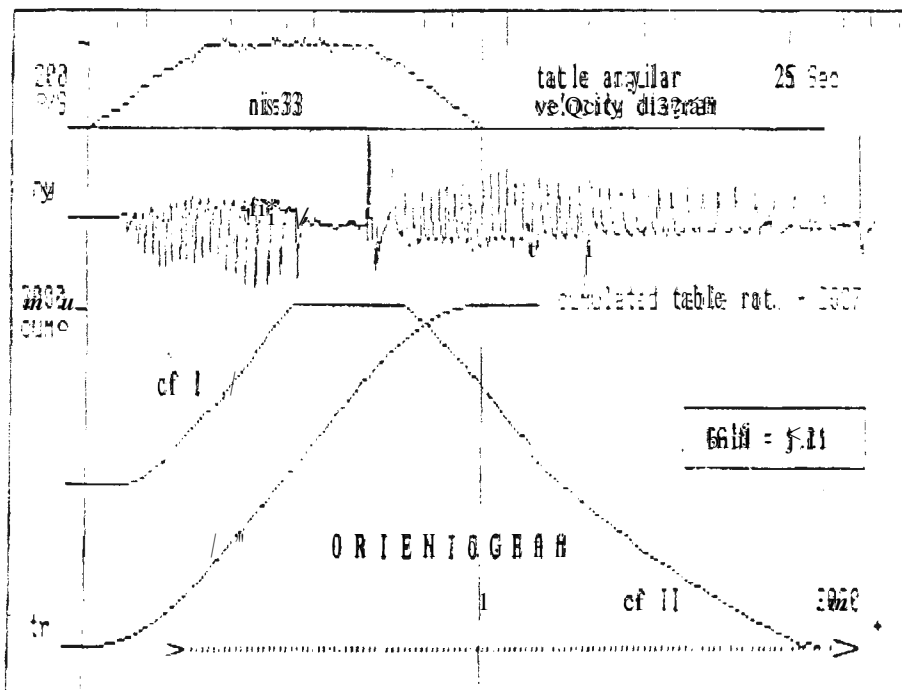
b, A **FORGATÁSOS NISZTAGMOGRÁFIA** - a félkörös járatok dinamikus tesztje (a szemeknek az elforduló látótérbe "kaszzkodó" reflexes kitérése a nisztagnus) Típuszabaki szögsebesség diagram teljesítésekor egyrészt pontosan jelentkezett a gyorsításkor működő vesztibulo-okuláris reflex (VOR, lásd a történeti bevezetőt), másrészt (a biológiailag látszólag jelentés nélküli) lassításra kapott válasznak egy általunk kifejlesztett, u.n. optimális kumulált függvényre



10. ábra Stabilográfia patkányon

történő kiértékelése (orientogram) azt sugallja, hogy ez az idegi mechanizmus lehet a (forgási) tájékozódási reflexünk alapja.

Ezekre alapozva nemzetközi együttműködésben vizsgáljuk, hogy emberi forgatószékes nisztagnográfiában mely élettani tratományban lehet igaz a fenti összefüggés. Ezután az orientációs érzéket vizsgáló, számítógéppel vezérelt interaktív klinikai tesztet kívánunk kidolgozni.



11. ábra A forgatásos nisztagnográfia kiértékelése az orientációt stabilizáló reflex alapján

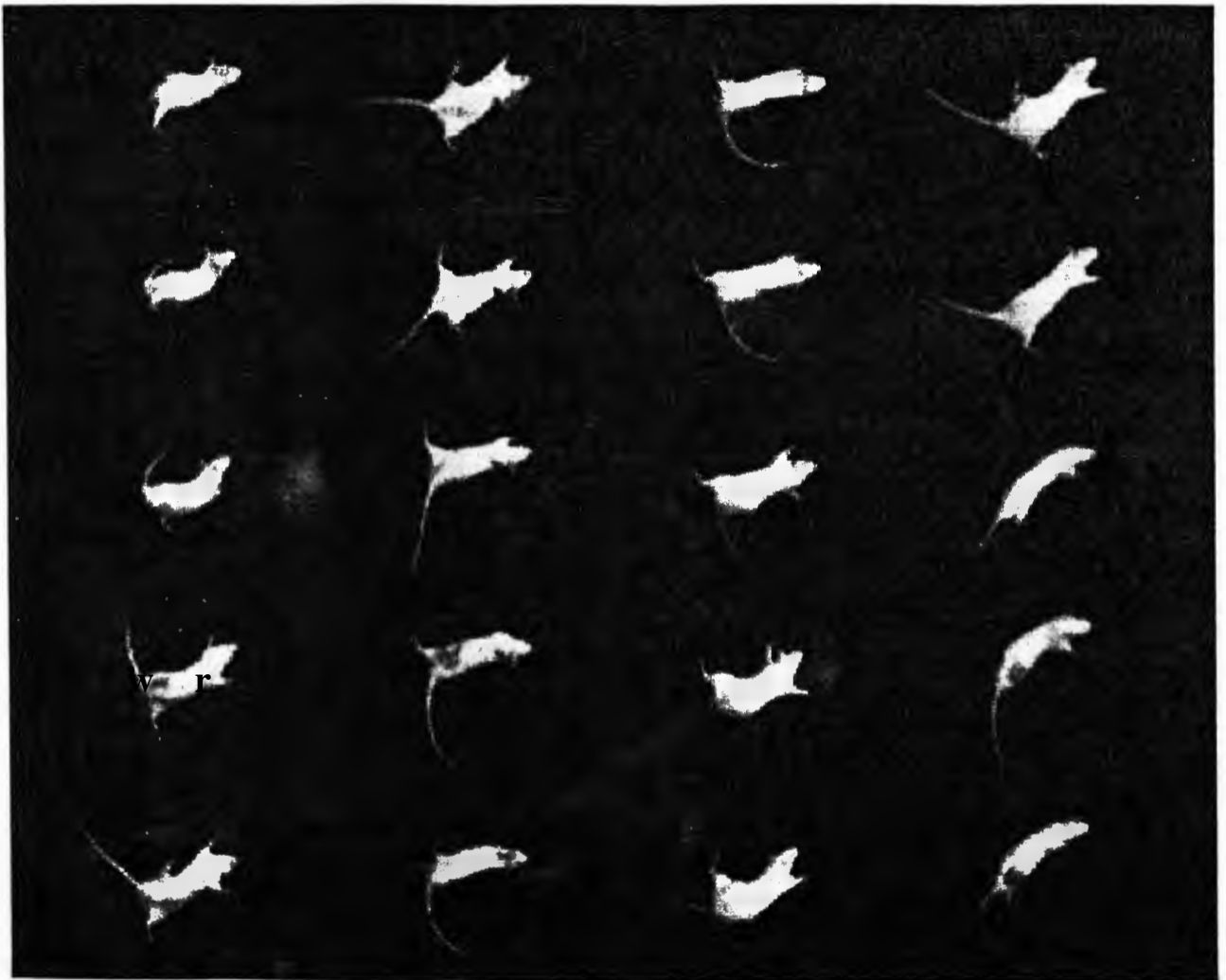
e, *MAGNUS* féle *EJTŐPRÓBA* - az otolit-szervek dinamikus tesztelése céljából az állatot váratlan pillanatban esni engedjük (másfél méteres "szabadesés" egy kíméletes hálóra).

Az aszimmetrikus állat szabályos oldalszaltók után landol, és az adaptáció kifejlődésével a szaltók száma, majd pedig a végrehajtás foka csökken.

Ezzel kapcsolatban két biológiai kérdés merül fel: i, pontosan hogyan hajtja végre az állat a sosem tanult ill. gyakorolt szabályos szaltókat, ii, hogyan stabilizálja a

test folyamatos forgása mellett a fejét a vízszintesben (ez az orientációt stabilizáló veleszületett reflex tanulmányozásának ritka lehetősége).

A fenti szempontok miatt az egyszerű megfigyelés (pl. videóra vett mozgás analízise) helyett egyedi gyártású számítógépes MPEG-kártyákra (16 mS-enként) 41 pár egyidejű képet rögzítünk két kamerával. Ezeket a képeket hamis színezéssel (anaglif) három dimenzióban lehet vizsgálni. Mi a szaltózó állatnak olyan háromdimenziós modellezését szeretnénk kidolgozni, amihez objektív 3D adatokra van szükség.



12. ábra A labirintus pilombált állat alapvetően aszimmetrikus mozgásszabályozása ejtőpróbában szabályos oldalszaltót eredményez. A vizuális referenciára támaszkodva a kisagy adaptív átállás kb. három hét alatt helyreállítja az egyensúlyt. A soha nem gyakorolt mozgás során viszont erősen érvényesül az orientációt stabilizáló életfontos reflex: a fej stabilizációja érdekében pl. a fark erőteljes ellentétes forgást végez.

A KFKI Automatizálási és Számítástechnikai Intézetben véletlenül találtunk egy olyan módszert, amit

kétdimenziós célba fűlesztettek ki, és amely automatikusan beazonosítja két kevésbé eltérő kép elemeit (ez egy Wiener-alapú pixel-rekurzív algoritmus, Csillag P., Böröczky I.). Rögön világossá vált, hogy

sztereo-képpárra alkalmazva, az analóg pontok megkeresése után egy saját fejlesztésű programmal (Venus), automatikusan kinyerhető a 3D információ.

Látunk esélyt arra, hogy ez a módszer széles körben használható, piacképes programrendszer lesz.

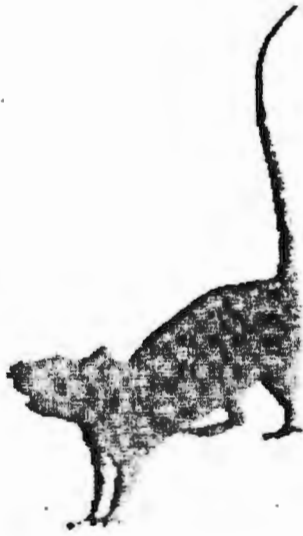


Figure 1. Masking of the irrelevant background saves computing capacity.



Figure 2. The vector array of illusory displacement of pixels.

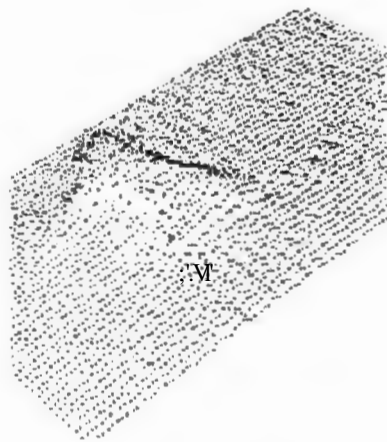


Figure 3. Screen display of the 3D shell of the animal on the flat background.



Figure 4. 3D feature of the masked display can be realized by relation.

13. ábra Az ejtőpróbáról készült 4M sztereo képpár automatikus 3D rekonstrukciójának néhány lépése.

3. Zárószó:

Remélem, az elmondottak érzékeltetik egyrészt a számítástechnika alapvető szerepét a neurobiológiai kutatásokban, másrészt azt, hogy igen hatékony együttműködésre van szükség a két tudományág között.

Ennek jó eszköze lehet a hibrid-diploma (pl. az orvostudományi mesterképzés), de legjobb példa éppen a Neumann János Számítógéptudományi Társaság Orvostudományi Szekciójának tevékenysége.

Dr. Simon L. SOME Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstan Intézet, 1430 T. Izórhó utca 58.

KÜLFÖLDI MEGHÍVOTT ELŐADÓK

Computer-Assisted Detection of Ovarian Follicles Based on Ultrasound Images

Božidar Potočnik, Bogdan Viher, Damjan Zazula

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, University of Maribor

zazula@uni-mb.si

Abstract

The paper deals with the problem of processing and interpretation of clinically recorded ultrasonic images for the reason of following the growth of dominant ovarian follicles in a day-to-day manner. The procedure has been conducted by the physicians involved in human reproduction and fertilisation "in vitro" manually, so far with a rather stressing burden of a huge number of readings to be done regularly.

We propose three different automatic computer-based identification algorithms. All of them begin with a despeckle-filtering phase. Then, the first one is composed of conventional image-processing approaches, with edge processing and region segmentation, in order to estimate the ovary location and afterwards, recognised the dark regions as possible follicles. Two additional approaches are based on cellular automata theory and on cellular neural networks. They represent quite novel approaches in the field of image recognition and the results obtained outperform the conventional algorithms in the sense of sensitivity and specificity. With the former ones go up to 87 % of recognition rate, the latter one increase it to over 90 % and decrease false rate below 12 % at the same time.

1. Introduction

A complete understanding of ovarian follicle dynamics is crucial for the field of genetic engineering. Monitoring follicles over entire cycle is especially important in human reproduction.

The outcome of a pregnancy is dependent upon the quality of the embryo. This, in turn, is dependent in part upon the quality of the female

gamete oocyte contained in the dominant follicle (dominant follicles are those that grow and have potential to ovulate at the end of the follicular phase) and, therefore, the quality of the follicle itself which supports oocyte growth and maturation. Not all dominant follicles ovulate and of those that do, not all are of sufficiently high quality to result in pregnancy.

Here the main task is to successfully characterize dominant follicles from the set of follicles inside the ovary. To characterize successful dominant follicles, the follicles must be compared with unsuccessful dominant and subdominant follicles and their interactions examined. For a comparison to be possible, individual large and small follicles must be identified and their development monitored over a number of days. Follicles can be monitored in many different manners, the best way of monitoring is with non-invasive methods, e.g. ultrasonography. With frames of the ovary, grabbed in either way, and with appropriate criteria (right shape, antral edge quality, size and echogenicity) the follicles (and also its type) can be identified and required analysis accomplished [1].

Today, the monitoring of follicles is done non-automatic, with human interaction. For credible results, a doctor must examine over 30 women a day during their entire cycle (ultrasound the woman, freeze the ultrasound image in the best position of the ovary, measure every follicle inside the ovary by hand, repeat this procedure for both ovaries-left and right). This work can be very demanding and also inaccurate.

That was the main reason why we decided to develop an application for automatic location and analysis of follicles in the ovary. In the image processing sense, we are dealing with a sequence of ultrasound images of the ovary, for the time being, however we process only single static images. This has been tried out by three different approaches: by conventional edge

histograms (Section 2) and by cellular automata (Section 3) and cellular neural network (Section 4).

2. A conventional edge-based algorithm for automated computer-assisted detection of follicles

Before we describe the algorithm and the main ideas, let's first consider the original ultrasound image we are dealing with. They usually comprise the ovary with the follicles, endometrium, blood vessels and added noise due to ultrasound device (Fig. 1).

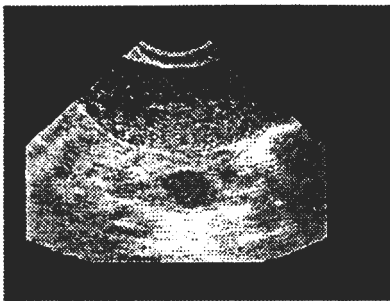


Figure 1: The original ultrasound image of the ovary. Image dimensions are 768x576 pixels with 256 greylevels. On the top of the image, the endometrium can be seen, whereas the ovary with two follicles (black rounded region) is almost in the centre of the image. Speckle noise and noise due to ultrasound device are also noticeable.

In the next subsections the main idea of the algorithm is described. Firstly, it coarsely estimates ovary boundaries (resulting in a subimage containing ovary) and, afterwards, this subimage is searched for the follicles.

2.1 Structure of the algorithm

The algorithm proceeds in three stages: preprocessing, segmentation and classification.

2.1.1 Preprocessing stage

The first step of the algorithm is preprocessing. Because we are dealing with ultrasound images, we must be aware of noise distortions (e.g. head of the ultrascan device is not moist enough). Especially disturbing type of noise is speckle noise. Some authors try to reduce speckle noise with simple median filter, or with combination

of two median filters (with different mask sizes), but we found much more accurate despeckle filter called homogeneous region growing mean filter (HRGMF) [5]. This filter has one desirable feature that it preserves edges.

An image filtered by the HRGMF filter is a basis for the subsequent analysis. From this image we try to estimate the ovary position. This task is accomplished as follows. First, the edge detector is used. We apply Kirsch's filter for edge detection [2,4]. We experimented with a lot of other edge detecting operators (Sobel, Canny filter, etc.), but the Kirsch's gave the most satisfying results respecting the time consumption and efficiency. Then, the image is binarised (optimal threshold) and thinned. Because edges are very corrupted (ovary and follicles don't have very expressed edges), we correct them by a simple heuristic method for edge filling. Starting and ending points of a segment (partial boundary) are joined in the tangential direction with other adjacent boundary segments. From the obtained image, the position of the ovary is estimated. The criterion used assumes the most probable position of ovary in a rectangle with the highest density of white pixels.

2.1.2 Segmentation stage

From Fig. 1, we can see that follicles are dark (almost black) circular shapes. So, our task is to find all the dark regions in the subimage with the ovary estimated in the previous algorithm stage, and then verify if this regions could be follicles. Dark regions are obtained with thresholding the subimage. Single threshold is determined with optimal threshold selection method. Thus, a binary subimage is generated. Then all the black regions inside the ovary are labelled (identified). Finally, each processed region is described with parameters (area, perimeter, moments, eccentricity, compactness, etc.).

2.1.3 Classification stage

In the classification step every parametrically described region is evaluated. On the parameter basis, it is decided about each region whether it is a follicle or not. At this point, additional knowledge about the problem is introduced into the algorithm (minimum and maximum size of the follicle, expected shape, etc.). Follicles are between 2 mm and 10 mm in size and they are of circular shape. This knowledge influences the

predefined thresholds needed and criteria for the region classification. For the classification we used three rules: area, compactness, and eccentricity. We also experimented with some other rules, but it was evident that they were correlated to the mentioned ones.

2.2 Results

The algorithm described in subsection 2.1 is the core of our application called "xultra". It has been written for X-windows system in the programming language C using Motif 1.2 libraries. It has been tested on the HP 715/100XC and HP 712/80 systems with 128 MB of RAM. The algorithm's computational complexity is $O(n^2)$, where n means dimensions of the image. Taking into account images with resolution of 768x576 pixels, an ovary processing and follicle detection last about 6 minutes with the mentioned HP machines (the majority of time is spent by despeckle filter, about two thirds).

Starting with Fig. 1, the original ultrasound image of the ovary, our algorithm will be demonstrated. Original images were obtained from the VHS tape using a simple software grabber.

Initially, the image is processed with the HRGMF filter. The size of the initial region is 7x7 pixels, while homogeneity threshold is fixed to 20. The resulting image is depicted on image 1 in Fig. 2. Then, the edge detector (Kirsch's operator) is applied, followed by binarisation (threshold 40) and thinning, finally the edges are made contiguous. The result of this procedure is shown on image 2 in Fig. 2. From this image, the ovary location is estimated using histograms along X and Y direction. The rectangular area containing ovary is outlined on image 3 in Fig. 2.

After segmentation (Subsection 2.1.2), each region is classified according to the area, compactness, and eccentricity. Thresholds for classification rules are fixed. The area threshold is 150 (rule: area of follicle ≥ 150), compactness threshold is 0.5 (compactness ≤ 0.5), and eccentricity is 0.75 (eccentricity ≤ 0.75). If a region satisfies all three criteria, this region is assumed a follicle. Image 4 in Fig. 2 depicts the recognised follicles superimposed (outlined in white) on the despeckled image. Obtained results may be compared to image 5 in Fig. 2, where the ovary and follicles are annotated manually by a doctor.

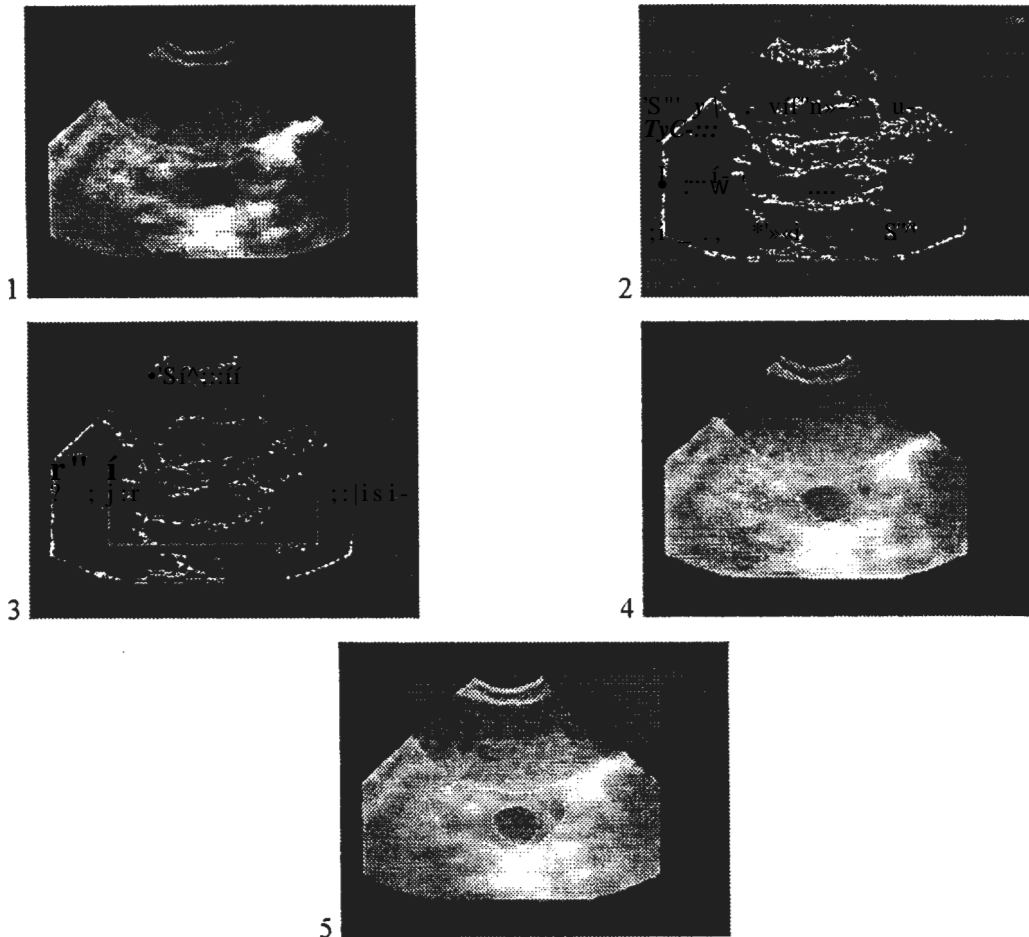


Figure 2: Processing of an ultrasonic image: 1-the image from Fig. 1 processed by the HRGMF (despeckle) filter, 2-result of the Kirsch's operator applied to the image 1, followed by binarisation (threshold 40), thinning, and heuristic filling of edges, 3-white rectangle obtained using the histograms (along x and y direction) is superimposed to the edge image, 4-the final result of our recognition algorithm: estimated position of follicles outlined in white, 5-the ovary and two follicles as manually decided for by an expert (doctor).

Recognition results are, in general, very promising. All together, we tested our algorithm on 30 different ultrasound images of women's ovary (with known positions of the ovary and follicles). The images were obtained from 6 different women with no known reproductive problems, and grabbed on different days of their menstrual period. Images were recorded with two different ultrasonic devices.

For each testing image, the ratio of correctly recognised follicles was calculated. Afterwards, the average of these ratios (recognition rate of our algorithm) was obtained and was around 61 %, when taking into account all the follicles. Considering only the dominant follicles, the recognition rate was much higher and was around 87 % [14].

For each tested image, the misidentification

rate defined as a ratio between all misidentified regions and all recognised regions in the image was also determined. The average misidentification rate is around 44 %.

3. Cellular automata and follicle recognition problem

3.1 Introducing cellular automata

Cellular automata are discrete dynamical systems whose behaviour is completely specified in terms of a local relation. Cellular automaton can be thought of as a stylised universe. Space is represented by a uniform grid, with each site or cell containing a few bits

of data (cell's state). Time advances in discrete steps and the laws of the universe are expressed by a single recipe through which at each step each cell computes its new state from that of its close neighbours. Thus, the system's laws are local and uniform. Given a suitable recipe, such a simple operating mechanism is sufficient to simulate a whole hierarchy of structures and phenomena. Cellular automata supply useful models for many investigations in natural science, combinatorial mathematics, and computer science [7, 8].

3.2 Formal definition of cellular automata

Let L be a regular lattice of cells, S a finite set of states, N a finite set of neighbourhood indices such that $\forall r \in L, \forall c \in N : r+c \in L$, and $f: S^n \rightarrow S$ a transition function. Then we call the 4-tuple (L, S, N, f) a cellular automaton (CA) [8].

A configuration $C_t: L \rightarrow S$ is a function that associates a state with each cell of the lattice. The effect of the transition function f is to change the configuration C_t into the new configuration C_{t+1} according to

$$C_{t+1}(r) = f(\{C_t(Qi) | i \in N(r)\}), \quad (1)$$

where we denote by $N(r)$ the set of neighbours of cell r ,

$$N(r) = \{i \in L | r - i \in \mathbb{N}^j\}. \quad (2)$$

In the construction of a CA to simulate a specific problem, we have to make many choices. The most important are the lattice geometry, neighbourhood size, boundary conditions, initial condition, state set, and transition rule. The lattice geometry consists of the lattice dimension and shape, the neighbourhood size describes the set of cells that neighbour a given cell (see Fig. 3 for some examples), and the boundary conditions describe the behaviour at lattice boundaries. The most important aspects of CA—the initial condition, the state set, and the transition rule—are very much problem dependent. In many cases it is not possible to predict the evolution of such a complex dynamical system other than by explicitly simulating it.

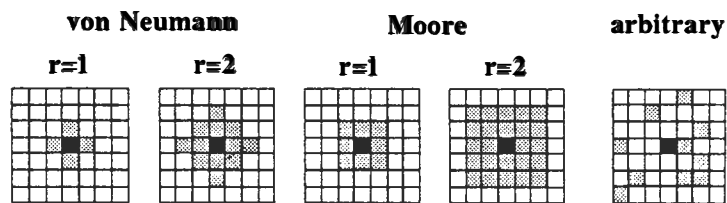


Figure 3: Examples of different neighbourhoods.

3.3 Follicle recognition using the cellular automata

We obtained several ultrasonic images of ovaries of seven different patients from our local hospital. The size of the images was 768×576 pixels in 256 greyscale levels. All images were prefiltered using a despeckle filter [5]. Because the images were very dark we also applied a gamma-correction function on them in order to enhance middle greyscale

levels [10].

To simplify the problem, we decided to reduce the size and the number of greyscale levels in the original images. We can do this as long as there is enough information present for successful follicle recognition. After several attempts we decided to reduce the size of images to 384×288 points in 16 greyscale levels [11].

During the development of recognition CA we've made the following construction decisions; lattice geometry: two-dimensional

square lattice of size 384×288 cells, neighbourhood size: Moore's neighborhood with radius $r = 1$, boundary condition: periodic on all four sides, initial condition: ultrasonic image converted to 384×288 pixels in 16 greyscale levels, state set: each cell occupies 42 bits of memory.

While developing the transition rule, we decided to add a simple pre-processing and post-processing CA to the automaton that does the actual recognition to make its transition rule simpler. As soon as the state of one CA becomes stationary, the next automaton takes it as its initial state and starts to execute.

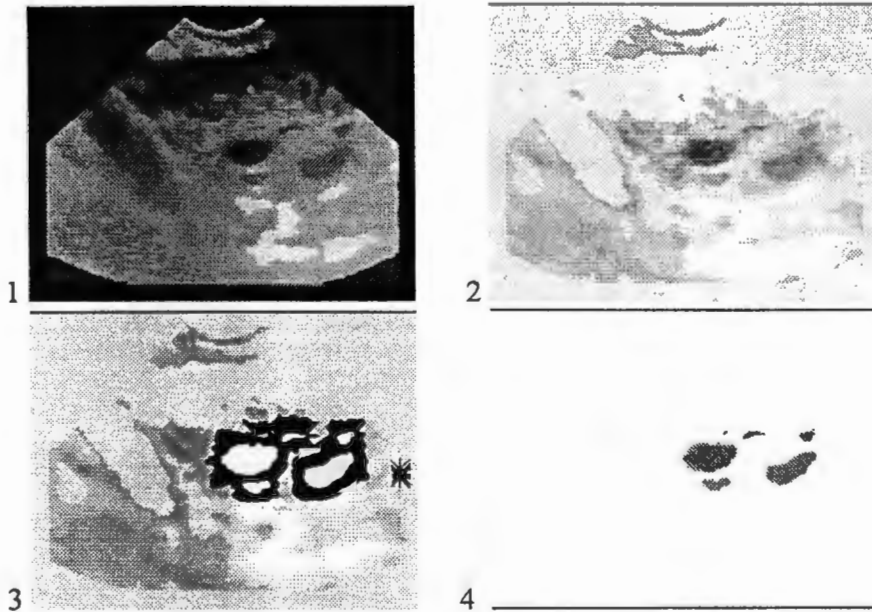


Figure 4: Processing of an ultrasonic image: 1 - initial state of the pre-processing CA, 2 - result of pre-processing, 3 - result of recognition, 4 - result of post-processing.

The task of the pre-processing CA is to convert all dark cells that are part of the background or part of the sonogram, but directly or indirectly connected to the background, to something brighter. It acts as a kind of a filling algorithm operating from the borders of the image towards its centre, and is essential for the recognition automaton to operate properly. After some 150 transitions automaton reaches the stationary state (see image 2 in Fig. 4).

The only dark areas left on the image are now follicles. We decided to divide cells into three groups: *including*, *candidate*, and *excluding* group. The *including* group consists of black to dark grey cells. These are always marked as being part of follicles by the transition rule. The *candidate* group consists of cells with middle greyscale levels. These cells can under certain circumstances become marked as being part of follicles. The *excluding* group consists of light grey to white cells and can never become part of follicles.

We introduced the idea of *inner* and *outer* messaging system in the transition rule. The *inner messaging system* is organized inside each connected area of cells, that are already marked as being part of the follicle. It assures that all the cells in such area know what is the

lowest greyscale level of the cell in the area. The consequence is that, if a certain cell from the candidate group for some reason manages to join the marked area, then other neighbouring cells of the same or darker greyscale level will be allowed to join, too.

The *outer messaging system* is organized outside each connected area of cells marked as a follicle. The outer messages can only: originate on the edges of marked areas, be transmitted by the unmarked cells, and travel in the direction opposite to the point of their initiation. Their range is limited and decreases each time the message advances to the next cell by a certain amount. When the value of the message reaches zero, the message stops

travelling. Using this messaging system, we wanted to detect not so well recorded follicles that do not contain the cells from the including group, which otherwise start the marking process.

After some 50 transitions CA reaches the stationary state (see image 3 in Fig. 4). White areas denote detected follicles where inner messages are active, and black areas around them denote regions where outer messages have spread to.

The task of the third post-processing CA is to convert all unmarked cells and marked cells that have less than three marked neighbours to white. In the recognition phase it can sometimes happen that a few cells become marked, although they are not follicles. We can see this occurring on the right side of image 3 in Fig. 4,

The post-processing CA, besides that it removes all unmarked cells from the image, also successfully eliminates such "phantom" follicles. It achieves the stationary state, which is also the final result, after some 5 transitions (see image 4 in Fig. 4).

3.4 Results

We have analyzed 45 ultrasonic images from 6 different patients with the CA recognition chain just described. According to gynaecologist the total number of follicles on those images was 173. The total number of recognized objects was 210, among which 146 were real follicles. This means that approximately 84 % of all follicles were found. But, on the other hand, the confidence that what was found is really a follicle is only 70 % [12].

	Nr. of images	Total nr. of follicles	Recognized follicles	Nr. recognized objects	Correctly recognized	False recognized
Pat. 1	5	20	13	17	76 %	24 %
Pat. 2	4	11	10	15	66 %	34 %
Pat. 3	5	15	13	17	76 %	24 %
Pat. 4	8	17	14	26	54 %	46 %
Pat. 5	11	58	51	68	75 %	25 %
Pat. 6	12	52	45	56	80 %	20 %
	45	173	146	210	70 %	30 %

Table 1: Results of follicle recognition using the CA on 45 ultrasonic images from 6 patients.

4. Cellular neural networks and follicle recognition problem

4.1 Definition of cellular neural networks

Cellular neural networks (CNN) represent a new, massive parallel computing paradigm, defined in discrete n -dimensional spaces. They are made of mainly identical dynamic systems, called cells, which are interconnected in 2-, 3- or n -dimensional arrays. Cells are analogue processors with continuous input (u), state (x),

and output (y) signal variables. Unlike other neural networks the interactions between cells are only local within a finite radius r . Cloning templates specify the interaction between each cell and all its neighbour cells in terms of their input, state, and output variables. Space variable is always discrete, but time variable can be continuous or discrete [13, 14].

The dynamics of a cell at position (i, j) in two dimensions is described with the following equations:

$$\frac{dx_{i,j}(t)}{dt} = -x_{i,j}(t) + \sum_{k \in N_{i,j}} A_{i,j;k,l} (y_{k,l}(t), y_{i,j}(t)) + \sum_{k,l \in N_{i,j}} B_{i,j;k,l} (u_{k,l}(t), u_{i,j}(t)) + I_{i,j}, \text{ and} \quad (3)$$

$$y_{i,j}(t) = f(x_{i,j}(t)), \quad (4)$$

where A and B are cloning templates and I cell's threshold. The output function f usually has a unity gain or thresholding shape, as shown in Fig. 5.

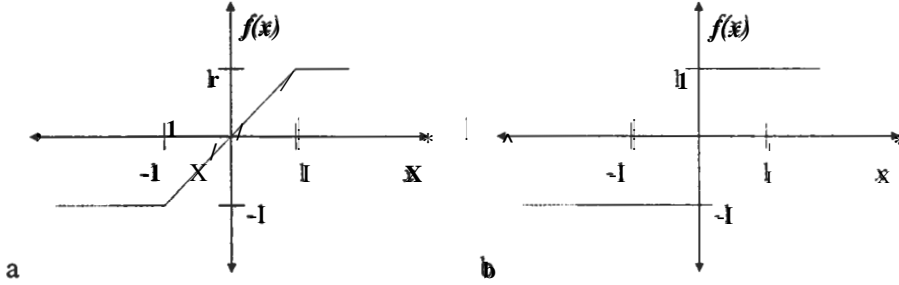


Figure 5: Unity gain (a) and thresholding (b) output functions.

In many applications the cloning templates A and B and threshold I are space invariant. In this case cloning templates are given by two $(2r + 1) \times (2r + 1)$ real matrices, and I is a constant term. Greyscale levels can be represented by values of signals in the range $[-1, 1]$ where -1 means white, $+1$ black, and grey-scale levels in between.

4.2 Follicle recognition using the cellular neural networks

A single CNN can only solve a relatively simple problem. In order to carry out more complex tasks we have to interconnect several different CNNs, which is then called a CNN algorithm (CNNA). We have developed a special CNNA for recognition of follicles that works on the same speckle prefiltered, gamma-corrected, and reduced in size and number of greyscale levels ultrasonic images as in CA case.

The CNNA for follicle recognition consists of two main branches (see Fig. 6).

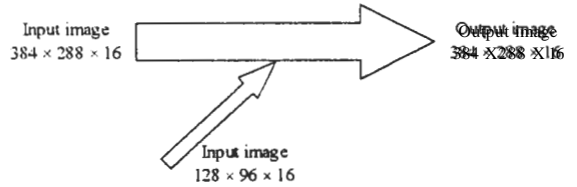


Figure 6: Two main branches of CNN algorithm for follicle recognition.

The “small” branch operates on a tiny image of size 128×96 pixels in 16 greyscale levels and is responsible for roughly estimating the territory where follicles could be located. This information is then used by the “large” branch of the CNNA, which operates on a bigger image of size 384×288 pixels, to more precisely search through the territories the “small” branch discovered and locate the follicles [12].

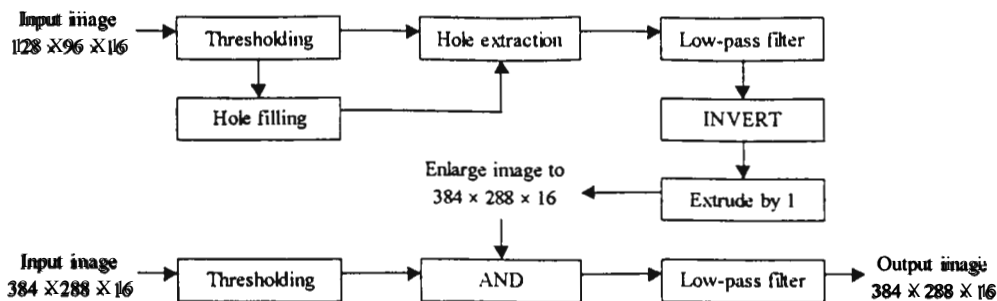


Figure 7: Block diagram of CNN algorithm for follicle recognition.

Fig. 7 depicts a block diagram of CNNA for follicle recognition. The output of the thresholding in 128×96 branch of the algorithm is lead to the CNN that performs the hole filling operation (turns all black areas totally surrounded by white areas to white). Next CNN then executes the hole extraction operation (extracts the difference between two images) which is then routed to the CNN that performs low-pass filtering. After inversion, black objects that remained are extruded by 1

pixel and the whole image is enlarged to fit into the 384×288 branch of the algorithm. This branch also starts with the thresholding and after that the AND operation is performed between the result of the thresholding and enlarged image from the 128×96 branch. At the end, low-pass filtering is performed once again and we get the final result of the recognition. Fig. 8 depicts the intermediate results of the CNNA just described.

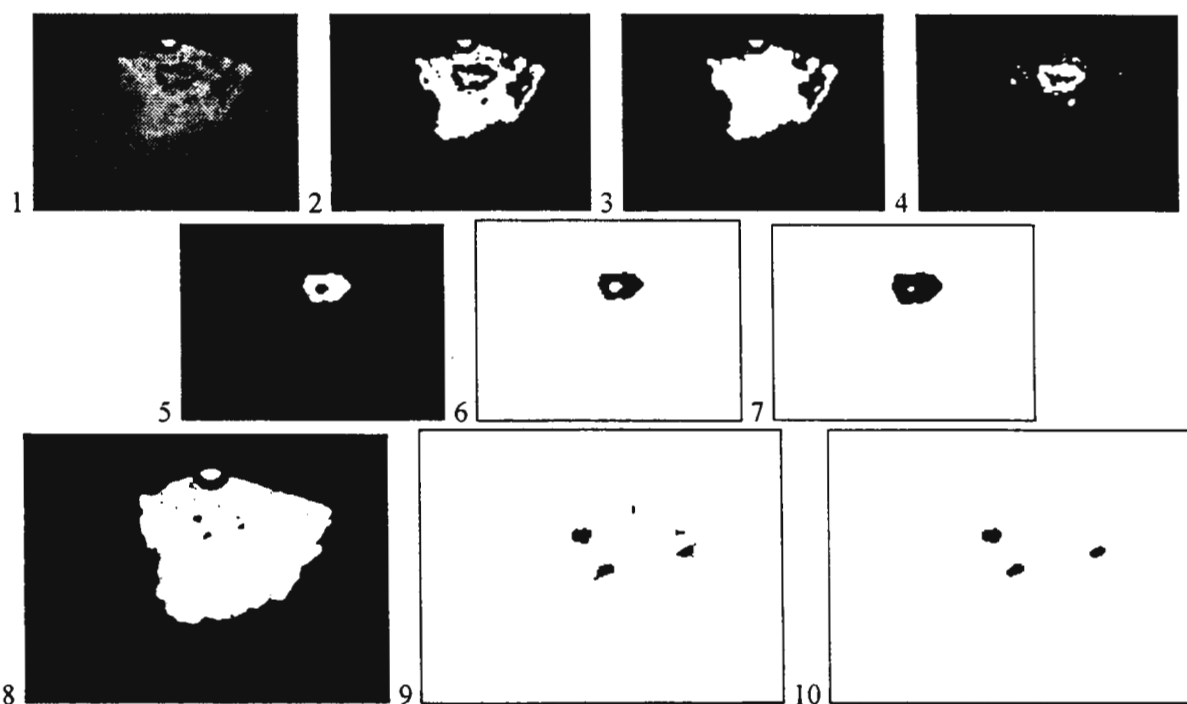


Figure 88: Intermediate results of CNNA for follicle recognition: 1-input image, 2-result of thresholding 128×96 , 3-result of hole filling, 4-result of hole extraction, 5-result of low-pass filter, 6-result of inverting, 7-result of extruding by 1 pixel, 8-result of thresholding 384×288 , 9-result of AND operation, 10-result of low-pass filter.

4.3 Results

We have analyzed the same 45 ultrasonic images as in the CA case. With the CNN approach the total number of recognized objects was 120, among which 106 were real follicles. This means that only 61 % of all follicles were

found, which is worse than in the CA case. But the confidence that what was found is really a follicle is 88 %, which is better than with the CA approach [12].

	Nr. of images	Total nr. of follicles	Recognized follicles	Nr. recognized objects	Correctly recognized	False recognized
Pat. 1	5	20	5	5	100 %	0 %
Pat. 2	4	11	6	7	86 %	14 %
Pat. 3	5	15	10	12	83 %	17 %
Pat. 4	8	17	11	14	79 %	21 %
Pat. 5	11	58	30	33	91 %	9 %
Pat. 6	12	52	44	49	90 %	10 %
	45	173	106	120	88 %	12 %

Table 2: Results of follicle recognition using the CNN on the same 45 ultrasonic images as in the CA case.

5. Conclusion

In this paper, we described three different approaches to the analysis and recognition of ultrasound images of women's ovaries. The main goal was to back the gynaecologists in their tedious readings of a huge number of routine recordings with help of a computer. As revealed, the methods proposed by us are one based on conventional image-processing techniques and two on the theory of cellular automata and neural networks, respectively. All three approaches are capable of detecting at least the dominant follicles with rather satisfactory sensitivity.

The follicle detection outcomes for the conventional approach based on edge detection and histograms were around 87 %, while a

combination of cellular automata and neural networks exceeded 90 % and, at the same time, decreased the false rate below 12 %. Computational complexity of the proposed algorithms is considerably high, although with today's computer performance processing can be completed in some minutes. This is, however, already suitable for the needs of physicians' routine work in the human reproductive departments, which was primarily expected. Further improvements are foreseen by implementation of an analysis based on a sequence of images instead of only on a single static image, which will be one of the research alternatives in our laboratory in near future.

References

- [1] M.A. Gore, P. L. Nayidu, V. Vlaskovljovic, N. Thomas, "Prediction of ovarian cycle outcome by follicular characteristics, stage 1", *Human reproduction*, vol. 10, 1995, pp. 2313-2319.
- [2] M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, *Image processing, analysis and machine vision*. London: Chapman and Hall, 1994.
- [3] B. Jahne, *Digital image processing*. Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- [4] J.C. Russ, *The image processing handbook*. London: CRC Press, 1995.
- [5] J. I. Koo, S.B. Park, "Speckle reduction with edge preservation in medical ultrasonic images using a homogeneous region growing mean filter (HRCMF)", *Ultrasonic imaging*, vol. 13, 1994, pp. 211-237.
- [6] M.J. Quinn, *Parallel computing*. New York: McGraw-Hill, 1994.
- [7] T. Toffoli, N. Margolis, *Cellular automata machines: A new environment for modeling*. Massachusetts: The MIT Press, USA, 1987.
- [8] J. Weimar, *Simulation with cellular automata*. <http://www.tu-bs.de/institute/WIR/weimar/ZAscript/>

- [9] C. A. Poynton, "Gamma and it's Disguises: The Nonlinear Mappings of Luminance in Perception, CRTs, Film and Video", *SMPTE Journal*, December 1993, pp. 1099-1108.
- [10] B. Viher, A. Dobnikar, D. Zazula, "Improved Cellular Automaton for Follicle Recognition in Ultrasonic Images", *Proceedings of 10th Scandinavian Conference on Image Analysis*, June 1997, Lappeenranta, Finland, Vol. II, pp. 677-683.
- [11] B. Viher, *Recognition of Ultrasonic Images Using The Cellular Automata and Neural Networks*, Masters Thesis. Maribor: Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Slovenia, April 1998.
- [12] L. O. Chua, T. Roska, "The CNN Paradigm", *IEEE Transactions on Circuits and Systems - I: Fundamental Theory and Applications*, Vol. 40, March 1993, 147-156.
- [13] H. Harrer, J. A. Nossek, "Discrete-Time Cellular Neural Networks", *International Journal of Circuit Theory and Applications*, Vol. 20, September 1992, 435-467.
- [14] B. Potočnik, *Application of segmentation for medical image analysis*, Masters Thesis. Maribor: Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Slovenia, March 1998.

KÓRHÁZI INFORMÁCIÓS RENDSZEREK

Előadás címe: HospNET technológia Előadó: Dr. Takács István

HospNET történelem

(1986-91)

- 1986 - Szoftverfejlesztés (export)
- 1988 - Első rendszer bevezetése (DOTE III. sz. Belgyógyászati Klinika)
- 1989 - Elektromos kommunikáció beindítása
- 1990 - RAIMA DataManager adatbázis kezelő alkalmazása
- 1991 - Vonalkód rendszer bevezetése

(1992-93)

- 1992 - RT alapítása
- 1993 - gazdasági rendszer bevezetése
- 1993 - AS 400 - Adelia (case rendszer - 4. Generációs nyelv)

(1994)

- 1994 - Flexum-Holding RT.
 - 40 M Ft jegyzett tőke
 - 250 M Ft össz cégtőke
 - Évi közel 1 MD Ft árbevétel

☞ Több mint 100 fő alkalmazott

(1994-97)

- 1994 - Pécsi Honvéd Kórház - Teljes integrált orvosi informatika beindítása
- 1996 - PowerBuilder fejlesztőeszköz
S-Designer tervező, elemző eszközök
- 1996 - Modernes háziorvosi kapcsolat beindítása
- 1997 - ISDN alkalmazás virtuális hálózatok
- 1997 - MedLand részvényvásárlás

(1997)

- A HospNET Kft. megalakítása
30 M Ft jegyzett tőke

HospNET termékek

- Orvos szakmai modulok
- Diagnosztikus és terápiás modulok
- Gazdasági modulok
- Kontrolling rendszer
- Minőségbiztosítási rendszer (ISO 9001)
- Kommunikáció
- Internet és Intranet

4025 Debrecen, Hatvan u. 58.
T: 36 52 500-432
Fax: 36 52 500-430
E-mail: hospnet@flexum.hu

7524 Pécs, Szigeti út 89.
T: 36 72 512-630
Fax: 36 72 512-632
E-mail: ctPecs@mail.datanet.hu

HospNET filozófia

A HospNET nem csak az egészségügyben használható programcsomagok együttese. A HospNET egy az egészségügyi intézmények munkájába szervesen integrálódó, azok elsődleges, gyógyító tevékenységét segítő egészségügyi információs technológia.

- Integrált rendszerek
(Kapcsolódó önálló elemek)
- Technológia
(Komplex megoldások)
- Kommunikáció
(Elektronikus kommunikáció)
- Az orvos rendszere
- Testre szabott
- Papír nélküli munkahely
- Teljes körű szolgáltatás
- Integrált adatszolgáltatás
- Ráépülő döntések
- Modern technikákkal, technológiákkal támogatott rendszer
- Szabványok használata

HospNET Simplex

- Rendkívül kedvező, tartósbérleti konstrukció
- Az ellátási szokásokhoz illeszkedő, egyszerűen bevezethető megoldás
- HP eszközök, szolgáltatások
- HospNET ambuláns szoftver
- Adaptáció, beavatkozás panelek
- Bevezetés, üzemeltetés
- Havi jelentések elkészítése, elemzések

HospNET 4GL fejlesztés

- 4. Generációs nyelv
- PowerBuilder fejlesztőeszköz
- S-Designer tervező, elemző eszközök

Korszerű technológiák az SMS vezetői információs rendszerében

Kozma Elemér

SMS Magyarország Egészségügyi Információs Rendszerek Kft. Budapest
Elemér.kozma@smed.com

Abstract

Az SMS CLINICOM[®]PLUSZ integrált kórházi információs rendszer kiemelt területe a vezetői információk előállításáa. Információ technológiai megoldásában a három rétegű kliens szervert architektúrára épül. A tranzakciós adatbázisokból – beteg adatbázis, központi háttérrel szolgáltató osztályok klinikai és gazdasági adatbázisai – meghatározott tartalmú adatokat gyűjt, vesz át az előfeldolgozott adatokat tartalmazó információs adatbázisba. Adatintegrálást végez a kórházi és külső adatbázisok között, s megfelelő hozzáférési jogosultsággal lehetőséget ad különböző adattáblák felleltésére és grafikus megjelenítésére.

A UNIX, VMS vagy MS Windows NT CLINICOM környezetben listák, statisztikák készíthetők. Ez egészül ki a MS SQL-szerver, MS Office Access, Excel és Oracle Express (On-Line Analytical Processing, OLAP) technika alkalmazásával.

1. Bevezetés

A kórházak stratégiai céljai, kritikus sikertényezői között általában a bevételek növelése, a költségek csökkentése, a produktivitás fokozása, a betegellátás minőségének javítása, a betegelégedettség növelése áll.

A betegellátás produktivitása növelhető a beteg előjegyzés fokozásával, a belső kommunikáció javításával, az adminisztráció csökkentésével, az ügyviteli folyamatok átszervezésével, vagy szakmai protokollok alkalmazásával. A bevételek növelése az optimális struktúrára, kapacitásra kötött OEP szerződés elérésével, a HBCS súlyszámok mentésével, a WHO pontok teljes körű jelentésével, illetve a kórház egyéb bevételeinek növelésével érhető el. A költségek visszafogását létszám optimalizálással, betegre szóló gyógyszer elszámolással, ápolási idő csökkentésével, a központi szolgáltatók – műtők, diagnosztikák - kiadásainak monitorozásával igyekeznek a kórházak elérni. Mindezek nem valósíthatók meg integrált informatikai rendszer, illetve azon belül a döntés-előkészítő vezetői információkat szolgáltató vezetői információs rendszer használata nélkül.

2. Klinikai Kontrolling

Az CLINICOM[®] fekvőbeteg dokumentációs rendszere alapvetően on-line adatbevitelre épül. Elvárja, hogy a klinikai információk keletkezésével egyidejűleg rögzítésre kerüljenek a diagnózis adatok, a beavatkozás elvégzés napján megtörténjen annak kódolása is. Ez lehetővé teszi a rendszerbe illesztett GYÓGYINFOK "alpha HBCS besoroló" folyamatos alkalmazását, a még bent fekvő, aktív illetve az elbocsátott betegek eseteire egyaránt.

A tetszőleges kontextusban – kórház, osztály, részleg, beteg szinten - listázott HBCS adatok elemzésével, a nyújtott szolgáltatások, illetve azok önköltség összetevőinek ismeretében folyamatos klinikai kontrolling végezhető. A HBCS ismeretében végzett betegellátás egyben lehetővé teszi a normatív napon túl krónikus osztályra történő áthelyezés kezdeményezését. Egy adott HBCS tetszőleges időszakban ellátott betegeiből esetgyűjtemény készíthető, illetve az ápolások során elvégzett szolgáltatások összesíthetők, mely a kórház adott HBCS-re vonatkozó osztályos, vagy intézeti szakmai protokollját jeleníti meg. Mindezek csak hatékony informatikai támogatás, korszerű eszközök birtokában valósíthatók meg.

3. A kórházi informatikai igény

A kórház alapfunkciója a betegek gyógyító ellátása. A BETEG szempontjából legfontosabb igény, hogy az adott beteg kórelőzmény adata akkor és ott legyen megjeleníthető, amikor az orvos-beteg találkozás létrejön.

A produktivitást jelentősen fokozza a kommunikáció, az on-line vizsgálat, konzílium, terápia kérés, illetve lelet visszaküldés, hisz ezzel idő, vizsgálat ismétlés, költség takarítható meg. A havi teljesítmény jelentés nélkülözhetetlen mellékterméke egy integrált betegdokumentációs informatikai rendszernek, de adattartalmának elemzése vezetői információkat nyújthat.

A kontrolling a kórházi menedzsment irányítási munkájának egyik fő döntés-előkészítő eszköze, információs rendszer nélkül igen nehezen működtethető.

A tervezés, folyamatos valid tényadatgyűjtés, terv/tény elemzés, fedezetkalkuláció csak informatikai rendszerrel valósítható meg.

A minőségbiztosítás indikátorainak folyamatos monitorozása, vagy a szakmai protokollra alapozott betegellátás csak informatika alkalmazásával érhető el.

Az elmúlt évek informatikai eredményei között szerepel számos új diagnosztikai eljárás szoftverének megjelenése. A kórházi informatika fejlesztését jelentős mértékben elősegítette a HCSB elvű finanszírozás, illetve jelenleg a tételes járóbeteg adatgyűjtés és elszámolás bevezetése.

Az egészségügyi adatvédelmi törvény előtérbe helyezte a jogosultságok szabályozását, a napi tranzakciók rögzítését végző személyek azonosítását biztosító, naplózásra képes információs rendszerek alkalmazásának bevezetését, elterjesztését. Fenti szempontokat is figyelembe veszi a Világbank által is támogatott KTI program indulása.

Míndezen okok miatt a kórházakban folyamatosan és egyre jobban erősödik az igény a hatékonyan működő Vezetői Információs Rendszer (VIR) iránt.

4. Vezetői Információs Rendszer

A vezetői információs rendszer legfontosabb ismérvei, hogy kinek szól, mit mond, és milyen formában teszi azt. Vezető minden döntéshozó, legyen az igazgató, főorvos, vagy főnővér. Az információ egy minősített adat, de csak annak, akinek az értékes, az igény pillanatában, az éppen szükséges és azonnal értelmezhető formában.

A vezetői információs rendszer egy tervezett folyamat, ahol pontosan definiált, hogy ki, mit, kitől kap, kinek mit ad, milyen formában, milyen gyakorisággal, s ki minősíti, értékeli, elemzi az adatokat.

A kórház számos adattárral, azokban óriási adathalmazokkal rendelkezik. A korábbi papír alapú dokumentum tárolók – kórlaptár, kartonozó – mellett egyre több elektronikusan tárolt adat gyűlik. Azonban ezek minimális hányadából keletkezik kórházi információ.

A CLINICOM®PLUSZ integrált kórházi információs rendszerben biztosított a vezetői információk előállítását. Információ technológiai megoldásában a három rétegű kliens szerver architektúrára épül. A tranzakciós adatbázisaiban – beteg adatbázis, központi háttérrel szolgáltató osztályok klinikai és gazdasági adatbázisai – naponta folyamatosan gyűlnek a betegellátással kapcsolatos adatok. A vezetői információs rendszere ezekből meghatározott gyakorisággal és tartalommal adatokat gyűjt, vesz át az előfeldolgozott adatokat tartalmazó információs adatbázisba. Adatintegrálás révén képes kapcsolatot teremteni belső kórházi és külső adatbázisok között, s

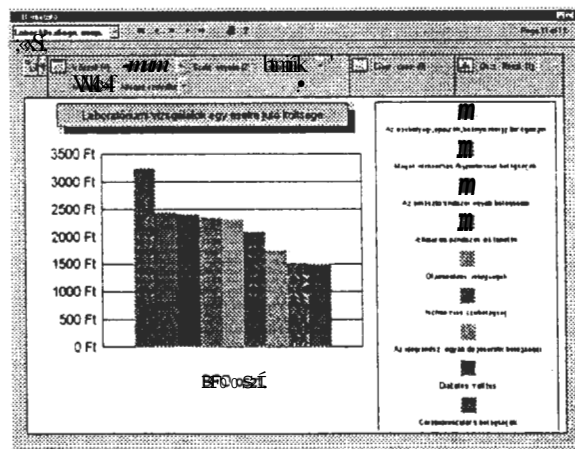
megfelelő hozzáférési jogosultsággal lehetőséget ad különböző adattáblák felépítésére és grafikus megjelenítésére.

A UNIX, VMS vagy MS Windows NT CLINICOM környezetben listák, statisztikák készíthetők.

Ez egészül ki a MS SQL-szerver, MS Office Access, Excel és Oracle Express (On-Line Analytical Processing, OLAP) technika alkalmazásával. Egy táblázatos és egy grafikus megjelenítést mutat a következő két ábra.

	SMS Mt.	1. BEL. OSZT.	2. BEL. OSZT.	3. BEL. OSZT.	3. SZ. OSZT.	200-CA OSZT.	200-PA OSZT.	ALTA OSZT.
0. NYELV ÉS CSOPORTOK BESZÉLŐI	18	11	11	9	7	8	3	1
0.1. Szociológiai diagnosztika	5	11	2	9	1	8	3	1
0.2. Általános orvoslás	5	10	2	5	9	10	3	1
0.3. Szociológiai és egyéb diagnosztika	18	5	9	12	8	8	10	3
0.4. Más betegcsoportok	18	5	7	12	7	12	7	3
0.5. Más betegcsoportok	5	10	2	3	7	7	3	1
0.6. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	5	15	10	8	8	7	7	1
0.7. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	5	15	10	8	8	7	7	1
0.8. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	15	14	12	9	7	7	13	3
0.9. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	11	5	2	2	2	2	14	3
0.10. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	4	4	11	2	2	2	7	1
0.11. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	5	12	8	4	7	7	3	1
0.12. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	12	12	6	8	10	10	7	15
0.13. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	7	11	5	8	8	10	7	1
0.14. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	18	20	13	16	8	8	3	1
0.15. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	20	7	8	13	16	8	3	1
0.16. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	5	18	8	9	9	9	3	1
0.17. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	7	5	8	1	4	4	7	1
0.18. Vezetői információk és nyelvi diagnosztika	13	12	8	1	4	4	7	1

1. ábra Átlagos állapotási napok diagnózis csoportonként, osztályonként – táblázatos megjelenítéssel.



2. ábra Laboratóriumi vizsgálatok egy esetre jutó költsége diagnózis csoportonként, Betegfelvételi osztály

A multi-dimenziós adatbázis kezelési technika olyan eszközt ad a vezetők kezébe, melynek használatával előre tervezett információk állíthatók elő, jeleníthetők meg képernyőn táblázatosan, vagy grafikusan. Az információs adatbázisban tárolt valamennyi adat ad-hoc megfogalmazott vezetői igények szerint on-line elemezhető.

Levelezési cím:

SMS Magyarország Kft. 1146. Budapest, Hungária krt. 162.

**INTELLIGENS MÉRŐRENDSZEREK,
JELFELDOLGOZÁSI TECHNIKÁK**

Járás, futásvizsgálatok hazai lehetőségei a Magyar Testnevelési Egyetem és a BME keretein belül

Dr.Kocsis László, docens¹ Szilágyi Tibor, laborvezető² ¹BME Műszaki Mechanikai Tanszék
²Magyar Testnevelési Egyetem, Biomechanikai Tsz.
Kocsis@mm.bme.hu, Szilagyi@samuel.hupe.hu,

Abstract

EZ a tutorial röviden összefoglalja a járás és futásvizsgálatok célját, alkalmazási területeit és ismerteti a nemzetközileg használatos eljárásokat, szoftvereket. Ismertette a hazai lehetőségeket, példán mutatja be egy júnásvizsgálat eredményeit.

1. Bevezetés

Az utóbbi években a biomechanikai kutatások a világ minden területén előtérbe kerültek. Számos, jól felszerelt laboratórium segíti a kutatást, a klinikai gyakorlatot, a rehabilitációt és a sport számos területét. Ezekben a központokban a határterület ismert szakemberei dolgoznak együtt, gépészmérnökök, villamosmérnökök, orvosok, sport szakemberek stb., hiszen a kutatások irányítását csak megfelelő ismeretekkel rendelkező csapatok képesek hatékonyan végezni. Legtöbbször ezek a laboratóriumok egy-egy kórház (egészségügyi intézmény) vagy egyetem keretein belül alakultak ki. Amerikában, Kanadában igen sok, ma már specializálódott központ dolgozik. Kialakultak a széles körben alkalmazott mozgásvizsgálati eljárások és jelentős adatbankok is rendelkezésre állnak az összehasonlításra. Európában – a teljesség igénye nélkül – Olaszországban, Németországban és Franciaországban vannak jelentős biomechanikai központok. Szeretném még megemlíteni Hatze (Bécs), valamint a lengyel (Varsó) és az orosz kollégák munkásságát is.

2. Járás- és futásvizsgálatok (Gait analysis)

Ezek a vizsgálatok az emberi mozgás mennyiségi mérését és értékelését foglalják magukba.

Nagyon sok területen felhasználják a vizsgálatok eredményeit:

- izomműzások, beidegzések vizsgálata
- mozgásdinamikai vizsgálatok - idegi szabályozás kérdései
- sportalkalmazások: teljesítménynövelés, sérülések elkerülése
- sportszer (cipő stb) hatásvizsgálatok, tervezések

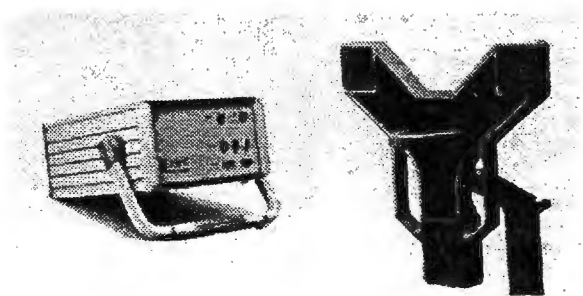
A klinikai mozgásanalízist használják többek között:

- a betegségek diagnosztizálására
- gyógyítás, rehabilitáció eredményességének mérésére, stb

A járásvizsgálatok adatgyűjtésére, összehasonlítására, mérési pontosságokra ill. a kialakított modell szempontjából számos rendszert fejlesztettek ki kutatási, sport ill. klinikai célokra.

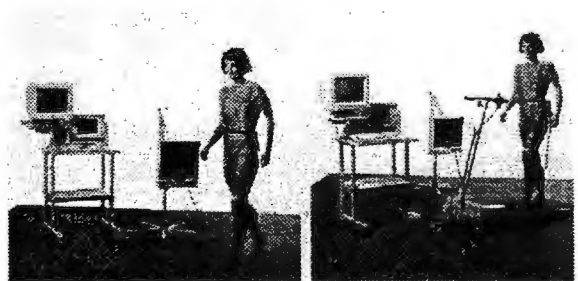
3. Nemzetközi szoftverek, rendszerek:

ZEBRIS (<http://www.zebriis.de>) egy ultrahang bázisú rendszert fejlesztett ki;

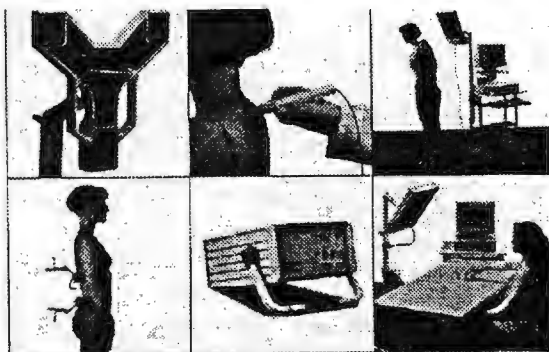


A rendszer a vizsgált személyre rögzített ultrahang adó jelét érzékeli 3 mikrofon segítségével és ez alapján számolja vissza a jeladó koordinátáit.

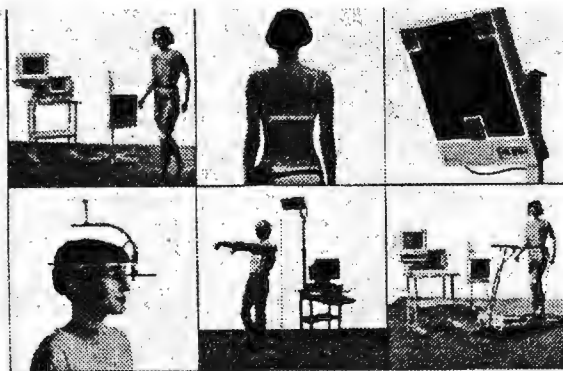
A rendszert 3D mozgásvizsgálatokhoz fejlesztették ki



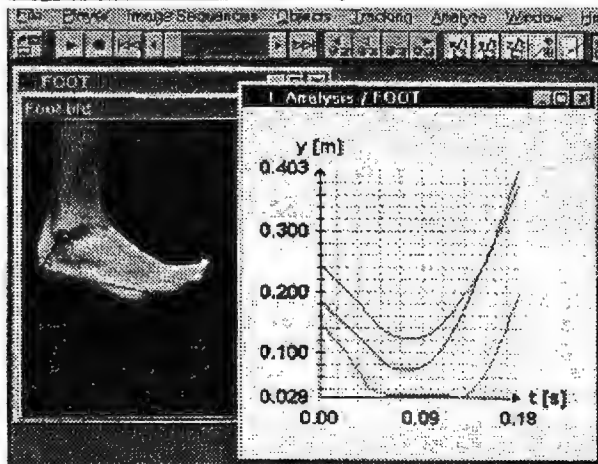
A rendszer a járásvizsgálatok mellett egyensúlyvizsgálatokra, gerincvizsgálatokra és EMG vizsgálatokra is alkalmas.



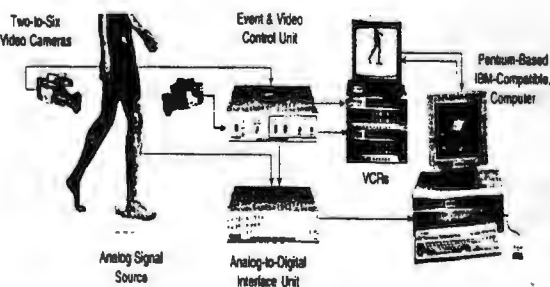
III. A további lehetőségek:



Egy másik mozgásanalizáló rendszert a **MIKROMAK** (<http://www.mikromak.com>) fejlesztette ki:

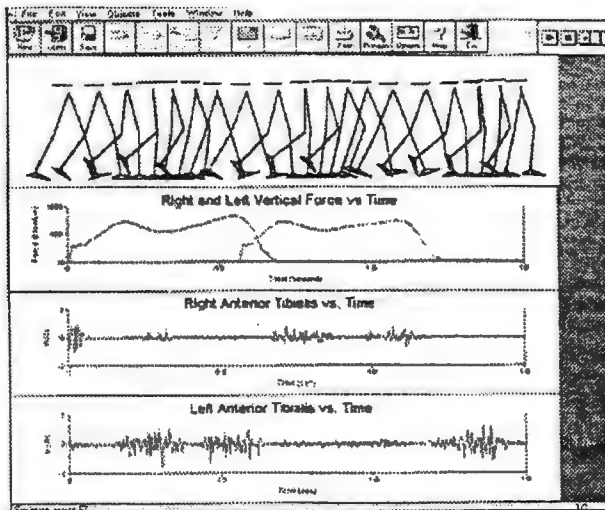


Hasonló professzionális rendszer a **PEAK** (<http://www.peakperform.com>) Motus rendszere:



PEAK MOTUS SYSTEM INTERACTION MODEL

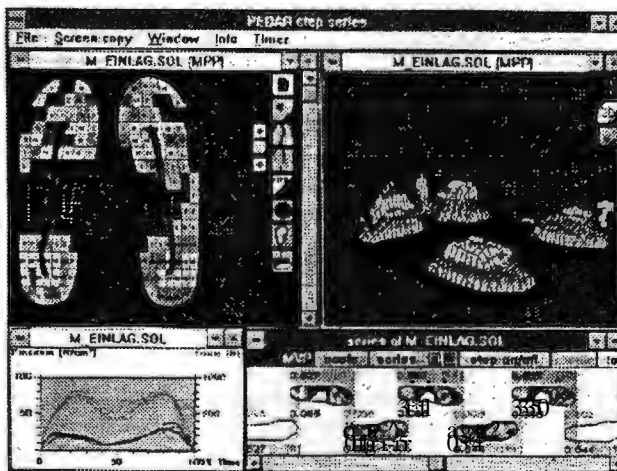
Megfelelő modulja segítségével a szokásos járásvizsgálatok végezhetők:



Lényegében hasonló a **SIMI Reality Motion systems** (<http://www.simmi.net>) is:



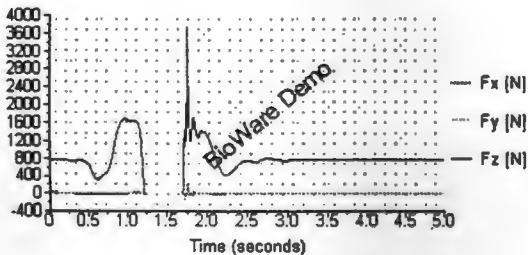
A talpnyomás vizsgálatára fejlesztette ki a **NOVEL** a **PEDAR** rendszerét: (<http://www.novel.de>)



Ez egy viszonylag egyszerű rendszer, amit a cipőbe kell helyezni és a vizsgált személyre felhelyezett adatgyűjtő rögzíti a mérés eredményeit

A járás során a reakcióerők eloszlása is fontos információ. Ennek rögzítésére a KISTLER (<http://www.kistler.ch/biomech>) fejlesztett ki egy online, igen korszerű berendezést:

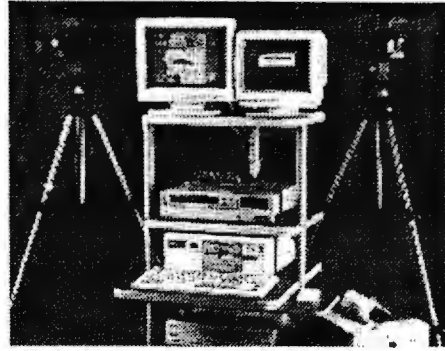
A tetszőleges paraméterekkel beállítható futópadon járó személy vizsgálatának eredményei 15 másodperccel a vizsgálat után már kiértékelve rendelkezésre állnak.



4. Hazai lehetőségek:

Egy-egy konkrét korábbi vizsgálatról eltekintve (pl csontvizsgálatok, felemás korlát törésvizsgálata, stb) hazánkban is a számítástechnikai lehetőségek fejlődésével egyidőben alakultak ki az első mozgásvizsgálatok (Barton, Szente), majd a 90-es évek elején a Magyar Testnevelési Egyetem pályázati keretéből szerzett be egy Selspot rendszert. Később követte ezt több olyan rendszer, amelyek lehetővé teszik korszerű térbeli mozgásvizsgálatok végzését is.

A Magyar Testnevelési Egyetemen rendelkezésre álló eszközök rövid ismertetése:



4.1. SELSPOT rendszer

Aktív infravörös markerek használatával PSD elven alapuló 3D kinematikai analízisre alkalmas. Rendelkezésre áll egy 16 csatornás A/D illesztési lehetőség, és egy real-time szoftver opció, melyek pillanatnyilag kiegészítő hardver és szoftver elemek hiányában nem használhatók ki.

4.2. APAS rendszer

Passzív markerek használatával videofeldolgozáson alapuló 3D kinematikai analízisre alkalmas. Rendelkezésre áll 32 csatornás A/D illesztési lehetőség, mely jelenleg 8 csatornán aktív EMG elektródák használatát támogatja. Egyéb források (erőplátók, hőmérséklet, nyomás, erő, sebesség, gyorsulásérzékelők stb.) is illeszthetők, ha a megfelelő hardverillesztéseket ki tudjuk alakítani.

4.3. NAC rendszer

Gyorsfordulatú filmfelvevő és elemző rendszer, mely 2D kinematikai feldolgozást tesz lehetővé.

4.4. Erő mérő platformok (Kistler rendszer)

Két, talajreakcióerő mérésre alkalmas mérőplátó, melyek jelen kiépítettségükben csak egymástól függetlenül alkalmasak erő-idő függvények 3D vizsgálatára. (F_x, F_y, F_z és M_t értékeket határoznak meg) Megfelelő hardver/szoftver kapcsolat és illesztés, valamint szoftver kiegészítés esetén lehetséges egyidejű mérések lebonyolítása és az erő támadáspontjának a meghatározása is.

4.5. Telematikus elektromiográf (NORAXON rendszer)

Nyolc megfelelően beállított analóg csatorna jeleinek vételére és feldolgozására alkalmas. Alapkiépítésben 4 EMG és 2 EEG csatornát kezelhet, de megoldható 8 EMG csatornás beállítás is. A rendszer jelenleg nem teljes, 16 csatornás változatra bővítése célszerű és több kutatási téma (izomműködések vizsgálata, koordináció elemzése, idegrendszeri sérültek mozgásának vizsgálata és rehabilitációja stb) szempontjából indokolt. A rendszer megfelelő hardver illesztés elkészítése esetén az APAS rendszerhez közvetlenül illeszthető.

4.6. MIS 1000 Izomstimulátor

A motoros ill az érzőrostok programozható villamos stimulálásával lehetővé teszi izomműködéssel, vezérléssel, idegrendszeri problémákkal kapcsolatos kutatások végzését, amennyiben sikerül az EMG rendszerhez való megfelelő hardver/ szoftver összeköttetés kialakítása

4.7. MULTICONT H rendszer

Univerzálisan programozható eszköz végtagi mozgások vizsgálatára (pl. flexió/extenzió szögének, szögsebességének, nyomatékának közvetlen mérésére). Alkalmas mozgásprogramok beállítására (pl. koncentrikus/excentrikus kontrakciós és izometriás, izokinetikuss, izotóniás igénybevételek), és összekapcsolható más számítógépes rendszerekkel is.

4.8. KINTREX rendszer

A rehabilitáció céljainak megfelelően programozható univerzális végtagi mozgató rendszer, tetszőlegesen beállítható ízületi szögtartományokban és terheléssel lehetővé teszi rehabilitációs mozgássorozatok előírását és a tevékenységgel járó tehelések vizsgálatát illetve dokumentálását.

4.9. PROXIMA szinkronizáló rendszer

Manuálisan beállítható hardver szinkronizáló rendszer, lehetővé teszi, hogy 6 indító csatorna 6 kimenetén keresztül tetszőleges kombinációban indítójeleket adjon ki. A beállítható tényezők: időzítések, késleltetések, feszültségintez, jelszélességek, az indító és az indított csatorna kiválasztása, stb.)

A BME területén is évek óta folynak biomechanikai vizsgálatok. Korábban anyagvizsgálatok (állati, emberi csont) ill. Protézisek anyagvizsgálatai kutatással egybekötve.

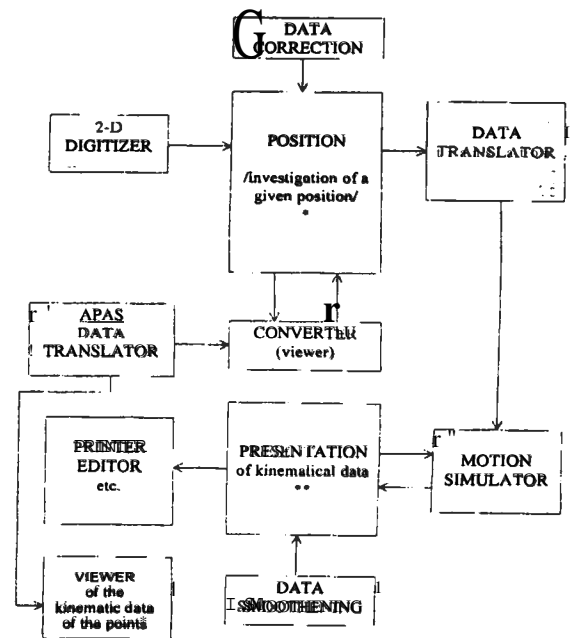
Komoly rezgésvizsgálatok végzésére is sor került főleg kéziszerszámok liatásvizsgálatai területén ill. Más kapcsolódó ergonómiai vizsgálatokat is végeztek.

Az elmúlt néliány év során a végeeselemes módszerek fejlődése lehetővé tette biomechanikai alkalmazások számításait is. Ilyenek voltak pl. koponyacsont vizsgálat, medence csontozat törésvizsgálat, combcsont és protézisvizsgálatok (amelyek területén több más hagyományos mechanikai vizsgálatokat is alkalmaztak – pl feszültségoptikai modellezés)

Egy egészen új OTKa kutatási téma pl. a POTE Fogorvostudományi Tanszékével az implantátumok csavarrögzítésének dinamikai és statikai vizsgálata.

Mozgásvizsgálatok a nyolcvanas évek végén kezdődtek. A Műszaki Mechanikai Tanszéken egy Moztás Analizáló Szoftvercsomag (MAS) került kifejlesztésre.

5. A MAS rendszer bővíltiagramja:



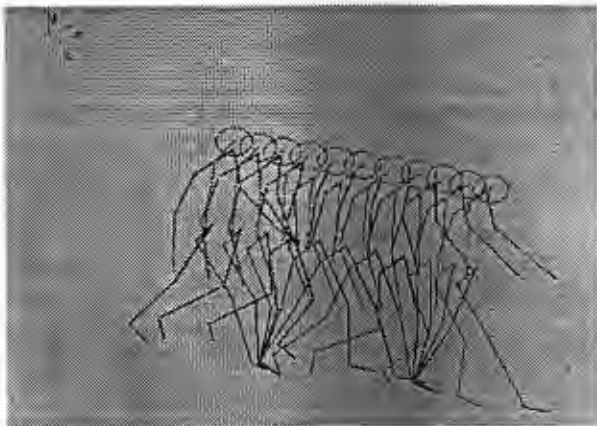
A rendszer segítségével az APAS által feldolgozott mérési adatok bármely személyi számítógépen megtekinthetők és tovább feldolgozhatók, analizálhatók. Ezáltal az APAS rendszer felhasználási lehetőségei jelentősen kibővülnek.

A villamosmérnöki Kar Mérés és Informatikai Tanszékén egy video bázisú mozgás analizáló rendszert (PRIMÁS) fejlesztettek ki, elsősorban robotkarok vizsgálata céljából. A rendszer igen nagy pontossággal képes a passzív markerek középpontjának meghatározására. A rendszer alkalmas állati és emberi mozgás, járás analizálására.

6. Rövid bemutató a mozgásvizsgálatok eredményeiről:

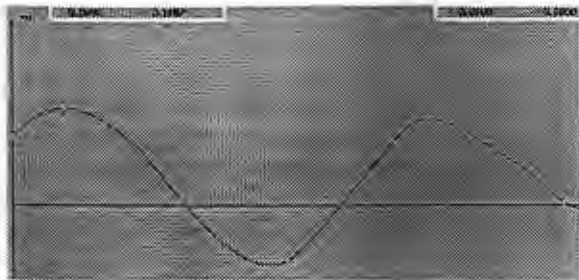
A sportolót 16 szegmensből álló testmodellel modelleztük, melynek leírásához 20 csomópont térbeli koordinátái időbeli változásának ismerete szükséges. Ezeket az adatokat a Magyar Testnevelési Egyetem Biomechanika Tanszékének APAS rendszerével határoztuk meg. Az adatok további feldolgozása és kiértékelése a BME Műszaki Mechanikai Tanszékén kifejlesztett MAS_{TEB} (Motion Analysis System) segítségével történt. Egyes diagramokat a Gaitlab rendszer szolgáltatta.

A mozgást az 1. ábra mutatja.



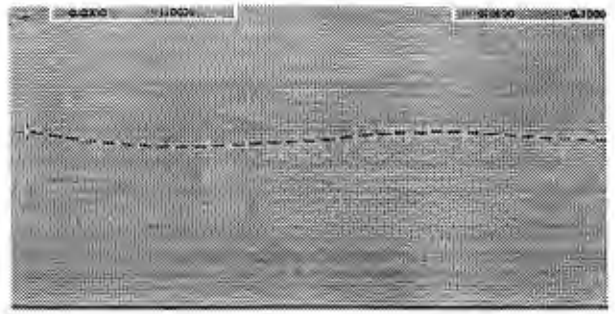
1. ábra (A járás fázisai "palcikafigurákkal" ábrázolva)

A súlypont sebességének függőleges irányú mozgása látható a 2. ábrán.



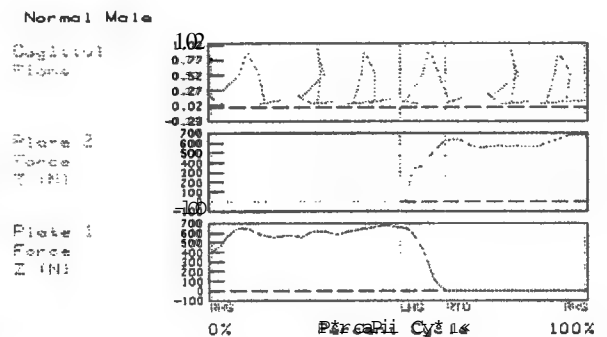
2. ábra (V_y)

A sebesség haladás irányú komponensének változását a 3. ábrán szemléltettük.



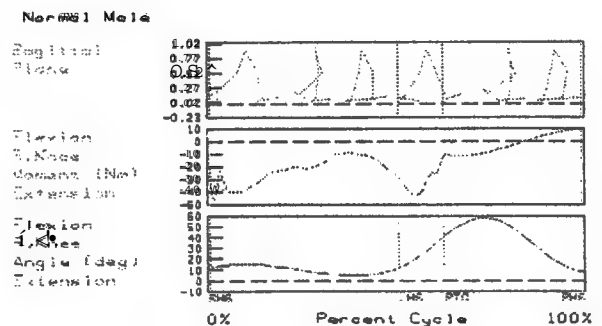
3. ábra (v_x)

Erőmérő cella eredményei alapján a lépés fázisait és a reakcióerők függőleges komponenseinek változását mutatja a 4. Ábra



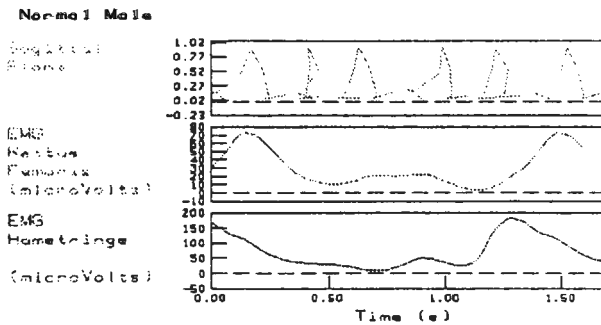
4. ábra

A kinetikai vizsgálatok eredményeként a jobb térd terhelő nyomaték értékének változását (lokális koordináta rendszerben), valamint a a térd szögváltozását a lépésciklus során követhetjük nyomon az 5. ábrán.



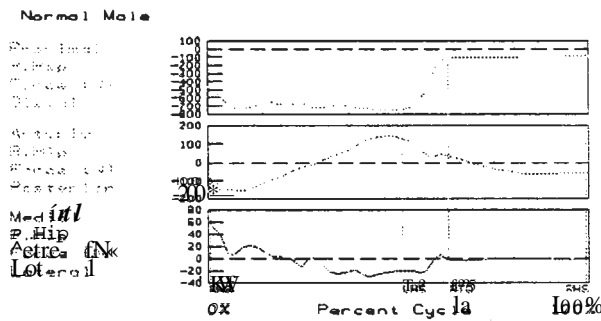
5. ábra

A 6. ábra két felhelyezett érzékelő EMG jelének változását mutatja a lépésciklus során. Az EMG jelek burkológörbéjét jelenítették meg.

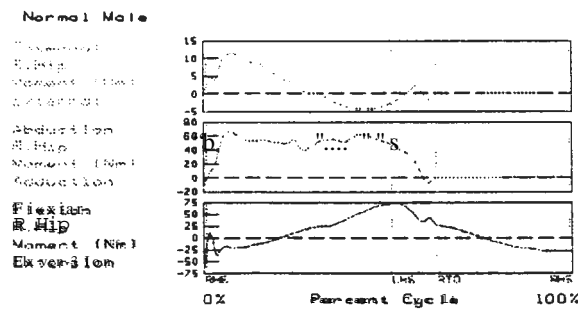


6. ábra

A 7. és 8. ábrák a jobb csípőizületet terhelő erő és nyomaték komponenseinek változását mutatják.

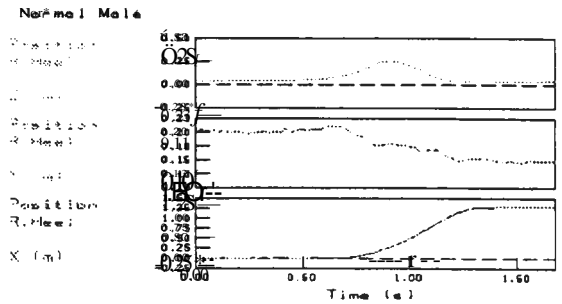


7. ábra



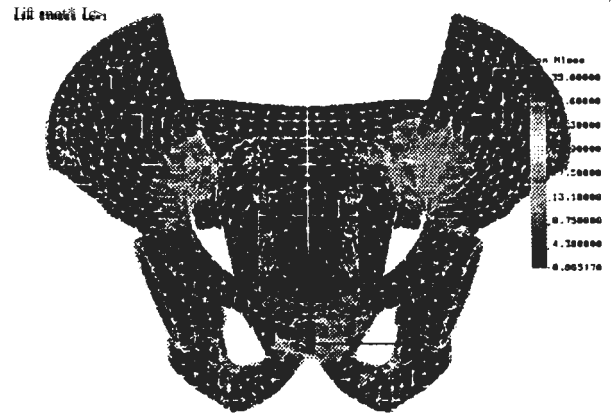
8. ábra

A 9. ábra a jobb sarokra felhelyezett marker helykoordinátáinak változását mutatja a lépésciklus alatt.



9. ábra

A kapott eredmények felhasználásával további ellenérzések is végezhetők, pl: szilárdsági, végeelemes számítások a csípő terhelésére vonatkozóan:



10. ábra (Vízszintes terhelés okozta feszültségeloszlás)

7. Összefoglalás

Mivel a hazai lehetőségek a műszerezettség vonatkozásában a nemzetközi lehetőségek közelében vannak, és mert az utóbbi időben egyre gyakrabban fogalmazódik meg az ilyen vizsgálatok végzése iránti igény, feltehető, hogy hasonló vizsgálatokat a közeljövőben mind nagyobb számban fognak alkalmazni. Ellíez azonban meg kell teremteni a vizsgálatok végzéséhez szükséges anyagi és személyi feltételeket is.

Patkányokon elhelyezett marker-elrendezések felismerése

Lóránt Zsolt¹, Gyöngy László², Jobbágy Ákos², Monos Emi³

• 1: Innomed Medical Rt.

2: Budapesti Műszaki Egyetem, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

3: Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Klinikai Kísérleti Kutató – II. Élettani Intézet
lorant.zsolt@innomed.hu

Abstract

A SOTE Klinikai Kísérleti Kutató - II. Élettani Intézetében évek óta kísérletek sorozatában vizsgálják patkányok keringési érrendszerének statikus terheléshez történő adaptációját.

A BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszéken meglévő PRÍMÁS precíziós mozgás-analízátorral vizsgáljuk a kísérleti patkányok mozgását. A vizsgálat során a patkányokra fülhagasztott kör alakú, passzív markerek követése, illetve a marker-elrendezések mintázata alapján tudjuk jellemezni az állatok mozgásmintázatát. A mozgásmintázat kiértékelése a kísérletek után több szinten történik.

Ebben a cikkben a markerek helyzetének meghatározására és az elrendezés-felismerésére általunk használt módszereket mutatjuk be.

1. Bevezetés

A SOTE Klinikai Kísérleti Kutató – II. Élettani Intézetében Dr. Monos Emil vezetésével élettani kísérletek sorozatában vizsgálják patkányok keringési rendszerének elváltozásait különleges életkörülmények között. [MCC89] A patkányokat ferde csövekben tartva hátsó végtagjaikban jelentősen megnövekszik a vénás vérnyomás, melynek hatása az erekre már néhány nap után megmutatkozik. [JGyMH95] A kísérlet távlati célja, hogy a vizsgálati eredmények segítségével képet kapjanak az erek túlterhelés hatására bekövetkező változásairól és következtetéseket vonhassanak le az emberi visszérbetegségekre vonatkozóan. Feltételezik, hogy az elváltozások az állat szervezetében magatartásbeli változásokat indukálnak. Az állatok magatartás vizsgálatát korábban csupán vizuális megfigyelés alapján értékelték, amelynek hibája, hogy objektivitása nem kielégítő.

A passzív marker bázisú mozgásanalízis [JGyF96] lehetővé teszi, hogy kontrollált laboratóriumi körülmények közötti objektív, megismételhető méréseket végezhessünk. A patkányokra különféle elrendezésben markereket ragasztanak, majd kamerákkal esetenként több napon keresztül rögzítik a markerek koordinátáit. A fő problémát olyan mérési elrendezés megtervezése jelenti, amely az utólagos adatfeldolgozást megkönnyíti. A tárolt adatoknak tartalmaznia kell elsősorban a patkány

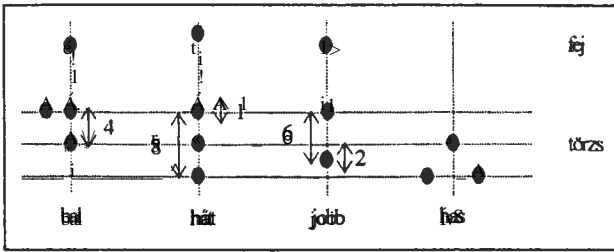
mozgását leíró paramétereket valamint egyéb, az orvosok számára fontos információkat.

Az eltárolt, az állatok mozgását tükröző marker koordináták feldolgozása három alapvető jelfeldolgozási szakaszt igényel. [JGyM96] Először a kapott markerek közül ki kell szűrni a lúbasakat, majd a megszűrt markereket azonosítani kell. Az azonosításhoz marker követést és egy szabályrendszert alkalmaztunk. Végül az azonosított markereket úgy kell analizálni, hogy az orvos számára a fontos információkat megkaphassuk.

2. Mérési összeállítás és előzetes adatfeldolgozás

A kísérletekben a patkányokat színjelzésekkel látják el, majd két csoportra osztják, és egyesével a speciális cső alakú ketrecekbe teszik. A két csoportot egy-egy kamera figyeli. A speciális csövek állatsző plexusból készültek, melyekben egy létra segíti a patkányok közlekedését. Az egyik csoport csöveit a vízszinteshez képest 45°-os szöggel megdőntik, míg a másik csoportét, a kontroll csoportét, vízszintesen hagyják. A patkányokat fejfelé felfelé teszik a csövekbe, melyben előre-liátra tudnak mozogni vagy a hossz tengelyük mentén forogni, de nem tudják a fej-lejt pozíciót felvenni. A patkányok 4-20 napig folyamatosan ezekben a csövekben tartózkodnak, kivéve naponta egyszer, a tisztogatás ideje alatt. A patkányok láthatóan gyorsan alkalmazkodnak az új környezetükhöz és nem mutatnak menekülési szándékot amikor visszahelyezik őket a csövekbe. A felvett táplálék és folyadék mennyiségű és lényeges súlyvesztés nem tapasztalható a patkányoknál.

A patkányokat a mérések előtt elaltatják, majd a szőrtüket leborotváltják és a csupasz bőrtükre ragasztják fel, egy „bőrbárát” ragasztóval, a passzív markereket. A patkányokon a kísérletek során eddig három különböző marker-elrendezést próbáltunk ki. A fejre mindannyik mérésnél három markert ragasztanak. Egyet az állat tarkójára és egyet-egyét két oldalon a profájára. A többször viszont különféle elrendezéseket alkalmaztunk az eddigi mérések során. Az 1. ábrán az egyik általunk használt elrendezés látható.



1. ábra A kísérletben használt marker-elrendezés a különböző oldalakon és a markerek közti távolságok

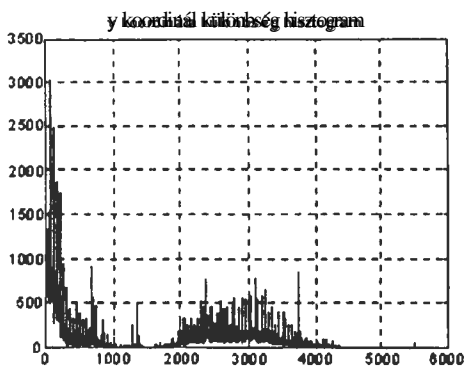
Az előzetes feldolgozás első lépéseként a marker adatokat szét kell válogatni az egyéb adatoktól, majd szortírozni kell aszerint, hogy melyik marker melyik patkányhoz tartozik.

Második lépésben a hibás, álmakereket kell kiszűrni a valódi markerek közül [Lór98]. Az álmakerek több forrásból származhatnak, ezért a felismerésük és eltüntetésük is többféle algoritmussal történik. [Thom97] Előfordul, hogy semmilyen döntési algoritmussal sem lehet egy álmakerről eldönteni, hogy valóban álmarker-e. Ilyenkor az álmarker bent marad a többi marker között és tovább nehezíti a későbbi feldolgozást.

Az adatok elsődleges szűrése után a marker pozíciók ismeretében az állat cső menti pozícióját, fej-törzs távolságát valamint a cső illetve az állat saját hossz tengelye menti elfordulását kívántuk meghatározni. Ennek megfelelően a fej-törzs markerek elkülönítésével, illetve az oldalhelyzetet mutató marker elrendezések felismerésével próbálkoztunk.

3. Fej-törzs markerek elkülönítése

A kutató orvosok feltételezik, hogy a ferde csőben tartózkodó patkány a fejét a hasa alá fogja hajtani azért, hogy az eltérő életkörülmény miatti vérnyomás csökkenést az agyban kompenzálja. Ezért kell vizsgálni a fej-törzs távolságot a patkányoknál.



2. ábra A markerek y tengely menti távolságainak histogramja

Az 2. ábrán a markerek y koordinátájának tipikus különbség histogramja látszik. A markerek közti

távolságok határozottan két részre bonthatóak. A 0-1000 közötti tartomány a test markerek közti távolságnak, a 2000-4000 közötti tartomány a fej- és a törzs-markerek közti távolságnak felel meg.

A különbség histogramokon jól látszik, hogy a fej-markereket könnyen el lehet különíteni a törzs-markerektől.

Sokszor előfordul, hogy a fej-marker eltűnik a képről. Ez a képkockák több, mint 30%-nál fordul elő. Ilyenkor a fej-markert valami eltakarja vagy a patkány elvesztette a fej-markerét.

Az eddigi mérések alapján nem lehet észrevenni a ferde csőben tartózkodó patkányoknál a fej-törzs távolság csökkenését.

4. A patkány oldalain található marker-elrendezés felismerése

A patkány oldalaira különböző elrendezésben ragasztottuk fel a markereket. Ezzel szeretnénk volna elérni, hogy a későbbi feldolgozás során az elrendezés alakzata szerint azonosíthatók legyenek a markerek és így az állat kamera felé forduló oldala is. A markerek elrendezés mintázata elég jelentősen, folytonosan változik a patkány testtartása, mozgása szerint. A változás okai a következők lehetnek:

- a patkány hosszanti tengelye mentén kinyújtózik vagy összegömbölyödik, összehúzódik,
- a hosszanti tengely mentén a törzse elcsavarodik,
- a test 2D-ös vetületi képéből adódó torzítás,
- a fentiek keverékei.

Az oldalfelismerést két különböző megközelítéssel próbáljuk megoldani. Az egyik módszer, hogy a markereket megpróbáljuk nyomon követni az előéletük alapján, majd a már ismert markerek szerint azonosítjuk az oldalt. A másik, hogy egy szabályrendszer segítségével megpróbáljuk a markereket azonosítani, majd a felismert markerek alapján állapítjuk meg, hogy melyik oldalát mutatja a kamera felé a patkány.

5. Marker követés

A marker követés elve az, hogy egyes képeken azonosítjuk a markereket, majd a program követi ezeket képről-képre. Előnye, hogy egy képkockánál eltűnő markert, ha egy-két képkocka múlva újra feltűnik, az előélete alapján azonosítani tud az algoritmus [Bod97],[Lór98]. Hátrány, hogy a felvételeken többször előfordul, hogy a patkányon hirtelen egyetlen egy marker sem látszik, majd egy-két képkocka után a markerek egyszerre vagy egyenként újra megjelennek. Ezekben az esetekben a követő algoritmus megakad, mivel a marker előélete alapján nem tud semmit mondani, sőt nem is szabad semmit mondania. Ilyenkor külső segítséggel, az operátornak kellenie újból azonosítani a markereket az algoritmus számára. De léteznek olyan felvételek is, melyeken magunk sem tudjuk azonosítani a markereket,

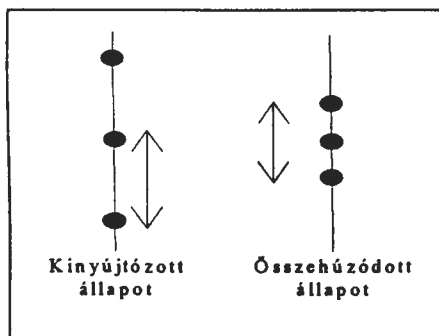
így az algoritmus számára sem tudjuk elvégezni a marker azonosítást.

Összegezve a követő algoritmus megakadásának gyakorisága miatti külső operátor bevonásának gyakorisága és a fel nem ismerhető alakzatok száma miatt, aliól az operátor sem tud dönteni és esetleg rossz markerekkel futtatja tovább az algoritmust, ez az ötlet így önmagában nem használható.

6. Marker-elrendezések azonosítása szabályrendszer segítségével

Az elrendezések felismerésének egy másik lehetséges megoldása egy olyan szabályrendszer kidolgozása és alkalmazása, ami képes figyelembe venni a patkány testtartásának változásából, mozgásából adódó marker-elrendezés változásokat. A szabályrendszernek tartalmaznia kell a markerek előfordulásának összes lehetséges kombinációját, ami alapján a markereket azonosítani lehet, ha kellő mennyiségű információ áll rendelkezésünkre. (Például több marker látható. Gyakran előfordul, hogy csak egy marker látható, ami alapján nem lehet az elrendezésben szereplő markereket azonosítani.) Ezzel az algoritmussal minden képkockát egymás után megvizsgálunk és a látott alakzatokat azonosítjuk. A felismert alakzat illetve markerek alapján már könnyű meghatározni az oldalt és a hely koordinátát. A feladat tehát a lehetőleg mindenre kiterjedő szabályrendszer felállítása. Az általunk megvalósított megoldás olyan szabályokon alapul, melyek a megadott marker-elrendezés szerint a markerek egymáshoz képesti helyzetét adja meg. Minden egyes markerhez képest meg tudjuk mondani, hogy egy másik marker a képen hol helyezkedik el. A szabályok segítségével két illetve több marker elhelyezkedése alapján be tudjuk azonosítani a markereket.

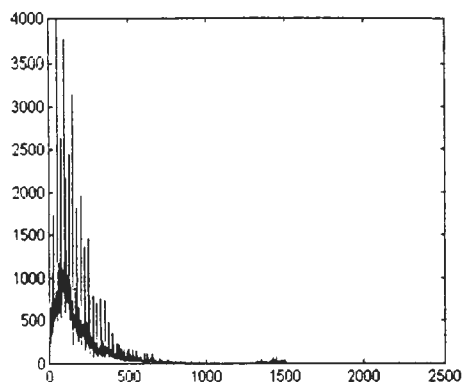
A testtartás (pl. kinyújtózás, törzs elcsavarodás) és a kis mozgás (pl. bőrmozgás, légzés) miatti marker pozíció bizonytalanságot úgy próbáltjuk áthidalni, hogy egy rögzített markerhez képest egy másikat nem egy adott koordinátán keresünk, hanem egy meghatározott pozícióban lévő területen. E miatt a szabályrendszer bizonytalansága megnő, mert lesznek átfedések a területek között. Sajnos ez nem küszöbölhető ki, mert például a patkány kinyújtózkodásakor az egymás feletti



3. ábra A testtartás miatt bekövetkező távolság változások a markerek között

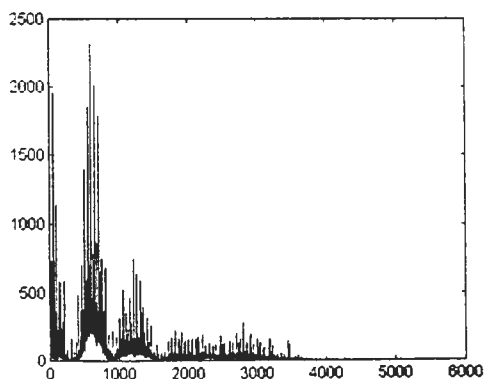
szomszédos markerek közti távolság nagyobb lehet, mint az összekuporodott patkányon két nem szomszédos egymás feletti marker távolsága. (3. ábra)

A szabályrendszer helyes működésének feltétele, a különböző marker-elrendezésben szereplő markerek közti távolságok minél pontosabb meghatározása. A következőekben az egyik általunk használt elrendezésben szereplő markerek tipikus távolság hisztogramjai láthatóak, még a hibaszűrés előtti adatok alapján. [Lór98] Énnél az elrendezésnél a következőképpen ragasztottuk fel a patkányokra a markereket: hármat raktunk a hátára, hármat a bal oldalára, kettőt a jobb oldalára és hármat a hasára.



4. ábra A matlecek közötti távolságainak hisztogramja

A 4. ábrán látható első tartomány (0-1000) két tartomány összemosódásából jött létre. Az egyik tartomány a megkettőződött markerekből [Lór98] adódik, a másik az azonos oldalon szereplő markerek közti távolságból. A második látható különálló tartomány (1200-1600), a szomszédos oldalakon szereplő markerek távolságából adódik.



5. ábra A matlecek közötti távolságainak hisztogramja

A 5. ábrán több jól elkülöníthető rész látható. Az első tartomány (0-300) a megkettőződött markerek miatt látható. A második (300-800) és a harmadik (800-1700) a törzsmarkerek távolságát jelenti, míg az

utolsó (1700-4500) tartomány a fejmarker törzstől való távolsága.

Az összerosódások miatt az x koordináta különbség hisztogramokat csak a zaj szűréséhez és az y koordináta különbségek támogatására lehet felhasználni. Az x koordináta menti összerosódás a hossz tengely körüli térbeni forgás síkra való vetítése miatt következik be. Míg az y koordináta menti összerosódás az állat hosszmenti változásai miatt történik.

Az marker-elrendezés szerint a törzsön ötféle távolságot kellene y koordináta különbség hisztogramoknál megkülönböztetni (Az 1. ábrán látható az öt különböző marker távolság. A számok a viszonyítási egységhez képesti méretet jelölik). Az elkészült hisztogramokon látszik, hogy az ötféle távolságot nem lehet megkülönböztetni, mert a távolságok összerosódnak a testtartás változásai miatt. Olyan nagy intervallumokban változhatnak a markerek közti távolságok, hogy azok átfedik egymást.

Ezekből következik, hogy hiba nélkül működő szabályrendszert nem lehet felállítani, mindig lesznek markerek, amiket sehova sem vagy csak rossz típusba tud besorolni az algoritmus. Már azt is sikernek tekinthetjük, ha legalább egy markert biztosan felismerünk.

Ez az eljárás jól használható azért is, mert ha az korábbi képek üresek, vagyis nincs információnk az előzményekről, akkor is képes markert felismerni, szemben a marker követő eljárással.

Módszerünk hátránya, hogy nem veszi figyelembe a markerek előéletét, minden képet úgy kezel, mintha az lenne az első képkocka.

7. A marker és az oldal felismerés hibái

A legkülönbözőbb hibáknak tudhatjuk be azt, hogy a markereket és így az oldalt gyakran nem sikerült felismerni:

- a marker-elrendezés torzulása;
- az oldal képek torzulása;
- a nem szerencsés marker-elrendezés választása;
- hiányzó markerek;
- az 1 Hz-es mintavétel;
- bőrrángás (remegés);
- az állat légzése.

8. Összefoglalás

A patkányokon elhelyezett marker-elrendezések felismerése nehéz feladat. A mérések és a feldolgozás során keletkező hibák mennyiségét a sikeresebb feldolgozás érdekében csökkenteni kell. A végső cél, hogy a marker-elrendezés segítségével az állatok viselkedését leíró jellemzőket találjunk. A későbbi mérésekhez egy „normális-átlag” viselkedés leírása szükséges, hogy ez alapján lehessen a kóros eltéréseket a továbbiakban észlelni – például a beteg állatok viselkedésében vagy gyógyszer hatás vizsgálat során

bekövetkező eltéréseknél. A mérések időtartama alatt az állatok viselkedésében mutatkozó, a környezethez való alkalmazkodás folyamatának vizsgálata. A kutatási eredményeket egyeztetni kellene az állatok viselkedésével foglalkozó szakértőkkel is.

9. Referenciák

- [MCC89] E. Monos, S.F. Contney, A.W. Cowley Jr: Effect of long-term tilt on mechanical and electrical properties of rat saphenous vein. Am. J. Physiol. 256, H1 185-1191, 1989
- [JGyMH95] Á. Jobbágy, L. Gyöngy, E. Monos, P. Harcos: Biomedical applications of a precision motion analysis system. Proc. of the 7th International IMKOTC-13 conference on Measurement in clinical medicine. Sept 1995. p. 401-403.
- [Jobb95] Á. Jobbágy: Passzív inarkerbázisú mozgásanalízis. Mérés és Automatika, 1995. 42/2
- [JGyM96] Á. Jobbágy, L. Gyöngy, E. Monos: Evaluating Movement Patterns of Rats - The Measurement Theoretical Point of View. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, June 1996, p. 101-105.
- [JGyF96] Á. Jobbágy, L. Gyöngy, E. Hans Furness: Biomedical applications of a High-Precision Passive Marker Based Motion Analyser. Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 34, Supplement 1, Part 1, 1996.
- [Thom97] Thomas Júlia: Markerek azonosítása és hiányzó trajektória szakaszok becslése, BME, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, TDK konferencia, 1997.
- [Bod97] Bodnár József: Fogorvosi célú mozgásanalízis, Diplomaterv, 1997.
- [Lör98] Lóránt Zsolt: A patkányok mozgásmintázatának parametrizálása, Diplomaterv, 1998.

Izomaktivitások és a mozgás kinematikai jellemzői közti kapcsolat dystoniás gyerekek végtag-mozgásakor

Laczkó József, Kozmann György, Herczegfalvi Ágnes

Magyar Testnevelési Egyetem, Veszprémi Egyetem, Heim Pál Gyermekkórház
Laczkó@sunserv.kfki.hu

Bevezetés

Kutatásaink az ízületek és izmok együttműködését vizsgálják egészséges és kóros akaratlagos karmozgások során. Más szóval az ízületi- és izomszinergiák tanulmányozása a cél. A szinergia egy szabály amely központi vezérlő paraméterek közötti kapcsolatot jelent és ez ízületi elfordulások, illetve az ízületek mozgató izmok aktivitása közötti kapcsolatokban tükröződik.

A szinergia a sokizületű rendszerek mozgásának vezérlését központi szintre emeli, tehát magasabb szintre mint ami a periférián külön-külön az egyedi ízületek és izmok mozgását jelenti. Az ízületek illetve az izmok együttműködésének a feladata egy testrésznek, pl. egy végtag stabilitásának és jól koordinált mozgásának a biztosítása.

Módszer

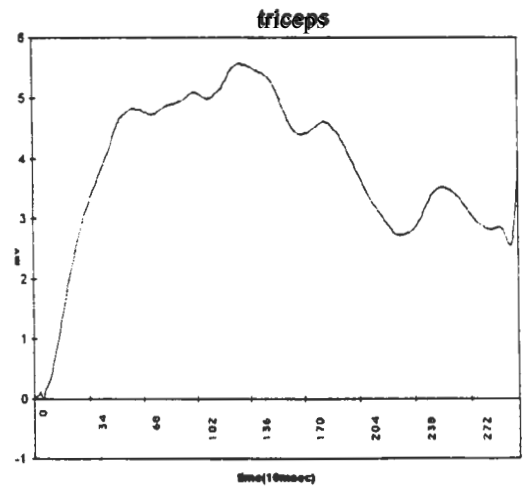
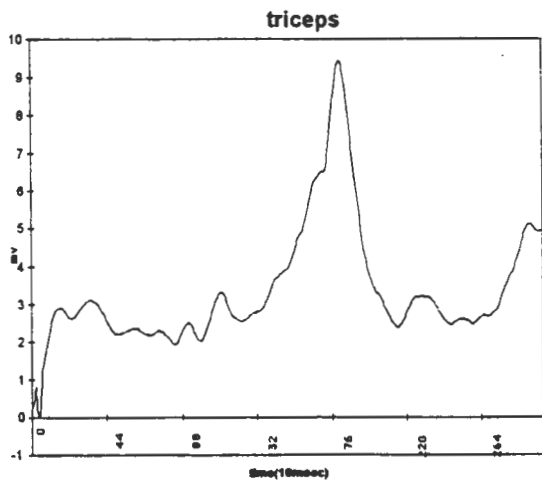
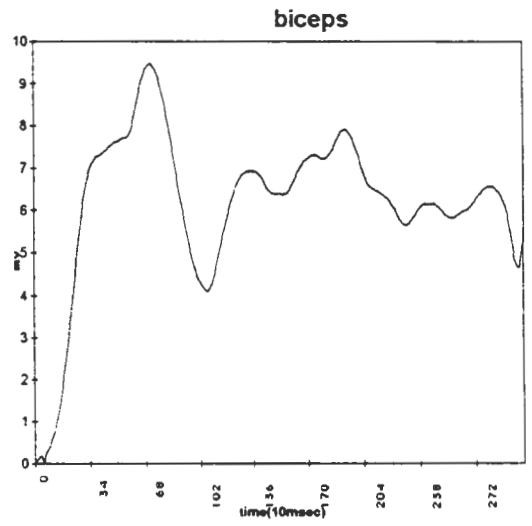
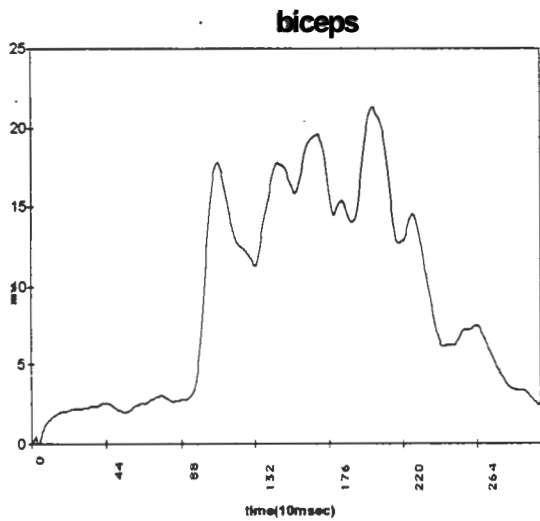
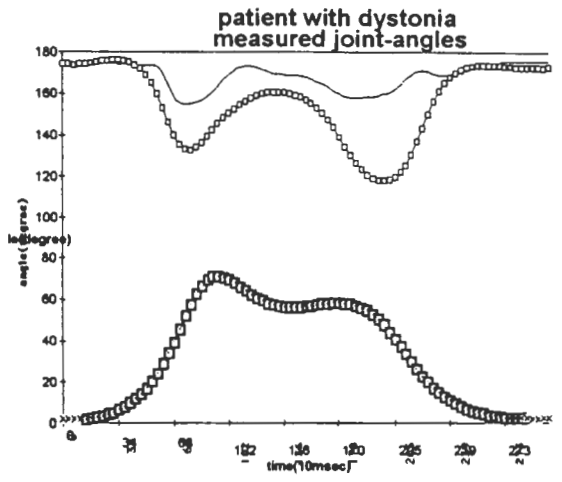
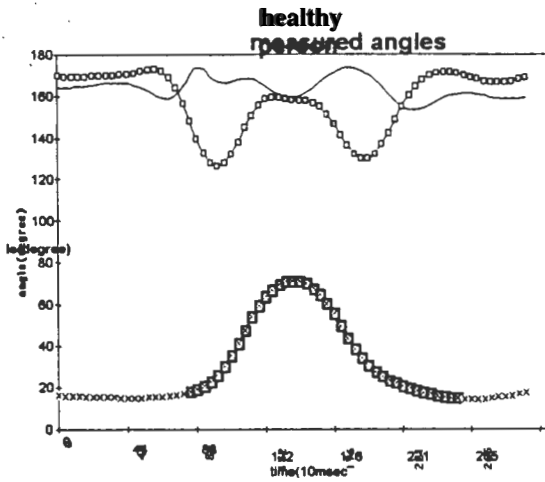
Egészséges emberek és különböző típusú mozgásrendellenességgel küzdő betegek akaratlagos karmozgásáról gyűjtött adatokat dolgoztunk fel. Ennek érdekében kísérleteket végeztünk a Magyar Testnevelési Egyetem Biomechanika laboratóriumában. A betegeket a Heim Pál Gyermekkórház neurológiai osztályán kezelték közül választottuk ki. A kísérletek alkalmával a kar anatómiailag jellemző pontjaira markereket helyeztünk, hogy a váll- a könyök- és a csukló-izület térbeli koordinátáinak változását mérhessük. A markerek koordinátáinak időbeli változását 2 kamerás APAS (Ariel Movement Performance System) rendszerrel mértük. A mért koordinátákból az ízületi hajlásszögek változását kiszámítottuk a váll-, könyök- és csukló- ízületben. A markerek mozgásának felvételével egyidőben mértük az ízületek mozgató izmok elektromos aktivitást. Az alábbi izmokról készültek elektromyográfiás felvételek: deltoideus caput anterior, supraspinatus, biceps, triceps, pronator teres, carpi rad. longus. A mérések alkalmával felületi elektródákat alkalmaztunk. A kinematikai és EMG jelek feldolgozását a Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek tanszékének segítségével végeztük.

Eredmények

A mért adatok feldolgozásakor az ízületi hajlásszögváltozások és az izomaktivitások egymáshoz viszonyított időzítését vizsgáltuk. Egészséges kísérleti alanyok esetén az izomaktivitások az ízületi szögváltozásokkal egyidőben voltak észlelhetők. A kar konfigurációja (amely a kar szegmenseinek hossza és az ízületi hajlásszögek által meghatározott) akkor kezd változni amikor az izmok elektromos aktivitása érzékelhető. Dystoniás gyerekeknél magas izomaktivitást figyeltünk meg mielőtt az ízületi hajlásszögek és így a végtag konfigurációja változni kezdett. Az ábrán egy törziós dystoniában szenvedő 19 éves és egy hasonló korú egészséges lány mozgásmintái láthatók.

Az EMG jelek megfigyeléséből arra következtettünk, hogy az ízületi hajlásszögváltozásoknak a küszöbértéke, amelynél az izmok erős elektromos aktivitást fejtenek ki, sokkal alacsonyabb a kóros esetekben. A kóros esetben az ízületek és izmok időbeli és térbeli együttműködése nem jól koordinált. A mozgás megkezdését megelőző izomaktivitás izometrikus kontrakcióra illetve emelkedett izomtónusra utalhat. A magas izomtónus patológiás rigiditást és spasticitást mutat amely neurológiai rendellenességek következménye lehet. A rigiditás olyan izomtónus változás, amely a feszítő és hajlító (agonista - antagonist) izmok passzív mozgással szembeni ellenállásából ered. A spasticitás úgy definiálható, mint az izomösszehúzóerő reflex sebesség-függő erősödése amelyhez az inak rágása járul. Ez a rágás az ízületi hajlásszögek változásának rágását befolyásolja. Közelműbeli kutatások rámutattak, hogy az egészséges karmozgások könnyedsége, simasága, az ízületi hajlásszögektől függő mennyiség minimalizálásával érheti el.

Az ízületi-hajlásszögváltozás mért mintáinak tanulmányozása hozzájárul a mozgás-koordinációs betegségek klasszifikációjához. Az izomaktivitások és az ízületi hajlásszögváltozások közötti késés kvantitatív jellemzésével pedig segíthetjük az izom-betegségek klasszifikációját és súlyosságuk megállapítását. A kidolgozott módszer segítségével az orvosi rehabilitáció folyamán kvantitatív módon nyomon követhető és jellemezhető a változás, a javulás mértéke.



Az ábra baloldalan egy torziós dystóniában szenvedő beteg, a jobboldalon pedig egy egészséges kísérleti személy ízületi hajlásszögváltozásai és két csuklóhajlító izom elektromos aktivitása látható. Az ízületi hajlásszögváltozások szabályos, sima és szimmetrikus mintát mutatnak az egészséges alanynál, de nem áll a betegről nyert adatokra.

An approach on recognition, separation and classification from ECG recordings

Sándor Miklós Szilágyi

Technical University of Budapest, Department of Control Engineering and Information Technology
sador @ seeger.iit.bme.hu

Abstract

The main task of this paper is a presentation of a new event classification method. After, that the first a pre-filtering is carried out, we can perform an ECG beat detector and classifier (QRS). After that an event recognition method is performed, which can extract the most important informations helping doctors to build up a quick and reliable diagnosis. Tested with MIT/BIH database, we obtain (ECG) beat detection rate above 99,85%, but the beat classification algorithm needs more development for both methods (parametrical and transformation).

The main result of this work is, that although in many cases the ECG signal contains in itself enough information to build up a diagnosis and the program can determine many useful information for the doctor, the developed algorithm is not able to realize by itself a safe diagnosis.

Keywords: ECG beat classification, wavelet transform, long-term prediction, on-line processing.

1. Introduction

Nowadays the performant digital ECG analyser systems (based on (ECG) beat detection [1] and classification algorithms) involving automatic rhythm analysis, classification and diagnosis must be able to evaluate the signal with maximum few seconds delay to recognize in time the potentially dangerous and life threatening arrhythmia.

The most important signal processing techniques are based on frequency analysis, template matching and parameter extraction. One major problem of these systems is the wild variation of the ECG waveforms of different patients and patient groups, which causes a permanent risk of inconsistency in performance. That is why in the clinical use the fully automated ECG analyser systems are not widely used. To avoid this problem, these systems use a wide training database. Unfortunately this approach suffers from several pitfalls:

- It is not possible to cover every ECG waveform;
- The classifier becomes quite complicated as the size of the training database grows (it is hard to develop, maintain and update);
- Practically it is impossible to learn on-line in normal clinical use, so if a specific type of beat is

not correctly recognized the system becomes more or less safetyless.

In this work we present a real-time adaptive algorithm, which is able to classify the ECG beats (QRS beats). In our consideration such an on-line, adaptive and self-learning method must be able to function without a large template bank. This means, that at the first time the algorithm needs only a basic (short) template bank and in time of usage a patient specific classifier is created without human supervision. For significant performance improvement, a maximum 2-5 minute manually supervised ECG record is needed.

This method is based on wavelet transform and long-time prediction. The wavelet-transform-based [1, 2] algorithm selects the optimal waveform [3, 4] and scale for ECG beat detection. The parameter extraction algorithm determines the optimal parameter sets for different types of waves.

2. Materials and methods

This algorithm was tested using the files of MIT-BIH arrhythmia database, sampled at 360 Hz with 11 bit resolution. For better performance evaluation we used one or two channels.

The following ECG processing algorithm is based on wavelet transform, adaptive long and short term prediction. It consists of the undermentioned steps (some of them may be conditional):

- Pre-filtering;
- Segmentation into R-R intervals;
- Build up or update the template bank for QRS beats;
- Perform optimal filter by using pattern database;
- Determine all possible characteristic point;
- Determine the values of the studied parameters;
- Complete the template bank for different waves (not QRS complexes);
- Adaptive smoothing of the optimally filtered data;
- Estimation and determination of the residual signal;
- Entropy coding.

Now only the first seven parts of the processing method is important for us.

A. Pre-filter

The main task of pre-filtering is to eliminate the noise caused by the electrical network, the rejection of the noise caused by bad contacts, motion or breath, and the logical evaluation of the filtered signal.

After the electric noise is eliminated, it is possible to estimate the signal. In our approach, because the studied signal has a non-linear behaviour, we define a non-linear adaptive estimation algorithm.

First of all we define a set S of basic functions.

$$S(X) = \left\{ \begin{array}{l} f_1(X) = X; f_2(X) = \frac{1}{N_2} X X^2; \\ f_3(X) = \frac{1}{N_3} X X (X \cdot q^{-1}) \\ f_4(X) = \frac{1}{N_4} \sqrt{X} f_3(X) = \frac{1}{N_4} e^{\alpha X}, \\ f_5(X) = \frac{1}{N_5} e^{\alpha(a \cdot X - b \cdot (X \cdot q^{-1}))}, \dots \dots \end{array} \right\}, \text{ where}$$

q^{-1} is one sample period long dead time, α , a and b are parameters (where $a^2 + b^2 = 1$) and N is a normalizing parameter. By evaluating the results we recognized that the adjacent beats are higher correlated than other ones, so we justified the introduction of the q^{-1} term in the basic non-linear function set. Now nr is the number of basic functions in the set S and s_k is a weight parameter among the functions. The estimated value will be

$$\bar{X}(n) = \sum_{k=0}^{nr-1} s_k \cdot \left(\sum_{i=-q}^q a_i f_{k+1}(X(n-i)) \right), \text{ where } a_0 = 0. \text{ After}$$

all basic functions are normed this way, the latent range for the function is equal with the X values range carrier.

Because of this, the relation $\sum_{k=0}^{nr-1} s_k = 1$ is fulfilled. To

determine the correct estimation parameters for a sample, we have to ensure minimal quadratic estimation error for

a period, so $E(n) = \sum_{j=-p}^p \left(\bar{X}(n+j) - X(n+j) \right)^2$ must be minimal.

In this way the estimation parameter set for $\bar{X}(n)$ determined by the iterative genetic method is $\bar{A}(n)$. To guarantee the smooth transition between different stages,

we define $\tilde{A}(n) = \sum_{l=1}^q c_l \bar{A}(n)$. The coefficients c_l are predetermined and have constant values during the evaluation of the signal.

B. Segmentation into R-R intervals

One of the best transformation algorithm for QRS wave detection uses wavelets. The selected mother wavelet is

$$\Psi(t) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2 \cdot \sigma}} \cdot \sin(\alpha \cdot t \cdot e^{-\beta |t|}), \text{ where } \alpha \text{ and } \beta \text{ is}$$

selected according to the highest frequency in the ideal (noise free) ECG signal and σ is the variance, used to modify the wavelets shape. The WT depends upon two parameters, scale s and position r . The dyadic wavelet is determined using a scale $s = 2^j$, where $j \in \mathbb{Z}$ and \mathbb{Z} is the integral set. The WT is

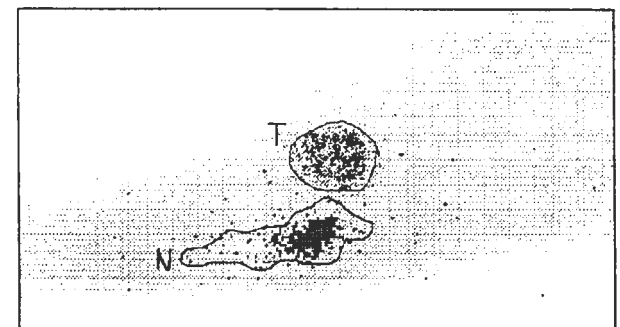
$$Wf(2^j \tau) = \frac{1}{2^j} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot \Psi^* \left(\frac{t-\tau}{2^j} \right) dt, \text{ where scale } s = 2^j.$$

Experiments reflect the higher performance over conventional wavelets. This is due to the special sine-exponential term, which can lead to more robust algorithms.

C. Build up or update the template bank for QRS beats

As the bulk of the signal's power is included in the above mentioned waves, a template collection is essential. While performing real-time analysis, when necessary, this bank should be modified. Although automated waveform classification based on a decision-tree algorithm could perform remarkable results, the new self-organising (SO) adaptive clustering based method has several advantages:

- It is not susceptible to variations of beat morphology and temporal characteristics;



- It can perform a real-time unsupervised learning;
- It needs much less amount of knowledge for the same performance.

Figure 1: The normal QRS beats, artifacts, abnormal beats and T waves plain representation.

Unfortunately the ECG stages cannot be clusterized in the traditional way, because the stages describe a curve in a multi-dimensional space. This figure illustrates the main clusters realized by the normal QRS beats (N) and T waves. This figure was calculated from MIT/BIH 105 registration (second lead).

To perform a higher separation performance, we should use a specialized parameter estimation method for every family of waves and wavetypes. Figure 1. show the efficiency of a normal and abnormal ECG beat classifier).

Perform optimal filter by using pattern database;

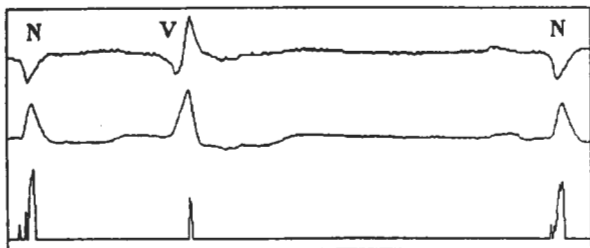


Figure 2.: The separation of normal QRS beats (N) from abnormal beats (in this case V) and artifact with a genetic algorithm based parametrical method.

It is clear, that the separation of the different types of abnormalities is more difficult than the beat recognition. To obtain a better result, it is necessary to use a combined method, whose power is allowed by the alliance of the expert algorithms (parametrical: genetic [5] or adaptive neural network [2]; transformation based: wavelet). The weights among these procedures are determined by the concrete problem.

In this work we used the standard notation for different event, accordingly N means normal QRS beat [5], V means premature ventricular contraction and I means isolated QRS-like artifact.

The rest of the processing algorithm is described in my works related with this theme [6, 7].

3. Results

In this study we concentrate on the separation of different beats. For this 32 records were used from the MIT/BIH database and 27 records from our database. Most of our records were realized with 200Hz sampling rate.

Figure 3. illustrates the efficiency of the mixed classification method, which contains a genetic algorithm based parametrical and an adaptive wavelet algorithm. The notation's meaning was explained in the materials and methods section.

The first two lines represent the first lead and it's wavelet transform, the next two lines are the same thing for the second lead. The fifth line represents the output of the parametrical method, whose task in this case was to detect normal QRS beats. The last curve is the wavelet transform of the parametric estimator's output.

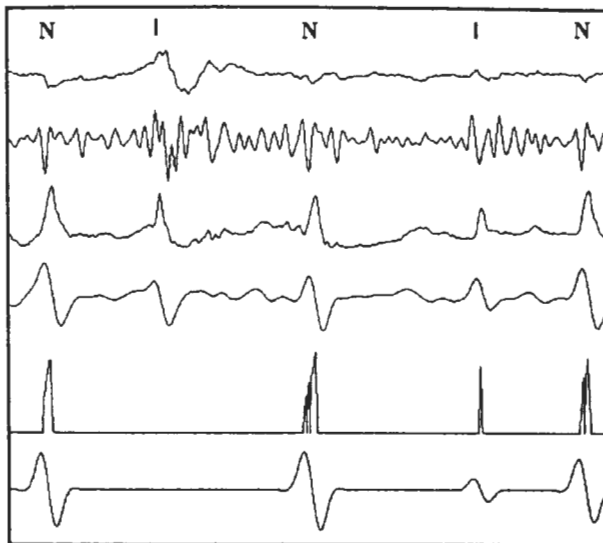


Figure 3.: The separation of normal beats from isolated QRS-like artifacts using mixed (genetic-parametrical transformation algorithm)

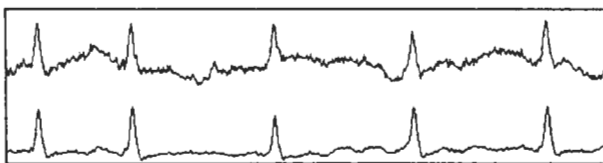


Fig. 4 shows that, the bulk of the perturbation could be eliminated from the signal.

Table I. demonstrates the superiority of the adaptive parametrical methods. Although WT ensures good results and no better transformation algorithm is known, the adaptive neural net overtakes its performance. This is because the inner model is much more complex, and performs a non-linear transformation, which increases its consistence. Table I. represents the QRS detection rates for the most noisy MIT-BIH records, where failed detections were more frequent.

Records number	Total Beats	Failed Detection Gen.-Par.	Failed detection Mixed
104	2230	6	3
105	2572	9	5
108	1763	16	11
201	1963	8	5
203	2982	16	10
222	2484	4	2
228	2053	4	1
Total	16047	63	37

These files were selected from the arrhythmia database due to their high noise or artefact level. The Cuiwei's QRS detection technique [1] had the worst performance for the studied registrations.

4. Discussion

Table I. demonstrates the superiority of the mixed algorithm over genetic-parametrical method. Although the estimator ensures good results, the adaptive mixed algorithm overtakes its performance. This is because the inner model of the signal is so complex, that it is very difficult to realize a correct estimation. The second weakness is the unsmooth transform from states, caused by the independency of the genetic method.

To minimize its bad effect, we should make a weighted average of the estimated parameter sets, otherwise is not possible to guarantee a constantly performant and robust algorithm.

In Figure 1. we can observe, that the normal beats and the normal T waves (surrounded in the figure) are easy to separate from abnormal beats. The problem is not so simple, when we want to classify the abnormal beats. With this 16 parameter model plain representation (where was selected for both coordinate an optimized combination of the parameters) the separation was successfully performed, but the not normal beats, artifacts lie in almost all part of the plan.

In Figure 2. the separation and waveform recognition was performed, but in more complex situation the optimal classification is not possible yet. Because of the discontinuities in the parameter sets solved by the genetic method the filtered output often contains spikes. The elimination of these spikes is the major difficulty caused by this method.

In Figure 3. it is clearly demonstrated, that the combined method can solve much nasty situations. The isolated QRS-like artifacts represent a much more difficult task for a correct classification. In the first lead the separation with wavelet transform seems to be quite difficult. Although each normal beat has a specific waveform the separation seems to be a hard task. The problem is totally different, when we see the wavelet transform of the genetic estimator. Because this estimator works in different way for every detectable waveform in order to perform a correct classification we must separate first all the well-recognizable waveform. The wavelet transform's scale highly depends on the current task. In the case of the ECG signal the scale was 6 and 22, for the estimators output was 19.

Image 4. shows us how performant could be a classification-based filtering. To reach such-a performance we should identify as much as possible fix characteristic point from the signal.

5. Conclusion

Both algorithms for beat recognition are more efficient than Cuiwei's WT [1]. Normally the P and T wave power spectra is between 0.5-10 Hz. According to this, it can be investigated at scale between 15-35. Although the baseline movement is dominant between 0.4-8 Hz, the P and T waves can be detected. Then PR, ST and QT intervals can be simply calculated. In case of QRS detection the filter of the genetic estimator

removes baseline movement and the bulk of the artifacts, suppresses the P and T waves and increase the R wave. The QRS complex can be easily recognized from the output of the adaptive estimator. The P and T waves cannot be accurately detected without additional processing steps based on wavelet transform.

The experiments show that this adaptive filter [8] can model the nonlinear ECG signal better, than linear algorithms. It is evident that the combination of the recognition, separation and classification methods allows new perspectives in the field of reliable full automated ECG signal classification.

References

- [1] Cuiwei Li, Chongxin Zheng, Changfeng Tai - *Detection of ECG Characteristic Points Using Wavelet Transforms*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 42, pp 21-27, JAN 1995.
- [2] Qiuzhen Xue, Yu Hen Hu, W. J. Tompkins - *Neural-Network-Based Adaptive Matched Filtering for QRS Detection*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 39, pp 317-329, APR 1992.
- [3] J.S. Sahambi, S.N. Tandon, R.K.P. Bhatt - *Using Wavelet Transforms for ECG Characterization*, IEEE Eng. in Med. and Biol., vol. 16, pp 77-83, Jan/Feb 1997.
- [4] S. Mallat and W. L. Hwang - *Singularity detection and processing with wavelets*, IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 38, pp 617-643. MAR 1992.
- [5] L. Szilágyi, S. M. Szilágyi - *ECG signal compression with genetic algorithm*, 2nd Scientific Conference of Young Engineers. Cluj, pp. 147-150, MAR 21-22, 1997.
- [6] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid, *Ecg signal compression using adaptive prediction*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Engineering in Medicine and Biology*, 19 (1997) 101-104
- [7] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid, *Comparison between neural-network-based adaptive filtering and wavelet transform for ecg characteristic points detection*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Engineering in Medicine and Biology*, 19 (1997) 212-214
- [8] Z. Benyó, L. Czinege, *Computer Analysis of Dynamic Systems with Application in Physiology*, *Proc 15th WorldCongress of IMACS on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics*, Berlin, 1997. Vol. III. pp. 663-668

Cardiac arrhythmia detection using the Kalman filter

László Szilágyi

Technical University of Budapest, Department of Control Engineering and Information Technology
szilagylaszlo@hotmail.com

Abstract

The variability of the R-R intervals in the ECG signal contains valuable information about the various types of arrhythmia that might be present. It has been recently suggested, that the identification of cardiac arrhythmia might be possible by applying spectral analysis methods. This paper intends to investigate the efficiency of a spectral analysis method, namely the application of the Kalman filter identifier in the calculation of time varying spectra of the R-R interval time series. The efficiency of the method is tested using the MIT-BIH database and another database built up at the Medical Clinic No. 3 of Marosvásárhely; in particular, cases of bigeminy, trigeminy, second degree block and ventricular flutter have been tested. Tests have revealed, that this technique in most cases can detect the onset of arrhythmia and can also identify the arrhythmia that is present.

1. Introduction

The time between the R-waves for an ECG signal varies with time. In the case of a normal subject this variability may depend on blood pressure and respiration rate [1]. More extreme cases are when some kind of arrhythmia occurs, such as bigeminy or atrial fibrillation [2]. Many techniques have been developed for the automatic detection and identification of such kind of phenomena. Most of these techniques are based either on the direct analysis of the ECG signal itself, or on analysing the statistics of the R-R intervals.

It has been suggested, that various sorts of cardiac arrhythmia may be studied by applying spectral analysis techniques [2]. The main goal of the present paper is to investigate whether the Kalman filter identifier can be used to study the onset and termination of arrhythmia [3], whether arrhythmic disturbances lasting only a few beats may be detected using this method.

2. Materials and methods

There has been suggested a wide variety of representation methods of the R-R interval time series. In the followings we will use the interval tachogram, which represents the difference in the time of occurrence of the R-waves for beats n and $n+1$ plotted against n .

Let us denote by t'_n the difference in time between the n -th and $n+1$ -th beat. As we intend to study only the variations of the length of the R-R intervals, we subtract from each value t'_n the mean T_n of the R-R interval time series, computed for a moving window of length N :

$$T_n \equiv T_{n-1} + \frac{1}{N} [t'_n - t'_{n-N}] \quad (1)$$

By performing the subtraction $t_n = t'_n - T_n$, the spectral frequencies below the cutting frequency $1/N$ are being filtered from t'_n . The parameter N should be chosen small enough so that the recursion relation (1) can follow sudden changes in the R-R interval time series. On the other hand, N should be chosen large enough, so that the subtracted series $\{T_n\}$ does not contain important low-frequency components that should not be eliminated.

The time series $\{t_n\}$ can be modelled as an autoregressive (AR) series of order k :

$$t_n = H_n X_n + v_n \quad (2)$$

where $H_n = (-t_{n-1}, -t_{n-2}, \dots, -t_{n-k})$ is a $1 \times k$ vector and $X_n = (a_n^1, a_n^2, \dots, a_n^k)^T$ is a $k \times 1$ vector, where $\{a_n^m\}$ are the AR coefficients for beat n , and v_n is a white noise time series.

One of the best methods that can estimate X_n is the Kalman filter. Before applying this method, we need to define a model for the variation of X_n between the data points $n-1$ and n . Let us define the model in the following way:

$$X_{n+1} = X_n + q_n \quad (3)$$

where q_n is a $k \times 1$ vector representing a white noise time series. If $q_n = 0$, the AR coefficients do not vary in time, which would only be appropriate for a stationary signal. The presence of a nonzero q_n models changes in the AR coefficients because of the presence of nonstationarities in the data.

The discrete Kalman filter is a set of recursive equations that estimates the value of the vector of autoregressive coefficients X_n at time point n . The Kalman filter is given by the following equations:

$$X_{n/n} \equiv X_{n/n-1}M_{n-1} + K_n(A_n - H_n X_{n/n-1}) \quad (3)$$

$$P_{n/n} \equiv P_{n/n-1} * Q_n \quad (4)$$

$$\{s_n\}^2 = \sigma_R^2 + H_n P_{n/n-1} H_n^T \quad (5)$$

$$K_n = P_{n/n-1} H_n^T (\{s_n\}^2)^{-1} \quad (6)$$

$$P_{n/n} = (I - K_n H_n) P_{n/n-1} \quad (7)$$

where $X_{n/n}$ is the estimated value of the vector X_n of AR coefficients at the n -th data point, $P_{n/n}$ is the $k \times k$ estimated error covariance matrix, $P_{n/n-1}$ is the $k \times k$ predicted error covariance matrix, σ_R^2 the variance of the prediction error v_n and Q_n is the $k \times k$ error covariance matrix of the plant noise vector q_n . K_n is the $k \times 1$ Kalman gain matrix, which determines the weight put on the new measurements as they come in.

Once the AR coefficients are determined, we can define the local power spectrum at the time point n in the following way:

$$G(m, f) = \frac{\sigma_R^2}{\left| 1 + \sum_{k=1}^m \alpha_k \exp(-j2\pi kf) \right|^2} \quad (8)$$

The Kalman filter needs several properly chosen parameters. First, we need a model for the plant noise covariance matrix. A common approximation is to let $Q_n = k\alpha_Q^2 I$, where I is the identity matrix and α_Q^2 is the variance of each element of the plant noise vector q_n . The performance of the filter depends on the ratio α_Q^2 / σ_R^2 . If the ratio is zero, the signal is considered to be stationary, and it would not be possible to follow any nonstationary behaviour of the signal. If this ratio is too large, the filter will be able to follow the nonstationary behaviour, but we will obtain too noisy estimates for the AR coefficients. Tests have led to a compromise value of 0.25 for this ratio.

Let us consider the order k of the autoregressive model next. In general, for autoregressive analysis, if there are m peaks in the spectrum, a model order of $k = 2m + 1$ should be chosen. Tests have showed, that most of the studied arrhythmia manifest one or two peaks in the local power spectrum; consequently a model order of $k = 5$ is appropriate. Other values for the model order should also

be tested, because the power spectra obtained can be very sensitive to the model order.

The initialization of the Kalman filter is also an important task, which can be properly resolved using the maximum entropy method.

It is also necessary, to build up a method, which can detect sudden changes in the R-R interval time series $\{t_n\}$. Such changes may be studied by analysing the residual defined by: $r_n = t_n - H_n X_{n/n-1}$. The residual is the difference between the length of the present R-R interval t_n and the predicted value $H_n X_{n/n-1}$, given the values of the interbeat intervals up to $n-1$. The variance of the residual, $\{s_n\}^2$ is automatically given by the Kalman filter algorithm. If the presented model for interbeat interval is being correctly modelled, it would be expected that there is a 99.7% probability that $|r_n| \leq 3s_n$. A simple test to detect whether a sudden change in the data occurred is to see if $|r_n| > 3s_n$.

3. Results

The following four arrhythmia types are studied: bigeminy, trigeminy, second degree block and ventricular flutter. The main goal is to determine the effectiveness of the Kalman filter identifier in the detection of the onset and termination of arrhythmia, to see whether short segments of signal which contain arrhythmia can be detected. We will study the local power spectra obtained with the Kalman filter and plotted in a logarithmic scale.

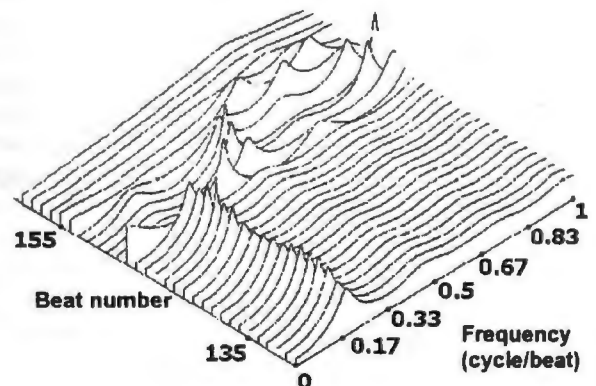


Figure 1. Bigeminy, time varying power spectrum

Bigeminy occurs when the R-R interval time series contains such segments, in which long and short beats are following each other. The local power spectrum of such a time series, over a stationary segment of signal, has a single peak at the frequency of half cycle per beat.

Fig 1. represents the time varying spectra computed for $N = 20$, of a registration from our database. The ECG signal contains a segment of bigeminy between beats 148 and 151. It can be observed, that the spectral criterion detects this event, even if with a delay of one beat. Sudden changes in the R-R interval time series have been detected at beats 147 and 154. Consequently we can say, that the onset of bigeminy has been detected, but we also have an other event which seems not to have any medical significance. The detection rate of bigeminy depends on the length of the segment, that is, the number of pairs of long and short beats. The results obtained using this algorithm are reflected in Tab. 1.

Table 1. Bigeminy detection rate depending on the length of arrhythmic segment

Length of bigeminy (pairs of beats)	Detection rate
2	92.5 %
3	94 %
4	95 %
5 or more	97.5 %

Trigeminy occurs when the time series $\{t_n\}$ contains repeated segments, where within each segment a long beat is followed by two short beats. The power spectrum of such a time series has a peak at 0.33 cycles per beat. Fig. 2 illustrates the time varying spectra of MIT-BIH case 201, between beat numbers 1090 and 1110. In this interval the trigeminy occurs between beat numbers 1095 and 1104, and the peak at around 0.33 cycles per beat can be observed for this data segment. The spectra computed for other beats have peaks at other frequencies. Sudden change is detected only at time point 1104, where the transition from trigeminy to normal occurs.

Second degree block and ventricular flutter can also be detected using this spectral method, but results are not that promising. That might be this way because the MIT-BIH database contains for both events only one example, and thus it was not possible to build up a reliable criterion for their detection.

4. Discussion

The main objective of this paper was to investigate whether the study of time varying spectra [4] of the R-R interval time series can give us any information about the identification of short segments of arrhythmia and the detection of the onset and termination of such arrhythmia. The Kalman filter identifier algorithm has been used to compute such spectra. The investigations carried out suggest that this algorithm gives information about the presence of bigeminy or trigeminy. Short segments of such arrhythmia can be detected, although in a few cases the arrhythmia does not manifest itself clearly in the spectra until several beats after the onset. The detection rates between 92%-98% are quite a promising result [5].

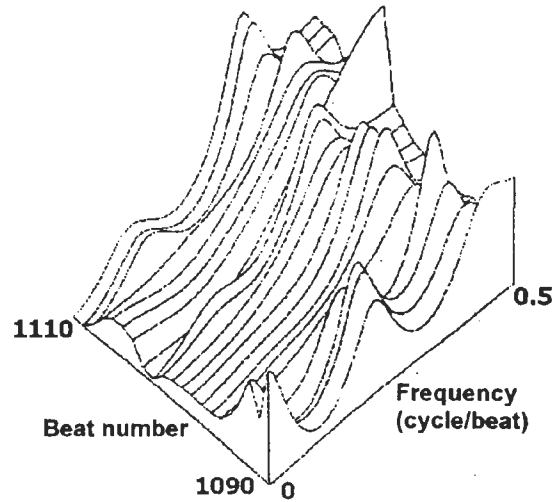


Figure 2. Trigeminy, time varying power spectra

References

- [1] Woolfson M. S: Study of cardiac arrhythmia using the Kalman filter, *Medical & Biological Engineering & Computing*, July 1991, pp 398-405.
- [2] Baselli, G., Cerutti, S., Civardi, S., Liberati, D., Lombardi, F., Malliani, A., Pagani, M: Spectral and cross-spectral analysis of heart rate and arterial blood pressure variability signals, *Comput. & Biomed. Res.* 1986, 19, 520-534.
- [3] Szilágyi L, Szilágyi S. M: Application of parameter estimation methods in cardiac arrhythmia detection, *Proceedings of the 3rd Conference of Young Engineers*, Cluj, Romania. March 1998, pp 61-64.
- [4] Szilágyi S. M: Comparison of the Neural-Network-Based Adaptive Filtering and Wavelet Transform for R, T and P Waves Detection, *Proceedings of the IEEE/EMBS Region 8 International Conference*, Prague. 7-9 Sep. 1997, pp. 73-75
- [5] Z. Benyó, L. Czinege. *Computer Analysis of Dynamic Systems with Application in Physiology*, Proc 15th World Congress of IMACS on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics Berlin, 1997. Vol. III. pp. 663-668

Szilágyi László
1117 Budapest, Dombóvári út 3, Hungary
Tel: 00-36-1-4634027,
E-mail: szilagylaszlo@hotmail.com.

KÉPFELDOLGOZÁSI MÓDSZEREK

Vékonyító algoritmusok 3D orvosi képekre

Palágyi Kálmán, Kuba Attila

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék

{palagyi,kuba}@infu-szeged.hu

Absztrakt

Az elmúlt két évtizedben a váz (skeleton) mint alakleíró jellemző meghatározása fontos kutatási területté vált. Digitális (bináris) objektumok vázának topológiailag korrekt, közelítő meghatározására gyakran alkalmazott módszer az objektumok iteratív „hámozása”, a vékonyítás. A Jelen cikkben négy, általunk javasolt vékonyító eljárást mutatunk be 3D orvosi képekből (szegmentálással) kapott bináris objektumokra. Eredményeinket elsősorban az orvosi képek automatikus regisztrációjában (fűzőjában) tervezzük felhasználni, de más alkalmazások (pl. vérerek vastagságának meghatározása, katéteres vizsgálatok tervezése és szimulációja) is felhasználhatók.

1. Bevezetés

Bináris objektumok (pl. orvosi képeken szegmentált szervek) leírására, jellemzésére két megközelítést javasolnak: az első az objektum határát írja le, míg a második az objektum által elfoglalt régió egy reprezentációját adja. A határ-alapú módszerek széles körben elterjedtek, de hiányosságaik korlátozzák hasznosságukat a gyakorlati alkalmazásokban, különösen 3D esetében. Ennélfogva a váz mint régió-alapú alakjellemező egyre fontosabbá válik.

A váz fogalma először Blum klasszikusnak számító tanulmányában jelent meg [1], amit szemléletesen a prérítűz terjedésével illusztrált: ha a vizsgált objektum határának minden pontját egyidejűleg meggyújtjuk és feltételezzük, hogy a tűzfrontok minden irányban egyenletes sebességgel terjednek, akkor a váz azokból a pontokból áll, ahonnan az objektum belsejében a tüzek találkoznak, kioltják egymást.

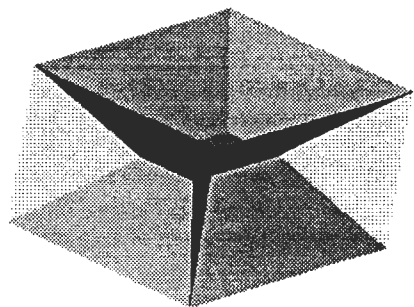
Ugyancsak Blum javasolta a váz távolságranzformációval történő meghatározását. Az objektum minden pontjára kiszámítandó a tőle legközelebbre lévő határponttól vett távolsága, így megkapjuk a távolságtérképet. A váz azokat a pontokat tartalmazza, amelyekben a távolságtérkép deriváltja nem folytonos.

A vázra formális definíciót Calabi adott [3]: 2D-ben egy objektum vázát azon pontok alkotják, melyek középpontjai az objektumba írható maximális sugarú körlapoknak. Ez a meghatározás általánosítható magasabb dimenziókra is: d D-ben a körlapokat d -dimenziós gömbökkel kell helyettesíteni. Az 1. ábrán egy (3D) téglatest vázát mutatjuk be. Diszkrét terek esetében a folytonos objektu-

moknak diszkrét bináris objektumokat feleltetünk meg, ennélfogva a folytonos váznak csak egy közelítését tudjuk kivonni. A diszkrét váz kijelölésére adott módszereknek az alábbi két követelményre — a geometriaira és a topológiaira — kell tekintettel lenniük [12]:

- a kijelölt váznak a geometriailag korrekt pozícióban, az objektum „közepén” kell elhelyezkednie,
- a kijelölt váznak „topológiusan ekvivalensnek” kell lennie az eredeti objektummal.

A váz közelítő meghatározására több módszert javasoltak. Ezek közül a három legfontosabb technika: a távolságranzformáció, a vékonyítás és a Voronoi-diagramok. A távolságranzformációval kapott „váz” geometriailag korrekt, de a topológiai kritériumnak nem tesz eleget. A vékonyítás a topológiai követelmény teljesítésére koncentrál, viszont nem invariáns a geometriai transzformációkra (mivel a vékonyító módszereknél vizsgált lokális környezetek által indukált távolságfogalom nem ad jó közelítést az euclidészitávolságra). A határpontok diszkrét halmazából indul ki, de folytonos elemeket (élek, poligonok, poliéderek) tartalmaz a Voronoi-diagram, ami konvergál a vázhoz, ha a határpontok száma nő (vagyis a mintavételezés minden határon túl finomodik). Ez utóbbi módszerrel geometriailag és topológiailag egyaránt korrekt „váz” számítható, de összetett objektumokra az eljárás rendkívül költséges.



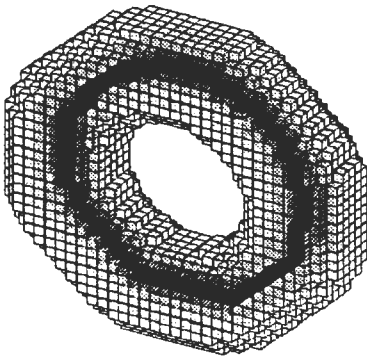
1. ábra Hétköznapi 3D vázra. Az ábrán egy téglatest váza látható.

2. A vékonyítás és módszerei

Egy 3D bináris kép egy leképezés, mely az egész koordinátájú pontokból álló digitális tér elemeihez a „0” és a „1” értéket rendeli. Az „1” pontok alkotják az objektumokat, a „0”-k pedig a kép háttérét, üregeit és

lyukait. A gyakorlatban előforduló képek véges számú objektumpontot tartalmaznak, így a bináris kép reprezentálható egy olyan bináris tömbbel, ahol a tömbön kívüli pontok mindegyike „0”.

A váz közelítésére leggyakrabban a vékonyítást használják, ami a front-terjedést modellezi. A front-terjedés a diszkrét térben diszkrét folyamat: a „0” pontokkal „szomszédos” objektumpontokból, vagyis a kép objektumainak határától indulnak el a tűzfrontok, melyek egy időegység alatt a határtól „egységnyi” távolságra lévő „1” rácpontokat érik el. A vékonyítás egy iterációs lépése a front-terjedés egy időegységének felel meg. Az iteratív eljárást addig folytatjuk, amíg „éghető” anyag található. A vékonyítás menetét a 2. ábrával szemlél-tetjük.



2. ábra Egy 3D, tórusz-szerű objektum vékonyítása. Az egymást követő iterációs lépések eredményeinek egyre sötétebb árnyalatok felelnek meg. A legsötétebb egységnyezetek (objektumpontok) adják a váz egy közelítését.

A front-terjedés természeténél fogva párhuzamos, mivel az objektumok határán minden pont egyidejűleg kap lángra és a tűz minden irányban, egyenletes sebességgel terjed. Nem meglepő tehát, hogy a legtöbb vékonyító algoritmus párhuzamos. Valamennyi vékonyító módszer az alábbi általános sémát követi:

repeat

 a „törölhető” határpontok eltávolítása

until nem történt törlés

Az egyes vékonyító módszerek abban különböznek egymástól, hogy egyrészt, mely határpontokat minősítenek törölhetőnek, másrészt, hogyan szerveznek meg egy iterációs lépést (a ~~repeat~~ ciklus magját).

A párhuzamos vékonyító eljárások egyidejűleg törlik határpontok egy halmazát, ami megváltoztathatja a kiindulási kép topológiáját (teljesen törölhető objektum, kettő vagy több részre eshet szét egy összefüggő objektum, lyukak vagy üregek szűnhetnek meg vagy olvadhatnak össze egymással).

A topológia-megőrzés biztosítására a párhuzamos vékonyításra az alábbi három módszert alkalmazzák:

- A *határ-szekvenciális* eljárások egy iterációs lépést több egymást követő párhuzamos al-iterációra bontanak, ahol az egyes al-iterációk csak adott irányú határpontokat törölhetnek. Ezen eljárások tehát több irányból járják körbe az objektumokat és minden egyes al-iterációhoz egyedi törlési szabályt rendelnek.
- Az *almező-szekvenciális* algoritmusok a diszkrét képteret diszjunkt részhalmozatokra, almezőkre bontják fel (osztályozzák). Az egyes almezők váltakozva aktivizálódnak és csak az aktív-almezőbe eső határpontok törölhetőek az adott al-iterációs lépésben. A törlési szabály általában globális, vagyis ugyanaz minden egyes al-iteráció során.
- A *teljesen párhuzamos* algoritmusok nem használnak al-iterációkat, viszont törlési szabályuknak a határpontok nagyobb lokális környezetét kell vizsgálniuk, mind a másik két módszer esetében.

A kijelölt „váz” alapján a 3D vékonyító algoritmusokat két csoportba oszthatjuk: egyes eljárások a bináris objektumok *középvonalait* (vagyis egy pont vastagságú vonalszegmenseket) állítanak elő, míg mások a *középfelszín* határozzák meg.

A matematikai definíciónak megfelelő 3D váz felszín-szegmenseket is tartalmazhat. Így a középfelszínre vékonyító eljárások eredménye közelebb áll az „igazi” vázhoz. A váz lokális objektum szimmetriákat reprezentál [12], amelyek közül bizonyosakat elnyom a középvonalas vékonyítás. Ez bizonyos objektumok esetén (pl. erek, légutak) előnyösebb, mint a középfelszín kijelölése.

3. Vékonyítás alkalmazása orvosi képekre

A vékonyító algoritmusokkal kapott alakleíró jellemzők használata egyre több orvosi alkalmazásban merül fel. Van den Elsen és munkatársai [4] 3D képregisztrációs módszerükben a jellemzőként javasolt kiterjedt felszín-szegmenseket vékonyításnak vetették alá. Számos szerző javasolt olyan automatikus regisztrációs módszert, ahol a referenciaképből kivont jellemzőket az illesztendő kép jellemzőiből származtatott távolságtérképpel vetik össze [2,6]. A pontos illesztés ekkor „vékony” jellemzőket kíván meg. Ma és Sonka [7] egy teljesen párhuzamos, középvonalakat meghatározó vékonyító algoritmust javasolt szegmentált légutak feldolgozására.

Jelen cikkünkben négy, általunk javasolt vékonyító algoritmus [8-11] eredményét mutatjuk be 3D orvosi képekből (szegmentálás során) kapott bináris objektumokra.

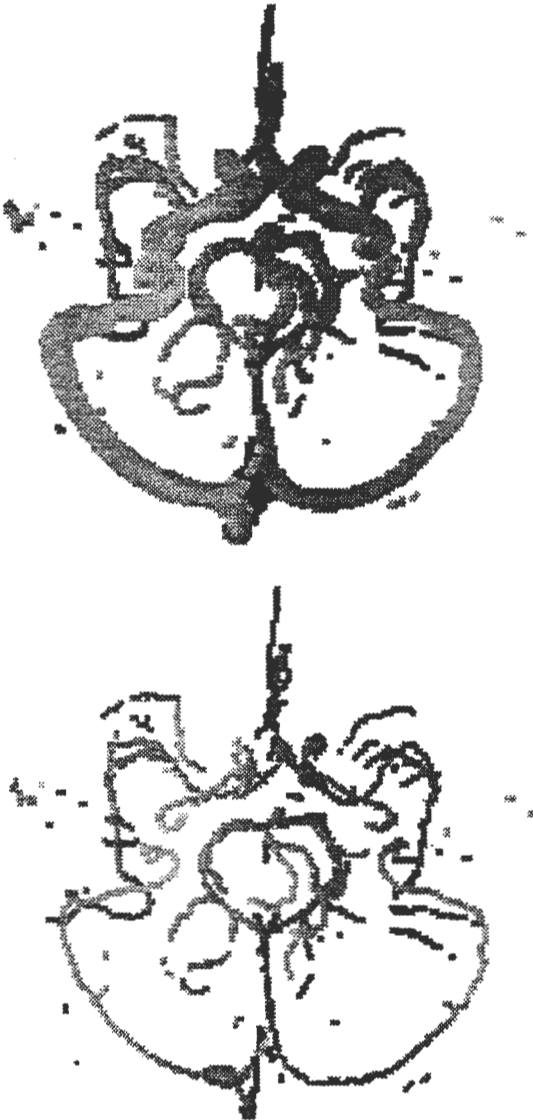
A 3. ábrán egy MRA (mágneses rezonancia angiográfia) agyvizsgálat és a hibrid (határ- és almező-szekvencionális megközelítést egyaránt alkalmazó) algoritmusunk [10] által megjelölt, egy pont vastagságú középvonalak láthatók.

A 4. és az 5. ábrákon a három irány-szekvenciális eljárásunk [8-10] által meghatározott „vázak” láthatók egy-egy szegmentált (CT képből származó) csípőcsont

részletre és egy (MR agyvizsgálatból kivont) agykamrára. A 6, 8, illetve 12 al-iterációs eljárások mindegyike alkalmas középfelületnek és középvonalak kijelölésére is.

Valamennyi algoritmusunkról elmondható, hogy kevésbé érzékeny az objektum határának egyenetlenségeire, vagyis „kismértékű” kontúrjai előfordulásakor nem növeszt „parazita” szegmenseket a „vázra”.

Módszereink jelenleg egy univerzális szimulátoron futnak, ami tetszőleges lokális és párhuzamos képművelet megadására és végrehajtására alkalmas. Így nem tudjuk eljárásainkra a valós futási időket megbecsülni. Irány-szekvenciális algoritmusaink közül a 8 és a 12 al-iterációsok kevesebb iterációs lépést igényelnek, mint a 6 al-iterációs változat, ugyanakkor törlési szabályaik bonyolultabbak.

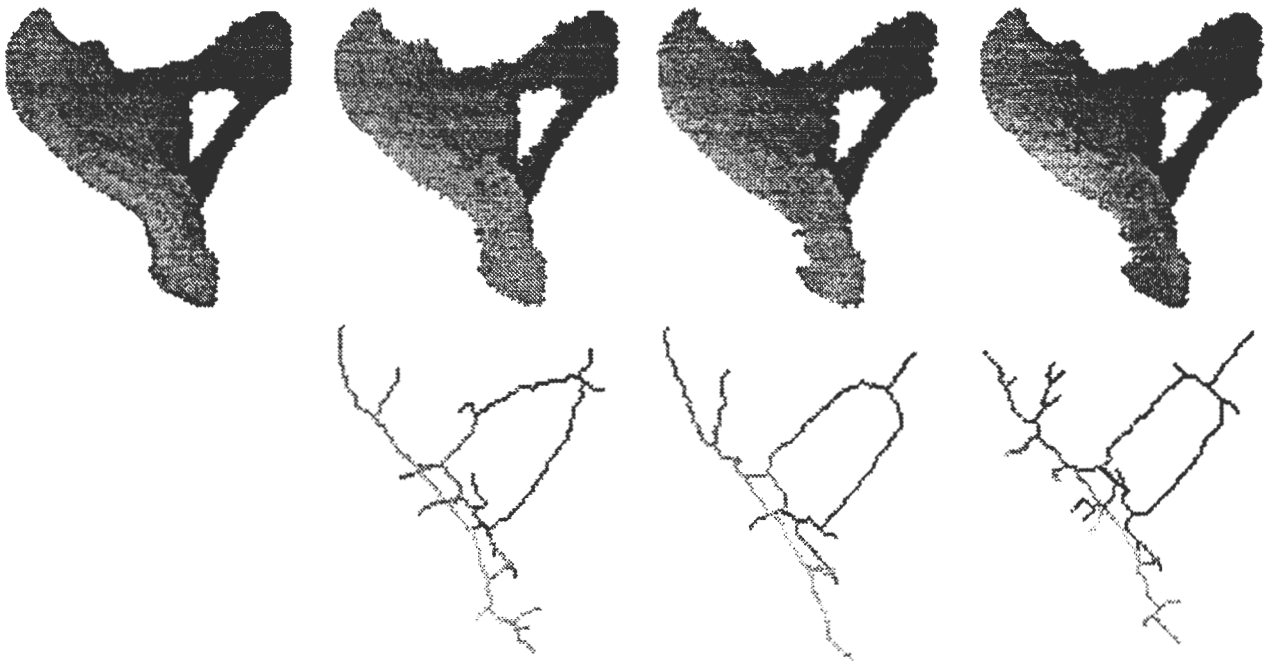


3. ábra 3D MRA agyvizsgálatból szegmentált véretek (felül) és azok vékonyítása a hibrid algoritmusunkkal (alul). (A 3D képek projekciói a 3DVIEWNIX [13] rendszer segítségével készültek.)

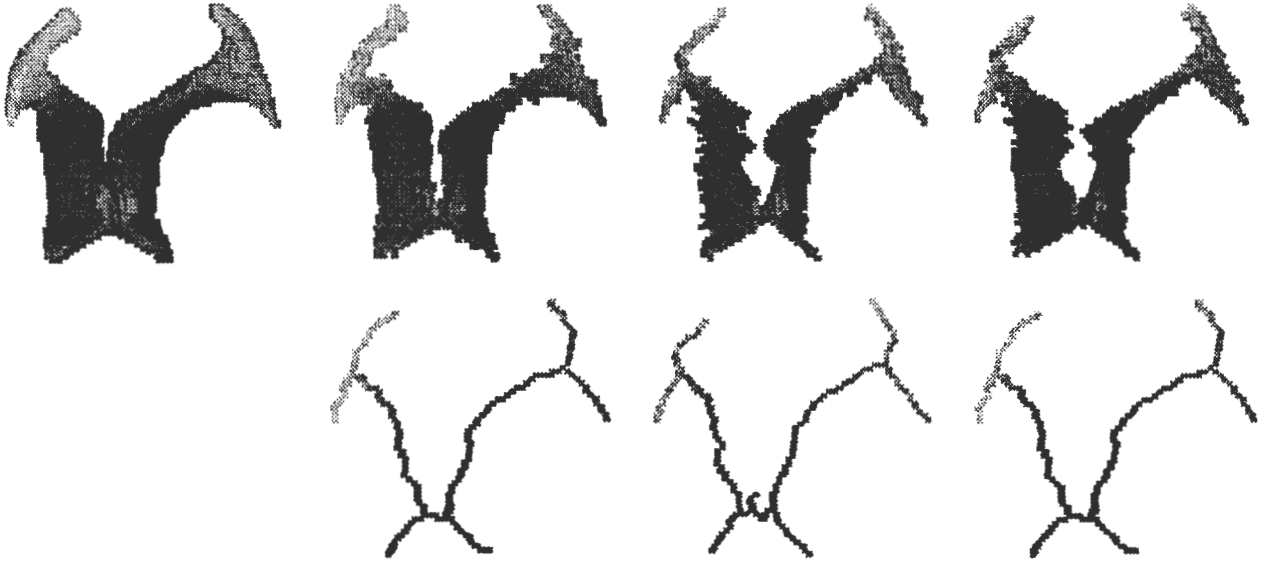
Referenciák

- [1] H. Blum: A transformation for extracting new descriptors of shape, Symposium on Models for the perception of Speech and Visual Form, 1964.
- [2] G. Borgefors: Hierarchical chamfer matching: A parametric edge matching algorithm, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 10, 849-865, 1988.
- [3] L. Calabi: A study of the skeleton of plane figures, Technical report 60429 Parke Mathematical Laboratories, 1965.
- [4] P.A. van den Elsen, J.B.A. Maintz, E.J.D. Pol, and M.A. Viergever: Image fusion using geometrical features, In Visualization in biomedical computing, volume 1808 of Proc. SPIE, SPIE Press, Bellingham, WA, 172-186, 1992.
- [5] G. Gerig, Th. Koller, G. Székely, Ch. Brechbühler, and O. Kübler: Symbolic description of 3-D structures applied to cerebral vessel tree obtained from MR angiography volume data, In Information Processing in Medical Imaging, Proceedings of 13th International Conference, IPMI'93, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 687, Springer-Verlag, 94-111, 1993.
- [6] H. Jiang, A. Robb, and K.S. Holton: A new approach to 3-D registration of multimodality medical images by surface matching, In Visualization in biomedical computing, Vol. 1808 of Proc. SPIE, SPIE Press, Bellingham, WA, 196-213, 1992.
- [7] C.M. Ma and M. Sonka: A fully parallel 3D thinning algorithm and its applications, Computer Vision and Image Understanding 64, 420-433, 1996.
- [8] K. Palágyi and A. Kuba: A thinning algorithm to extract medial lines from 3D medical images, In Information Processing in Medical Imaging, Proceedings of the 15th International Conference, IPMI'97, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1230, Springer, 411-416, 1997.
- [9] K. Palágyi and A. Kuba: A 3D 6-subiteration thinning algorithm for extracting medial lines, Pattern Recognition Letters 19, 613-627, 1998.
- [10] K. Palágyi and A. Kuba: A hybrid thinning algorithm for 3D medical images, J. Computing and Information Technology, to appear.
- [11] K. Palágyi and A. Kuba: A 8-subiteration thinning algorithm for 3D images, submitted to the conference DGCI'99.
- [12] G. Székely: Shape characterization by local symmetries, Habilitationsschrift, ETH Zürich, 1996.
- [13] J.K. Udupa, D. Odhner, S. Samarasekera, R. Goncalves, K. Iyer, K. Venugopal, and S. Funtic: 3DVIEWNIX: An open, transportable, multi-dimensional, multimodality, multiparametric imaging software system, In SPIE Proceedings, Vol. 2164, 58-73, 1994.

Levelezési cím:
6701 Szeged, P.f. 652



4. ábra 3D CT képből szegmentált csípőcsont részlete (felső sor, első kép) és annak rendre a 6., a 8. és a 12. iterációs algoritmusokkal meghatározott középfelzínei (felső sor 2., 3. és 4. kép). A középfelzínek alatt az ugyanazon eljárással kivont középvonalak találhatók. (A 3D képek projekciói a 3DVIEWNIX [13] rendszer segítségével készültek.)



5. ábra 3D MR agyvizsgálatból kivont agykamra (felső sor, első kép) és annak rendre a 6., a 8. és a 12. iterációs algoritmusokkal meghatározott középfelzínei (felső sor 2., 3. és 4. kép). A középfelzínek alatt az ugyanazon eljárással kivont középvonalak találhatók. (A 3D képek projekciói a 3DVIEWNIX [13] rendszer segítségével készültek.)

Pont alapú regisztráció, képfúzió

Tanács Attila, Palágyi Kálmán, Kuba Attila

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék
{tanacs, palagyi, kuba}@infu-szeged.hu

Absztrakt

A képregisztráció az orvosi képfeldolgozás napjainkban felmerült problémája, mely kettő, egymástól függetlenül felvett kép közötti geometriai viszony meghatározását jelenti. A regisztrációs problémával számos alkalmazási területen találkozunk, közülük az orvosi képek illesztése az egyik legjelentősebb. A betegekről különböző időpontokban, irányokból vagy módokon készült felvételek illesztése megbízhatóbb diagnosztikai információkat biztosít, segíti a képmegértést és javítja a műtét- és a terápia tervezését, valamint kiértékelését. A probléma megoldására olyan programrendszert fejlesztettünk ki, amely a 2D-2D és a 3D-3D képregisztrációt interaktívan kijelölt anatómiai pontok segítségével oldja meg, valamint alkalmas a képek együttes megjelenítésére (képfúzióra) is. A rendszerben jelenleg négy, különböző tulajdonságokkal rendelkező regisztrációs módszert valósítottunk meg. Ezek összehasonlító vizsgálata segít annak eldöntésében, hogy milyen típusú feladat esetén melyik módszert alkalmazzuk.

1. Bevezetés

A regisztráció - más gyakran használt kifejezéssel: a képillesztés vagy a képfúzió - kettő, egymástól függetlenül felvett kép közötti geometriai viszonyt határozza meg. A regisztráció bemenete az A referencia kép és a B illesztendő kép. A regisztrációs probléma megoldása azon T geometriai transzformáció megkeresését jelenti, amelyre: $T(B) \approx A$. A képillesztés a megtalált T transzformáció alkalmazása az illesztendő képre, vagyis a $C \approx T(B)$ illesztett kép meghatározása. A képfúzió során a referencia- és az illesztett képekből egy vadonatúj képet állítanak elő, ami alkalmas a két bemeneti kép eltéréseinek vizsgálatára, illetve az általuk hordozott információ egyesítésére.

A regisztrációs probléma számos alkalmazási területen felmerült, amelyek közül az orvosi képek illesztése a legjelentősebb. A betegekről a különböző időpontokban, irányokból vagy módokon készült felvételek regisztrációja megbízhatóbb diagnosztikai információt biztosít, segíti a képmegértést és javítja a műtét- és a terápia tervezését, valamint kiértékelését [2,9].

A probléma megoldására nincs univerzális módszer, az alkalmazandó vagy az alkalmazható technika függ a

képtartalmaktól. A létező regisztrációs technikák számos szempont szerint osztályozhatók [4,10].

A felhasználóval szemben támasztott igényeik szerint a háromféle regisztrációs rendszert különböztetünk meg:

- A manuális programrendszerek együttesen (pl. különböző színrétegben) jelentik meg a bemeneti képeket és a felhasználó addig mozgatja az illesztendő képet, amíg releváns illesztéshez nem jut.
- Interaktív rendszerek esetén a felhasználó mindkét bemeneti képen kijelöli és párba állítja azokat a jellemzőket, amelyek alapján a keresett transzformációt a program határozza meg.
- Automatikus regisztrációról olyan program esetén beszélhetünk, amely a futása közben nem igényel beavatkozást.

A manuális rendszerek használata kényelmetlen, az automatikus regisztrációs programok esetén pedig hosszú futási időre kell számítanunk. Az iteratív rendszerek kompromisszumos megoldást jelentenek: gyorsak és használatuk viszonylag kényelmes. Hátrányuk viszont, hogy anatómiai ismeretekkel rendelkező felhasználót követelnek meg [12].

Jelen cikkünkben bemutatjuk a rendszerünk szolgáltatásait és beszámolunk a beépített négy módszerrel szerzett tapasztalatainkról is.

2. Ponttalapú regisztrációs módszerek

Egy olyan, IBM PC-n Windows operációs rendszer alatt futó programrendszert fejlesztettünk ki, amely alkalmas szabványos képfórmátumokban tárolt 2D vagy 3D vizsgálatok között a legjobb illesztést biztosító transzformáció meghatározására, annak végrehajtására, valamint az illesztett képek együttes megjelenítésére.

A rendszer interaktív, a transzformáció pedig a kijelölt anatómiai pontpárokon alapul. Az így végzett regisztráció gyors, nem igényli markerek használatát és alkalmas különböző modalitásokból származó képek (pl. MR és CT, vagy MR és SPECT [7,11] illesztésére is.

A rendszerben négy olyan módszer közül lehet választani, amelyek különböző típusú geometriai transzformációkat határoznak meg a kijelölt pontpárok alapján:

- Elsőként az Árun és munkatársai által kidolgozott módszert [1] építettük be, amely merev-test [5] transzformációt keres, vagyis a legjobb illeszkedést

biztosító eltolásokat és elforgatásokat határozza meg.

- A második módszer a Levenberg-Marquardt-féle iteratív nemlineáris minimalizáláson [6] alapuló saját eljárásunk, amelynek segítségével szintén merev-test transzformációt határozzunk meg.
- A harmadik módszert, a „thin-plate spline” interpolációt Bookstein dolgozta ki [3]. Az eljárás egy nemlineáris transzformáció (*warping*) paramétereit számítja ki.
- Negyedikként a tetszőleges általános lineáris transzformációk (pl. affín) megkeresésére alkalmas saját módszerünk [8] választhatóságát kínáljuk fel.

Mind a négy módszer egyaránt kiválasztható 2D és 3D képek regisztrációja esetén és valamelyi transzformáció-típussal végrehajtható a képillesztés is.

3. Programrendszer szorgalmazásai

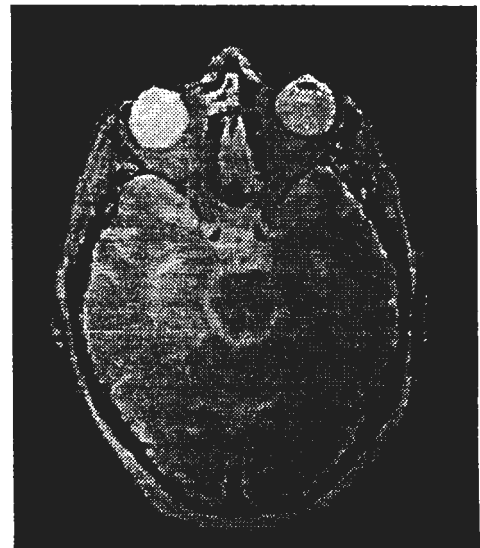
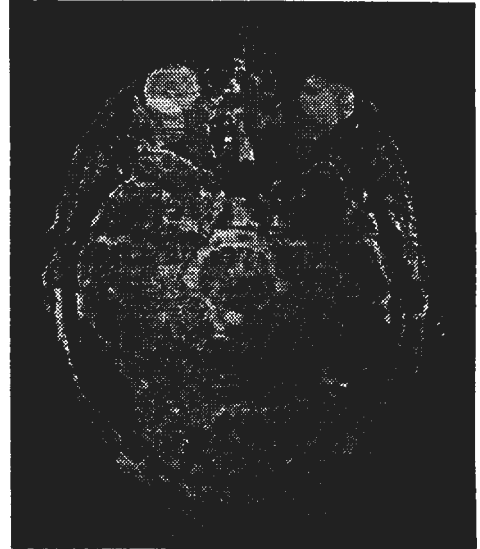
A programrendszer összetett feladatnak tesz eleget: egyrészt az előzőekben ismertetett pont-alapú regisztrációs eljárásokat valósítja meg, másrésztől egy önállóan is jól használható, komplex 3D orvosi képmegjelenítőt foglal magában. Lehetőség van többek között a képeken tetszőleges geometriai transzformáció végrehajtására, képek újradigitalizálására és fűziójára (1. ábra), a három tengely menti (transzverzális, koronális és szagittális) metszetekből álló képsorozatok, illetve a három metszettípus egyidejű megjelenítésére, 3D kép előállítására (2. ábra), különféle színskálák választására.

A két kép illesztéséhez a választott regisztrációs módszer által meghatározott geometriai transzformációt kell végrehajtani a regisztrálandó képen. Ehhez a regisztrálandó képünket újra kell digitalizálni. Illesztésre a következő algoritmust használjuk: minden (i, j, k) rácspont esetén meghatározzuk a transzformáció szerinti (i', j', k') ösét, és ha az a képen belül található, akkor rácspont intenzitásértéke az ös rácspont intenzitásértéke, ita viszont a képen kívül esik, akkor 0 intenzitásértékű háttérpont lesz. Az (i, j, k) rácspont öse általában nem lesz rácspont, így nem egyértelmű, hogy mi legyen a transzformált voxel intenzitásértéke. A probléma megoldására a három leggyakrabban használt interpolációt alkalmazzuk: „legközelebbi szomszéd” módszert, képszeletek közötti lineáris interpolációt és a trilineáris interpolációt.

A *képfűzióval* a báziskép és az illesztett kép alapján egy új képet állítunk elő, amelyen kiegészítik egymást a képtartalmak és az eltéréseik is megjelenítésre kerülnek. A különböző képkötő berendezések egymást kiegészítő képi információjának együttese minőségi többletet jelent. Anatómiai és funkcionális képek regisztrációja és fűziója például választ ad arra, hogy egyrészt az észlelt anatómiai elváltozásnak van-e funkcionális hatása, másrészt a funkcionális rendellenességet kíséri-e anatómiai elváltozás.

Az alábbiakban a két leggyakrabban használt képfűziós technikát vázoljuk. Transzformáljuk mindkét esetben a

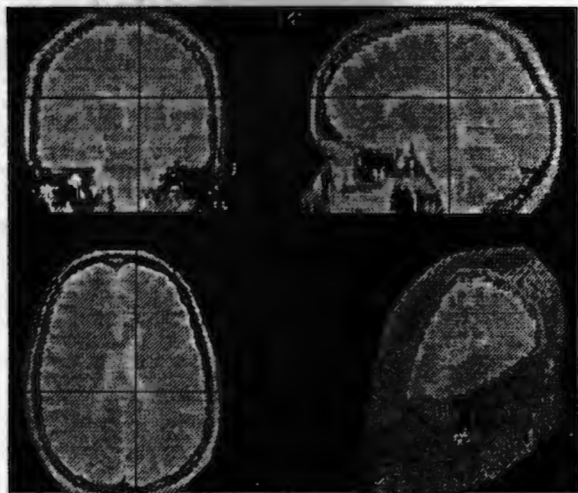
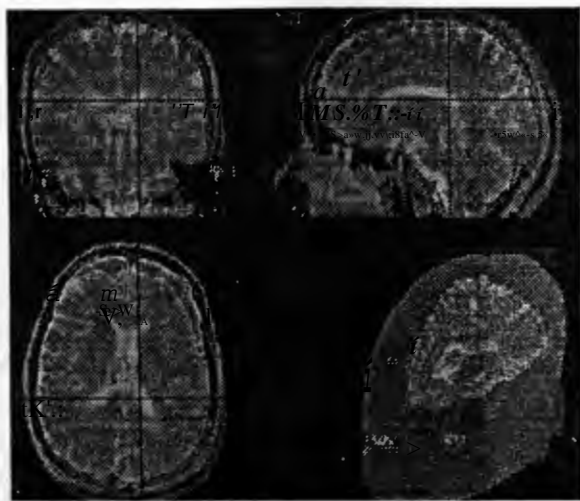
bázisképet zöld, a regisztrálandó képet pedig piros színskálára. Az ún. *színpalettás fűzió* esetén az új kép úgy jön létre, hogy az egyes képpontok értékeit a báziskép megfelelő zöld, illetve a regisztrálandó kép megfelelő piros komponenséből állítjuk elő színkeveréssel. A másik technika az ún. *mozaikos fűzió*. Ebben az esetben felváltva jelenítünk meg képpontokat a két kiindulási képből. Szemléletesen: a fűzió eredményként kapott képet tekintjük egy általánosított sakkasztáblának. A „fehér mezőkön” a báziskép, a „fekete mezőkön” a regisztrálandó kép megfelelő képpontját ábrázoljuk. A színkeverést ebben az esetben az emberi szem végzi el.



1. ábra Példa képfűzióra. Egymásra vetített 2D transzverzális MR képszeletek regisztráció előtt és után.

A támogatott orvosi képfűziós technikák segítségével lehetőség van ún. *egymozdaltatásos* (a képek ugyanazon képkötő berendezéssel készültek) és *többszínű* (a képek különböző képkötő berendezéssel készültek)

regisztrációra, valamint más regisztrációs módszerek eredményeinek megtekintésére is. A programrendszerrel 3D MicroSEGAMS [13], Analyze [14], 3DViewnix [15], DICOM [16] és 2D TIFF [17] formátumú képeket lehet feldolgozni. A képek más platformokról is átkerülhetnek PC-re (pl. Amiga, SUN, Silicon Graphics), amelyeken - az egyes processzorok különböző architektúrája miatt - a kép jellemzőinek (dimenzió, méret, felbontás) és a képatadatoknak a tárolása eltér a PC-n alkalmazottól. A program elvégzi a szükséges konverziókat; képes a képeket olvasni, illetve az adott formátumban elmenteni őket, így képfarmátum-szinten kompatibilis más rendszerekkel.



2. ábra Példa 3D képek fiziójára. Egymásra vetített 2D koronális, szagittális és transzverzális MR képszeletek és a 3D látható felszínek regisztráció előtt (felül) és után (alul).

4. A regisztrációs módszerek vizsgálata

A képek regisztrációjához négy olyan pont alapú módszer közül választhatunk, amelyek különböző típusú geometriai transzformációkat határoznak meg. Az Arun

és munkatársai által kidolgozott és a Levenberg-Marquardt-féle módszer esetén egy 3D merev-test transzformációt leíró, a 3 tengely körüli elforgatási szöveget, valamint a 3 eltolási paramétert keressük direkt módszerrel, valamint iteratív nemlineáris minimalizálással. Az általunk kidolgozott direkt módszerrel egy általános lineáris, 4x4-es transzformációs mátrix 12 ismeretlen elemét határozzuk meg. A „thin-plate spline” (TPS) interpolációs technika paramétereinek száma a párba állított pontok számától függ: n pontpár esetén $3 \cdot (n+4)$ paramétert ad meg.

A négy módszer összehasonlítására a következő matematikai vizsgálatokat végeztük el. A véletlenszerűen generált kiindulási $\{p_i\}$ n -elemű pontsorozaton egy ismert T merev-test transzformációt hajtottunk végre, majd a kijelölés hibáját az így kapott $\{q_i\}$ pontsorozat pontjaihoz hozzáadott normál eloszlású hibákkal modelleztük, melynek eredménye az $\{r_i\}$ pontsorozat.

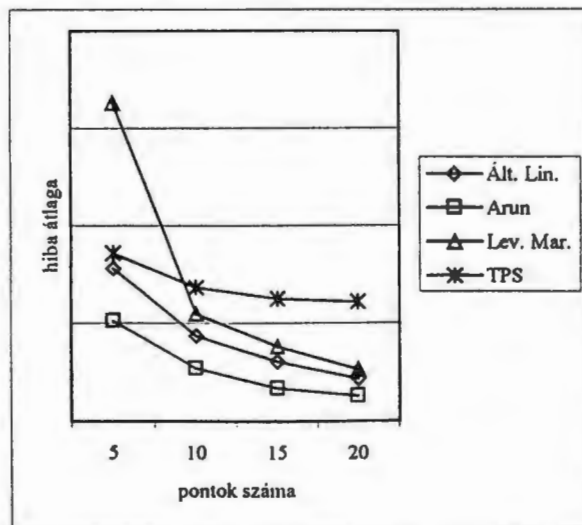
$$q_i \equiv T(p_i) + \epsilon_i \quad i = 1, \dots, n$$

$$r_i = q_i + \eta_i$$

A legjobb illesztést biztosító T^* transzformációt a (p_i, r_i) pontsorozatok között keressük. A megtalált transzformáció hibáját a következőképpen definiáljuk:

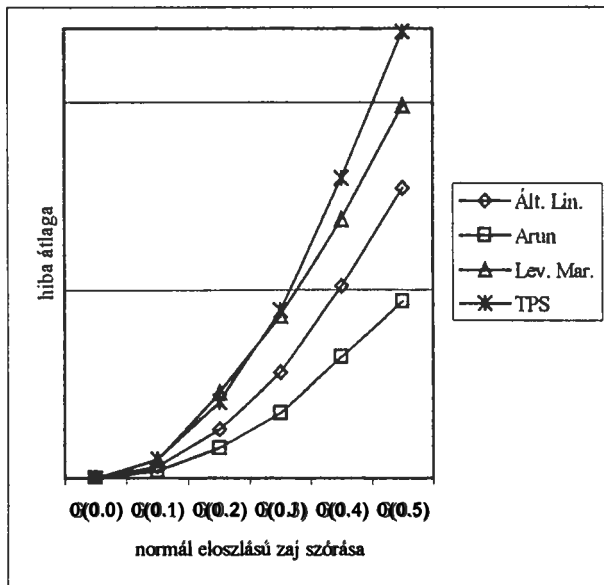
$$e = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \left(T^* \left(\frac{p_i + p_j}{2} \right) - \frac{r_i + r_j}{2} \right)^2$$

Az egyes módszerek hibája függ a pontpárok számától és a kijelölés pontosságától. A 3. ábrán az 500 esetben megismételt, 0.5 szórású normál eloszlású kijelölési lábával végrehajtott vizsgálat eredménye látható. Megállapíthatjuk, hogy valamennyi módszer esetén legalább 10-15 pontpár kijelölése javasolt.



3. ábra A vizsgált módszerek hibázásának mértéke a kijelölt pontpárok számának függvényében.

A 4. ábra az 500 alkalommal 10 pontpáron kiszámított vizsgálat eredményét illusztrálja, különböző mértékű kijelölési hibát modellezve. Megállapítjuk, hogy valamennyi módszer érzékeny a kijelölés pontosságára: a hiba a kijelölés hibájának növelésével exponenciálisan nő.



4. ábra A vizsgált módszerek hibaérzékenysége a pontpárok kijelölési pontosságára nézve.

Távlati célunk további vizsgálatok elvégzése pl. orvosi képek szimulált képrácsain és valós vizsgálatokon (radiológusok által kijelölt anatómiai pontok felhasználásával).

Referenciák

- [1] K.S. Árun, T.S. Huang, S.D. Blostein: Least-Squares Fitting of Two 3-D Point Sets, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 9, 698-700, 1987.
- [2] L. Beolchi, M.H. Kuhl (eds.): Medical Imaging - Analysis of Multimodality 2D and 3D Images, Studies in Health Technology and Informatics, Vol. 19, Amsterdam, IOS Press, 1995.
- [3] F.L. Bookstein: Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 11, 567-585, 1989.
- [4] L.G. Brown: A Survey of Image Registration Techniques, ACM Computing Surveys 24, 325-376, 1992.
- [5] J.D. Foley, A. Van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1991.
- [6] W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, Cambridge, England, second edition, 1992.

- [7] A.R. Robb (ed.): Three-Dimensional Biomedical Imaging, CRC Press, 1985.
- [8] A. Tanács, K. Palágyi, A. Kuba: Medical image registration based on interactively identified anatomical landmark points, Machine Graphics & Vision 7, 151-158, 1998.
- [9] R.H. Taylor, S. Lavellée, G.C. Burdea, R. Mösges (eds.): Computer-Integrated Surgery - Technology and Clinical Applications. Massachusetts, The MIT Press, 1996.
- [10] P.A. Van den Elsen, E.J.D. Pol, M.A. Viergever: Medical Image Matching - a Review with Classification, IEEE Engineering in Medicine and Biology 12, 26-39, 1993.
- [11] S. Webb: The Physics of Medical Imaging (Medical Science series), Bristol, UK: IOP Publishing, 1988.
- [12] T.D. Zuk, M.S. Atkins: A Comparison of Manual and Automatic Methods for Registering Scans of the Head. IEEE Trans. on Medical Imaging 15, 732-744, 1996.
- [13] A. Kuba, Á. Makay, E. Máté: Data processing system for nuclear medicine systems, Int. J. Imaging Systems and Technology 4, pp. 51-56 1992.
- [14] R.A. Robb, D.P. Hanson: A software system for interactive and quantitative visualization of multidimensional biomedical images, Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine 14:9-30, 1991.
- [15] J. K. Udupa, D. Odhner, S. Samarasekera: The 3DVIEWNIX software system. Data format specification: A generalization of the ACR-NEMA standards to multidimensional data, Technical Report MIPG202, Department of Radiology, University of Pennsylvania 1993.
- [16] DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine, ACR-NEMA Standards Publication No. 300-1995, National Electrical Manufacturer's Association, Washington D.C., 1995.
- [17] Tag Image File Format Specification, Revision 5.0, Aldus Corporation/Microsoft Corporation, 1988.

Levelezési cím:
6701 Szeged, Pf. 652

Tapasztalatok a DICOM szabvánnyal a SZOTE-PACS-ban

Nagy Antal, Nyúl László

József Attila Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged

nagya@inf.u-szeged.hu, nyul@inf.u-szeged.hu

Absztrakt

1995-ben, amikor a SZOTE-PACS fejlesztése elkezdődött, a DICOM szabványt [7] választottuk, mint közös fájlformátumot a vizsgálati képek átvitelére. Ebben a cikkben a DICOM-mal kapcsolatos problémáinkat és a megoldásokat fogjuk ismertetni. Tapasztalataink szerint a problémák nagy része a szabványnak a szoftver-gyártók által hibás vagy hiányos megvalósításával magyarázható. Kis változtatások után az adatátvitel különböző rendszerek és modalitások között általában sikeres volt. A szabványt ellenőrző általunk fejlesztett eszközök nagyban segítettek a munkánkat ebben. Külön kitérünk a rendszerben használt automatikus műveletek ismertetésére és ezek továbbfejlesztésére is.

1. Bevezetés

A SZOTE-PACS-et a József Attila Tudományegyetem Alkalmazott Informatikai Tanszéke és a Szent-Györgyi Albert Orvostudomány Egyetem közösen fejlesztte [1, 2, 3]. A cél az volt, hogy a meglévő és új képkalkáló berendezéseket összekössük az egyetemi hálózaton keresztül és összegyűjtsük a vizsgálatokat egy DICOM alapú, Oracle-lel támogatott központi adatbázisban. A rendszer fejlesztése során különböző problémákkal kellett szembenéznünk. Ezek közül kettőt tárgyalunk részletesebben most. Először a problémákat és a megoldásokat mutatjuk be a DICOM szabvánnyal kapcsolatosan. Utána azokat az eljárásokat ismertetjük, melyek a rendszer automatikus működtetését biztosítják. 1996-ban a rendszer ún. kísérleti üzemmódban működött. A napi rutinban főleg azokat a berendezéseket használtuk, amelyek DICOM vizsgálatokat készítenek. A konvertált DICOM (eredetileg nem-DICOM vizsgálatok pl. TIFF, Interfile, ACR-NEMA 2.0) vizsgálatokból alig archivált a PACS rendszer.

2. A DICOM szabvány alkalmazása

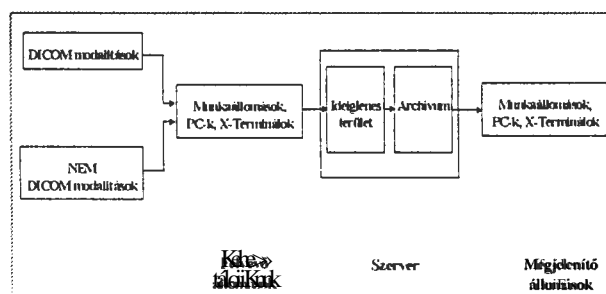
A tapasztalataink szerint a problémák nagy része a komplex, bonyolult és kiterjedt DICOM szabvány megvalósításának a hibájából erednek. A DICOM-mal kapcsolatos munka gyorsítására és ellenőrzésére saját eszköztárat hoztunk létre IDICON néven [4, 5]. Ez magába foglalja az ellenőrző, módosító és konvertáló rutinokat. Az IDICON-t rutinjaival egyúttal 8 gyártó cég DICOM vizsgálatainak terhelésére is alkalmaztuk:

Picker (NM), Siemens (CT), Elscint (NM, MR), Gamma (NM-SPECT), Summit Nuclear Vision (NM), ADAC (NM) és Orel (CR). A cikkben A-tól H-ig hivatkozunk ezekre a képkalkáló modalitásokra. A jelölések és a gyártók sorrendje között nincs semmilyen kapcsolat.

3. Alrendszerök és automatikus eljárások

A SZOTE-PACS funkcionálisan három fő részre bontható: a *felvevő alrendszerekre*, a *szerver alrendszerre* és a *megjelenítő alrendszerekre* (1. ábra) [1, 2, 3].

1. Ábra. A SZOTE-PACS fő részei



A *felvevő alrendszer* felelős a DICOM és a nem-DICOM vizsgálatok összegyűjtéséért, a nem-DICOM vizsgálatok DICOM formátumra alakításáért és az ellenőrzött és tömörített képek automatikus vagy kézi továbbításáért. A felhasználóknak lehetőségük van arra, hogy RIS (Radiology Information System) adatokkal illetve előredefiniált vizsgálati jellemzőkkel egészítsék ki az átküldendő DICOM vizsgálatokat. A RIS adatok automatikus beillesztésénél a felhasználóknak egyértelmű adatokat kell megadniuk a művelet sikeres végrehajtásához. Azok a vizsgálatok, melyek az automatikus eljárások közben hiba miatt nem kerülnek át a központi szerverre, a felvevő állomáson maradnak, ahol a felhasználóknak lehetőségük van a kézi korrigálásra.

A *szerver alrendszer* fogadja a bejövő DICOM vizsgálatokat és a hozzájuk tartozó logfile-okat és különböző alkönyvtárakban tárolja azokat. A központi adatbázisba való automatikus beépítés során a rendszer ellenőrzi az adatokat a helyi adatbázisra vonatkozó szabályok szerint, pl. a betegre vonatkozó adatok egyértelműségét, valamint beépíti azokat az archívumba.

A megfelelő DICOM vizsgálatok szerverről való letöltése után a *megjelenítő állomásokon* a felhasználó megjelenítheti, feldolgozhatja a vizsgálatokat, illetve, ha kívánja, automatikusan HTML oldalakat generálhat a DICOM vizsgálatokból. Az eljárás során a sorozathoz egy főoldal és a hozzá kapcsolódó képek oldalai készülnek el. Ezeket az oldalakat más szabványalkalmazású HTML editorokkal tovább lehet módosítani.

Minden egyes automatikus eljárás a felsorolt részfeladatok sikeres végrehajtását valamint a rendelkezésre álló szabad területet figyelembe véve hajtódik végre. A rendszer az összes tevékenységet naplózza, aminek segítségével egyes események jobban reprodukálhatók.

4. Előzmények

A fejlesztés során és a teszt üzemmódu használat során a következő problémákkal találtunk:

Problémák a File Meta Information Header-rel (a DICOM fájlok eljében lévő, a file kódolását, azonosítását és további fontos adatokat tartalmazó információs rész)

- teljesen hiányzik,
- helytelen Transfer Syntax (az adatok kódolását és byte sorrendjét meghatározó információ) szerint kódolt (Explicit VR Little Endiannak kell lennie),
- A File Meta Information Version (0002, 0001) elem (A File Meta Information Header verzió száma) rossz értékkel van feltöltve vagy egyáltalán nincs értéke.

Általános problémák

- helytelen érték kitöltés,
- helytelen Value Representation (érték ábrázolás)
- hiányzó vagy üres Type 1-es (nem üres kötelező) elemek
- hiányzó Type 2-es (üresen is előfordulható kötelző) elemek,
- helytelen Value Multiplicity (többszörös érték),
- nem megengedett értékek,
- bevezető nullák a Unique ID (egyértelmű azonosító) elemekben,
- ellentmondó ID-k adott betegre, vizsgálatra és sorozatra nézve,
- nem egyedül ID-k különböző modalitások által készített vizsgálatok esetén.

Problémák a Private Data Elemekkel (különböző, egyedül, nem a DICOM szabványban definiált adat elemek)

- rossz helyen vannak,
- helytelen formátumban vannak,
- hiányzó vagy helytelen Private Creator Data Element (Private adatokat létrehozó azonosításra szolgáló Adat Elem) található.

Az 1. táblázatban az imént felsorolt hibák egy részét összegeztük a vizsgált gyártók szerint csoportosítva.

1. Táblázat: Hibák összefoglalása

Kategória	Probléma	A	B	C	D	E	F	G	H
File Meta Information Header	hiányzik	⇐	⇐	⇐		⇐			
	helytelen Transfer Syntax						⇐		
	helytelen Meta Information Version				⇐		⇐	⇐	
Általános	hibás érték kitöltés						⇐		
	hiányzó vagy üres Type 1-es adatok						⇐		
	helytelen Value Representation		⇐						
	Hibás Többszörös Érték				⇐			⇐	
	Nem megengedett értékek		⇐		⇐				
	bevezető nullák az UID-kben	⇐							
Privát adatok	hibás helyen					⇐			
	helytelen formátumban					⇐			
	hiányzó vagy hibás Private Creator Data Element					⇐			

Az előzőekben említett hibáktól eltekintve a vizsgálatokat hiba nélkül tudtuk átküldeni különböző gyártók különböző rendszerei között a DICOM protokoll segítségével (különböző modalitások esetén is).

Automatikus eljárások

Az automatikus eljárásokat a SZOTE-PACS-ben a különböző alrendszerek szerint lehet tárgyalni. A felvevő alrendszernél automatikus adat konvertálást, szerkesztést (RIS adatok és előre definiált vizsgálati paraméterek beillesztése), veszteségmentes képadat tömörítést, DICOM szabvány ellenőrzést és adatátvitelt építettünk be a rendszerbe. A képtömörítés szempontjából statisztikai méréseket végeztünk a megfelelő eljárás kiválasztására. [6]

Az archívumban az adatbázisra vonatkozó ellenőrzést is végrehajtottuk. Ez az ellenőrzés biztosítja azt, hogy a beérkező adatok betegre, vizsgálatra és sorozatra nézve az adatok konzisztensek legyenek. Emellett biztosítottuk az automatikus beépítés lehetőségét is az archívumba.

Végezetül a megjelenítő alrendszer automatikus képképmórtést és HTML forrás file generálást hajt végre, ami az oktatási anyag elkészítésének alapjául szolgálhat.

5. Összegzés

A kis (és néhány nagy) hibáktól eltekintve a vizsgálati adatokat sikeresen vittük át különböző gyártók, különböző rendszerei között (különböző képalkotási eljárások esetén is). A hibák többsége könnyen megtalálható és javítható az általunk kifejlesztett eszköztárral. A különböző modalításokat összefogó PACS rendszereknél szükség van arra, hogy ellenőrizzük, illetve javítsuk a DICOM vizsgálatokat.

Az automatikus eljárások növelik a PACS hatékonyságát. Az így végrehajtott eljárások gyorsabbak és mentesek az emberi hibáktól.

Referenciák

- [1] Kuba A, Csernay L, Kardos L, Alexin Z, Nagy A, Nyúl L, Almási L: Educational PACS at the Medical University in Szeged. *Computed Assisted Radiology*, 1996; pp. 1027
- [2] Kuba A, Alexin Z, Nyúl L, Nagy A, Palágyi K, Nagy M, Almási L, Csernay L: DICOM based PACS and its Application in the Education. *EuroPACS 1996*; pp. 46-49
- [3] Csernay L, Almási L, Kuba A, Kardos L: PACS at Medical University in Szeged for Educational Purposes. *Radiology (Supplement) 1996*; pp. 562
- [4] IDICON Software Documentation.
<http://www.infu-szeged.hu/~idicon/>
- [5] Nyúl L., Nagy A.: A DICOM szabvány megvalósítása és alkalmazásai XX. Neumann Kollokvium, Veszprém, 1996; pp. 177-180
- [6] László Martonossy, László Nyúl, Antal Nagy, Attila Kuba, Olli Nevalainen and László Csernay: Lossless Image compression in SZOTE-PACS: *EuroPACS'98*, Barcelona, 1998, pp. 95-98
- [7] *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): version 3.0*, 1995; vol. 1-12

Levelezési cím:

Nagy Antal
József Attila Tudományegyetem
Alkalmazott Informatikai Tanszék
6701, Szeged, Pf.: 652

Lossy Compression of Medical Images with Information Enhancement

Iván Kopilovic, Tamás Szirányi

University of Veszprém, Department of Image Processing and Neurocomputing, Veszprém
kopi@silicon.terra.vein.hu
sziranyi@sztaki.hu

Abstract

There arises a need for low bit rate image compression whenever there are serious transmission or storage constraints. Effective low bit rate compression can only be facilitated by sacrificing certain amount of image content. It is desirable that only features bearing the essential visual information be mediated and that insignificant details be omitted. The question is how to distinguish "important" and "less important" features in the image. This paper presents how anisotropic diffusion can be used for information enhancement and for low bit rate compression quality improvement. We hope that this method will find applications in medical imaging at least for educational and archival purposes.

1. Introduction

Lossy compression of sampled digital medical images usually is forbidden: we may lose important information about the small details of the visually hard-to-detect image. However, the effective compression of such images are often necessary: archival saving of the patient's curriculum with the characteristic details, or - which becomes more important up to now - doctors' conference via Internet or Intranet using many images in real-time. Working with many of high-resolution images, when transmitting them, it is necessary to compress images to a very compact size. Below a given size, it is only possible to apply lossy compression. There are special image transforms, compression, and enhancements, where the important diagnosis content remains while other - unnecessary - small details are deleted through the compression.

In this paper we show examples for the above enhancement and compression method testing the effect with a psycho-visually adapted HVS distortion measure (MPSNR) [4].

2. Information Enhancement with Anisotropic Diffusion

Anisotropic diffusion is a non-linear, adaptive filtering method ([9]). It is accomplished by iterating the partial differential equation,

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \text{div}(g(|\nabla u|) \nabla u),$$

where u is the image and g is a scalar valued function controlling the intensity of the diffusion so that the diffusion is inhibited at region boundaries (edges). In this way, the information on edges is retained, while noise and less important details disappear. Anisotropic diffusion is the result of the general theory of multiscale analysis, which aims to find those operators on images that make the fundamental information on object shapes and boundaries explicit [1,2], i.e. it deals with low-level interpretation of images. The latter is accomplished by extraction of psycho-visually relevant information and removal of unimportant details.

3. Compression with Enhancement

We suggest an improvement in the use of the standard and widespread JPEG compression ([5]). The problem with JPEG is the well known blocking effect. There were many attempts to reduce the artefacts by post-processing the decompressed images ([6]). We propose an anisotropic diffusion pre-processing step to JPEG compression as a means of blocking effect reduction. If good compression is desired, loss of information will necessarily occur. It is thus important that the relevant visual information be preserved and that only information of little or no importance for the diagnosis be lost. Preliminary smoothing to compression is not a new idea, it is a built-in option in JPEG. But it is an unconstrained smoothing and leads to smearing and dislocation of edges. It was included in JPEG to decrease the blocking effect. In contrast to unconstrained smoothing anisotropic diffusion performs adaptive enhancement. Moreover, the adaptive smoothing property enables better compression, since local variations of the signal decrease. The compression is higher and the artefacts are reduced at the expense of loss of some details.

We think that for certain types of medical images and applications this compromise is allowable (video conferencing, archival purposes etc.).

Figures 3.1-3.3 illustrate the idea of information enhancement. A standard test image was compressed with and without anisotropic diffusion pre-processing. Details of the resulting images are shown in figures.



Figure 3.1. Detail of the standard test image Barbara.



Figure 3.2. JPEG without pre-processing. Compression ratio is 35:1.



Figure 3.3. JPEG with AD pre-processing. Compression ratio is 35:1.

The standard JPEG compression resulted in blocking effect producing false details. However the compression preceded by anisotropic diffusion pre-processing lacks the blocking effect and although the fine texture of the cloth has disappeared no spurious details have been created. This is what information enhancement exactly means; drop the small scale details (texture or noise) and

emphasise factors playing the main rôle in visual perception (edges, flat regions, [3]) without producing false details.

4. Results

Numerous standard test images have been tested for compression with preliminary enhancement described in the previous section. An example was shown through Figures 3.1-3.3.

To compare the quality of the compressions, a distortion measure based on a model of the Human Visual System (HVS) described in [4] was used. In Figure 4.1 results for the test image Barbara are shown in terms of MPSNR (Masked PSNR) which is the output of the HVS measurement system. The image quality is better for bigger values of MPSNR. The compression is higher for smaller bit/pixel values. Apparently, for low bit rates (small bit/pixel values or higher levels of compression) the quality of the pre-processed images becomes better than the quality of the image compressed without preliminary AD processing. This coincides with the observations made in case of Figure 3.1.

Figures 4.2-4.6 form a case study for medical imaging applications. The test image in this case was a microscopic image of a tissue. The image has been compressed with various methods. The following facts are apparent from the images:

- The compression without pre-processing resulted in blocking effect, spurious details have been created.
- When pre-processed with linear diffusion (which is the equivalent of the Gaussian blurring) the blocking effect has disappeared, but the sharpness of the contours has been lost.
- The pre-processing with anisotropic diffusion reduced the blocking effect while preserving the sharpness of the contours and by the same token eliminating the noise. For this reason we can regard AD as an adaptive filter.

Figures 4.5 and 4.6 show the results for two different types of AD processes. The first one is guided by an equation proposed in [1] and is known as the Pure AD Equation or the Mean Curvature Motion Equation. The second one is known as the Perona-Malik AD Equation [2,9].

5. Conclusion

We have presented a simple way of compressing certain medical images for archival purposes and for applications that require fast transmission through computer networks (network conferencing). Compression is preceded by adaptive filtering with anisotropic diffusion. Our experiments show that this pre-processing does not affect the visibility of important features in the image, moreover it reduces the disturbing artefacts.

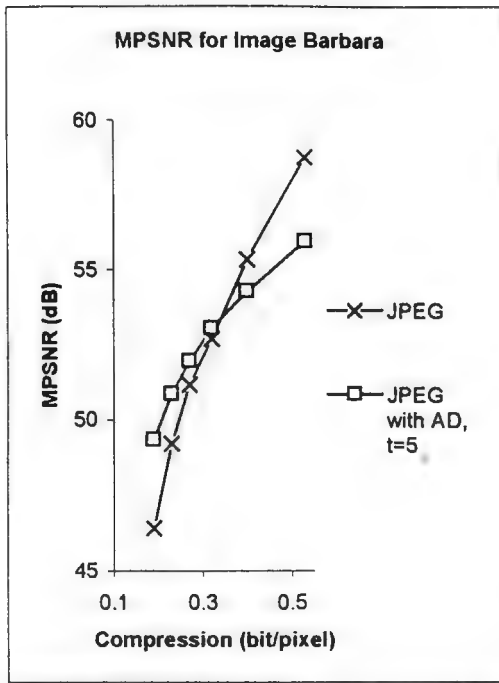


Figure 4.1. Result of the HVS measurements for the standard test image Barbara .

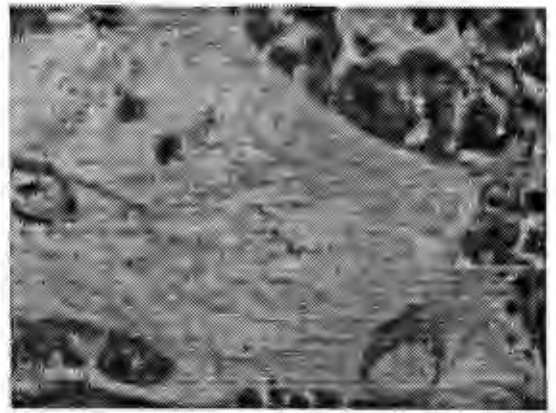


Figure 4.4. Image compressed after processing with linear diffusion. Compression ratio 25:1.

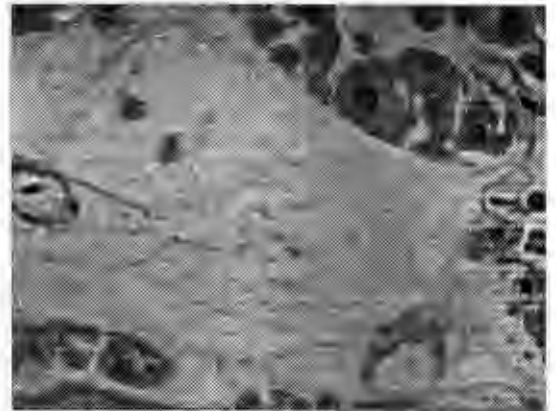


Figure 4.5. Image compressed after processing with anisotropic diffusion (Mean Curvature Motion Equation). Compression ratio 25:1.

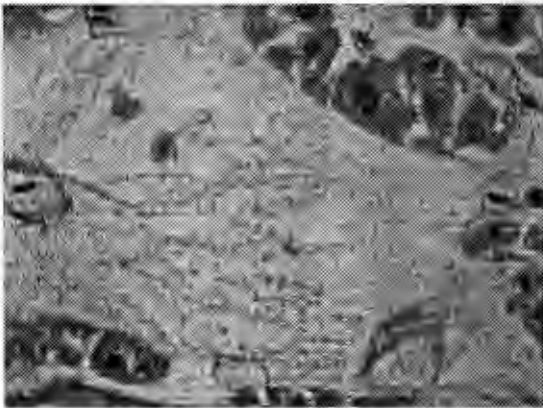


Figure 4.2. The original microscopic image.



Figure 4.6. Image compressed after processing with anisotropic diffusion (Perona-Malik). Compression ratio 25:1.

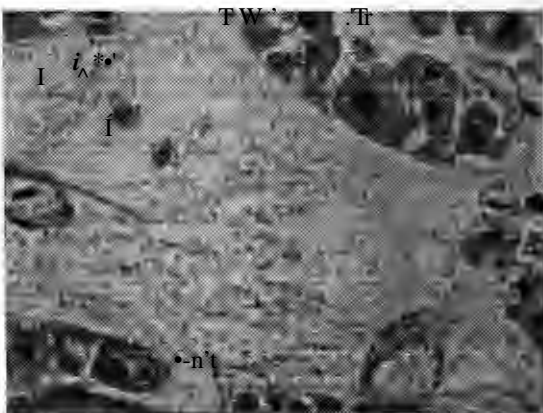


Figure 4.3. Compression without pre-processing. Compression ratio 25:1.

References

- [1] Alvarez, L., Morel, J.M.: *Morphological Approach to Multiscale Analysis: From Principles to Equations*, Geometry - Driven Diff. In Computer Vision, Kluwer Academic Publishers, 1992, pp.229-253
- [2] Catté, F., Coll, T., Lions, P.L. and Morel, J.M.: *Image selective smoothing and edge detection by*

- nonlinear diffusion*, SIAM J. Numerical Anal., 1992, Vol. 29, pp.182-193
- [3] Farvardin, N., Ran, X.: *A Perceptually Motivated Tree-Component Image Model*, Video Coding, The Second Generation Approach, Kluwer Academic Publishers, 1996, pp.337-376
- [4] Lambrecht, C., J., B., Verschewre, O.: *Perceptual Quality Measure Using a Spatio - Temporal Model of the Human Visual System*, Proceedings of the IS&T Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology, 1996
- [5] Lamers, F.: *JPEG - Decoder als virtuelles Videogerät*, Studienarbeit, Institut für Betriebs- und Dialogsysteme, Universität Karlsruhe, 1995.
- [6] Lee, Y., L., Kim, H., C., Park, H., W.: *Blocking Effect Reduction of JPEG Images by Signal Adaptive Filtering*, IEEE Transactions on Image Processing, Vol.7, No.2, 1998, pp.229-234
- [7] Sziranyi T., Kopilovic I.: *Anisotropic Diffusion Pre-Processing Step to Image Compression*, Proceedings of ICPR '98, 1998, pp. 1565-1567
- [8] Lindeberg, T., Haar Romany, B.M.: *Linear scale-space II: Early Visual Operations*, Geometry - Driven Diff. In Computer Vision, Kluwer Academic Publishers, 1992, pp. 60-61.
- [9] Perona, P., Shiota, T., Malik, J.: *Anisotropic Diffusion*, Geometry - Driven Diff. In Computer Vision, Kluwer Academic Publishers, 1992, pp.73-92

Levelezési cím:

Kopilovic Iván, Veszprémi Egyetem Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék 8200 Veszprém, Egyetem u. 10

Szirányi Tamás, Veszprémi Egyetem Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék 8200 Veszprém, Egyetem u. 10

Valós idejű képátviteli rendszerek orvosi alkalmazásai

Göögös Barnabás¹, dr. Vonderviszt Lajos², Molnár Gergely¹

Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék¹,
ELTE Információtechnológiai Központ²

Abstract

Az információs forradalom eredményeként az élet számos területén jellemnek meg a nagysebességű információ feldolgozó és továbbító rendszerek. Az ilyen rendszerek lehetővé teszik olyan új szolgáltatások kifejlesztését, mint a valós idejű, stream jellegű mozgókép kommunikáció, aminek az egészségügy területén is számos hasznos alkalmazási területe van. Ebben a munkában áttekintjük a nagysebességű számítógép-hálózatokra alapuló mozgóképátvitel orvosi alkalmazásainak speciális igényeit. A mozgóképet tartalmazó kommunikációs folyamatra pedig bevezetünk egy forrásmodellt, aminek segítségével ezek az igények kielégíthetők és az átvitel során biztosítható a kívánt minőség.

1. Bevezetés

Napjainkra a számítógépes kommunikáció, a különböző számítógép-hálózatok világszerte elterjedtek és teljesen mindennapivá váltak. Egyre újabb és egyben nagyobb teljesítményű rendszerek jelennek meg a piacon, amik egyre jobb szolgáltatásokat nyújtanak. A hálózatok sebességének növekedése olyan szintet ért el, hogy elvben lehetővé vált a mozgókép és hangátvitel támogatása, amit az orvosi alkalmazások is nagyszerűen kihasználhatnak. Egy új, magyar fejlesztésű képalkotó rendszer segítségével például számos nagy pontosságot követelő műtét válhat egyszerűbbé. Azoknál a beavatkozásoknál, ahol nagy pontosságot kell elérni, eddig a kinagyított képet egy képernyőre vetítették. Ennek az eljárásnak az a hátránya, hogy a műtétet végző orvosnak meg kellett osztania a figyelmét a beteg és a monitoron látható kinagyított kép között. Az új eszköz egy különleges szemüveg, ami a monitor helyettesíti. A berendezés úgy vetíti a kívánt képet a szemüvegre, hogy az körülbelül az üveg síkjától két méterre fókuszálva élessé válik, egyébként azonban nem látszik. Az eszköz segítségével az orvosnak nem kell elfordítania a fejét a betegről, hanem egyszerűen a virtuális monitor távolságára kell fókuszálnia, ahol azonnal láthatóvá válik a kinagyított kép. Az említett és már létező

eszköz előnyeit tovább növelné, ha kérdéses mozgókép folyamatot digitalizálva egy integrált kommunikációs hálózaton keresztül továbbítani lehetne a kórház, a város vagy akár a világ bármely más pontjára.

Az ilyen és a hasonló alkalmazások sávszélesség szükségletének kielégítésére — megfelelő tömörítési eljárás használata esetén — a modern eszközök már alkalmasak. A hálózatoknak azonban a mennyiségi növekedésen túl — kíváltképp az egészségügyi informatikában — számos minőségi feltételnek is meg kell felelniük. Egészségügyi kép vagy mozgókép továbbításakor csak igen szigorú megszorításokkal alkalmazhatók a más területen elterjedt veszteséges képtömörítő eljárások ugyanis előfordulhat, hogy ezek az algoritmusok pont az orvosi szempontból legérdekesebb részleteket szűrik ki a képből. Valós idejű mozgókép továbbításakor ráadásul nincs mód a blokkolt csomagok újraküldésére, tehát az adatátvitel során nagyon pontosan be kell tartani a kommunikáció minőségi paramétereit, például a csomagvesztési valószínűséget vagy a késleltetést. Tehát mint azt már annyiszor megfigyelhettük a mennyiségi növekedés olyan igényeket szült, amelyek teljesítéséhez minőségében is átalakult hálózati szabványokra van szükség. A jelenleg elterjedt számítógép-hálózatoknál ugyanis nem lehet meghatározni a szolgáltatás minőségét, vagyis a kommunikáció során jelentkező csomagvesztésnek illetve a késleltetésnek, mint minőségi paramétereknek a minimumát.

A minőségi paramétereket is kielégítő többfunkciós hálózatok kifejlesztése már elkezdődött. Egy ilyen kezdeményezés az ATM Fórum által fejlesztett Asynchronous Transfer Mode (ATM) [1][2][3] szabványnak megfelelő hálózat. Az ATM egyaránt képes kezelni mozgókép, hang és számítógépes adat továbbítását ezért alkalmas az említett képfolyam átvételére is. Mindezt meghatározott minőséggel (Quality of Service, QoS) teszi, ami azt jelenti, hogy az átvitt kép minősége lényegében nem különbözhet a forrásnál tapasztalttal. A hálózat minden adatfolyamot 53 byte hosszú csomagokká, úgynevezett cellákká tördel, ami a kommunikáció alapegysége és függetlenül a forrástól minden adat ilyen cellák formájában jut el a célig.

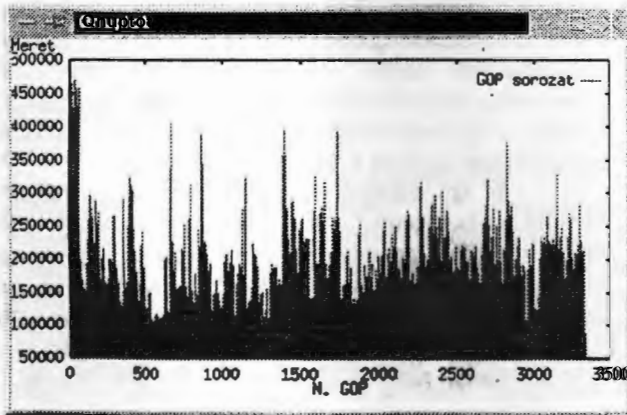
Az ATM hálózat támogatja a tömörített képátvitelt is, — úgynevezett VBR (Variable Bit Rate) forgalom — de ilyenkor csak nagyon bonyolult

algoritmussal biztosítható a szolgáltatás minősége. [4] Ennek az oka, hogy VBR típusú forgalom esetén igen nehéz megítélni, hogy egy kapcsolat még engedélyezhető egy kommunikációs vonalon a már folyamatban lévő QoS paramétereinek megsértése nélkül vagy nem. Ezt a döntést az ATM hálózatoknál az úgynevezett CAC (Connection Admission Control) algoritmus hozza meg. Az optimális CAC algoritmus kidolgozásához elemezni és modellezni kell a hálózati forgalmat, így az orvosi alkalmazások által generált forgalmat is. Ebben a munkában egy olyan sztochasztikus modellt mutatunk be, ami a felhasznált hálózati erőforrás szempontjából jól írja le a mozgóképet generáló alkalmazások igényeit.

Mivel a tömörítési eljárás nagymértékben meghatározza a mozgókép folyam erőforrás igényét, ezért az ezt modellező algoritmusnak is elsősorban erre kell épülnie. A digitalizált mozgóképek egyik legelterjedtebb tömörítési módszere az MPEG-2 eljárás. Munkánkban először ismertetjük ezt az algoritmust, majd MPEG-2 tömörített mozgókép folyamatok elemzésével bemutatjuk azokat a problémákat, amik megnehezítik a modellalkotást. Az utolsó részben bemutatjuk az effektív sávszélesség fogalmát és bebizonyítjuk, hogy használata esetén a bemutatott sztochasztikus modell alkalmas a kérdéses tömörített mozgókép folyamatok erőforrás igényeinek vizsgálatára.

1. Az MPEG-2 algoritmus

Az MPEG-2 algoritmus a mozgókép egymás után következő képeinek tömörítéséhez három módszert használ. Az "I" típusú tömörítési eljárás egy úgynevezett entrópia tömörítés, ami lényegében nem különbözik az egyéb nem mozgóképet tömörítő algoritmusoktól. A "P" típusú tömörítés figyelembe veszi, hogy a mozgóképeknél az egymás utáni képek között sokszor csak nagyon kis eltérés van, ezért az előző kép és az aktuális kép közti különbséggel számol.

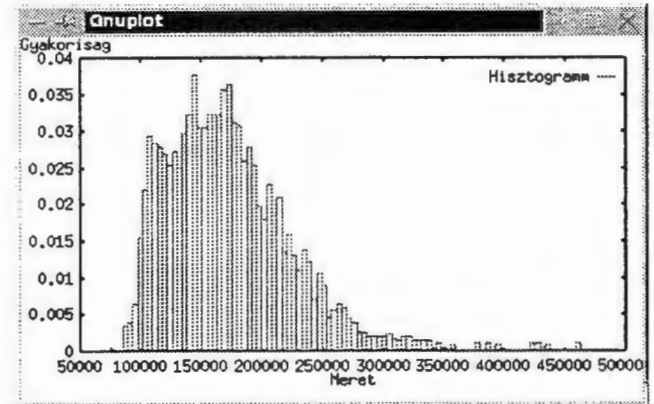


1. Ábra

A "B" típus hasonlít a "P" típushoz, de a tömörítéshez nem csak az előző képet veszi figyelembe, hanem a következőt is. Az "I", a "P" és a "B" típusú képek meghatározott sorrendben követik egymást, általában a következő módon: I,B,B,P,B,B,P,...,BBI... Az "I" képtől "I" képig tartó szakaszt GOP -nak (Group of Picture) nevezik. Egy ilyen bonyolult szerkezetű folyamatra igen nehéz lenne sztochasztikus modellt illeszteni, ezért a képek helyett a GOP-t tekintettük alapegységnek. Ez az egyszerűsítés azért engedhető meg, mert a GOP-on belüli képméret különbségek bufferek segítségével szinte teljesen eltüntethetők. [5] Az első ábrán egy ilyen GOP sorozatot látunk.

2. Forgalmi modellek

Az 1. ábra folyamatának modellezésére a legegyszerűbb eljárás az lenne, ha az egymás utáni GOP méreteket független eseményeknek tekintenénk, amiket egy valószínűségi változó modellezne. A minőségi paraméterek meghatározásához ekkor elég lenne a 2. ábrán látható hisztogram is, ami az egyes GOP méretek relatív gyakoriságát ábrázolja, vagyis a szóban forgó valószínűségi változó sűrűségfüggvényét közelíti.



2. Ábra

Sajnos azonban az egymás utáni képméretek egyáltalán nem tekinthetők független eseménynek. A 3. ábrán látható autokorrelációs függvény azt mutatja, hogy a még egymástól viszonylag távol eső képméretek is igen szoros összefüggésben vannak egymással ezért az előbb tárgyalt egyszerű megközelítés a valóságban nem alkalmazható. Az ilyen nagy korrelációval rendelkező sztochasztikus folyamatokat az autoregresszív markov folyamatokkal lehet a kellő pontossággal modellezni. Ennek alapján a képméreteket a következő egyenlet írja le:

$$x_n = \sum_{i=1}^k a_i x_{n-i} + \sigma \epsilon_n + m$$

Ahol

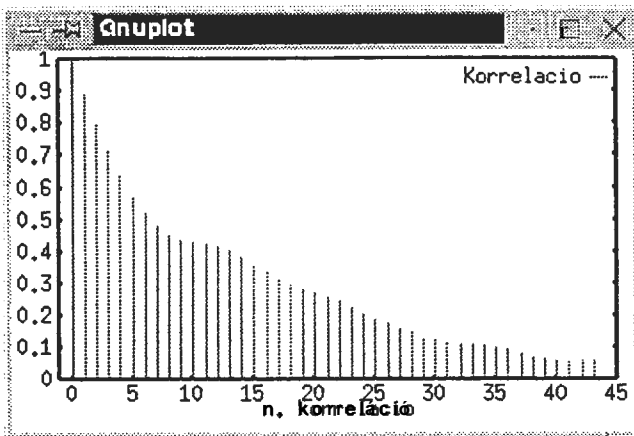
x_n : az n . kép mérete mínusz a várható érték

\hat{a}_j : súlytényező

σ : a folyamat szórása

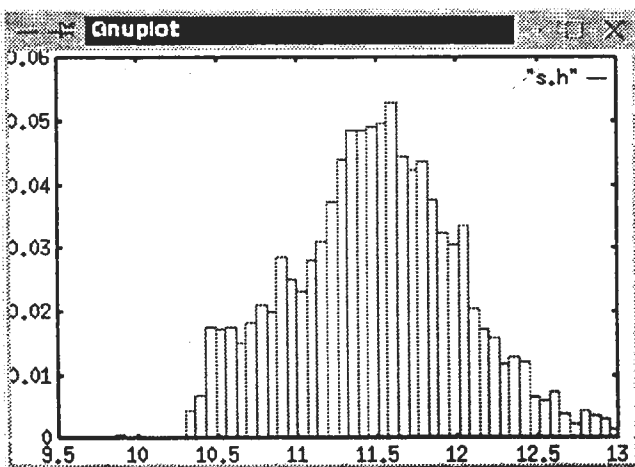
e_n : sztenderd normális valószínűségi változó

m : a folyamat várható értéke



3. Ábra

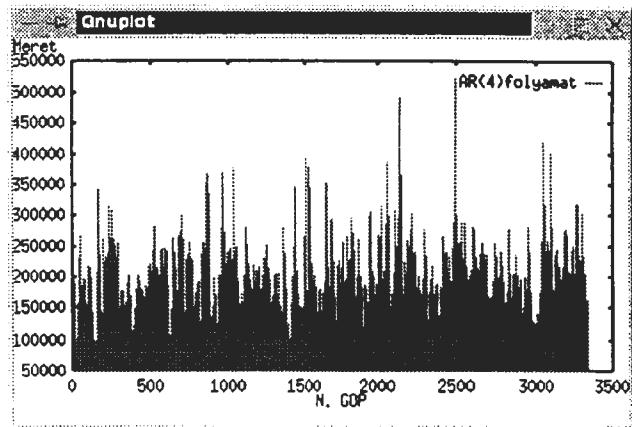
A 2. ábrán látható, hogy az eredeti folyamat hisztogramja aszimmetrikus, így a sztochasztikus jellegét biztosító szimmetrikus sűrűségfüggvényű normális eloszlással nehéz lenne pontos modellt alkotni. Szerencsésebb ezért az eredeti folyamat valamely transzformált folyamatát modellezni.



4. Ábra

A 4. ábrán látható az eredeti folyamat logaritmusának hisztogramja, amiből látható, hogy a transzformált folyamatra már jóval pontosabban lehet a

modellt illeszteni. Az 5. már a markovi modell alapján kiszámolt folyamat látható.



5. Ábra

3. Effektív sávszélesség

Az előző részben felvázolt sztochasztikus modell csak akkor használható, ha segítségével ki lehet számolni az eredeti forrás QoS paramétereit. A legfontosabb ilyen paraméter a cellavesztési valószínűség, hiszen a rendszer viszonylag kis bufferekkel dolgozik, éppen a valós idejű forgalom támogatása miatt. Cellavesztés viszont akkor fordulhat elő, ha egy kommunikációs vonalra irányított forgalom összessége nagyobb, mint a vonal sávszélessége. A cellavesztés szinten tartására használt egyik CAC stratégia az effektív sávszélesség használata. Ezt úgy határozzák meg, hogy ha az elfogadott kapcsolatokhoz rendelt effektív sávszélesség összege kisebb, mint a vonal sávszélessége akkor a cellavesztési valószínűség is kisebb, mint az QoS határ. Az effektív sávszélesség lehetséges minimuma a folyamat várható értéke maximuma pedig a folyamat maximuma. Természetesen a pontos érték függ a vonal sávszélességétől. Végtelenhez közelítő vonalkapacitás esetén — az egymással összeadóó folyamatok kiegyenlítődése miatt — az alsó határhoz közelít, a folyamat maximumával megegyező kapacitás esetén viszont egyenlő a felső határral.

Az így definiált effektív sávszélesség analitikus kiszámítása bonyolult modell esetén igen nehéz, kísérleti úton közelítő tapasztalati érték viszont egyszerűen meghatározható. Kiszámításához egyszerűen ki kell próbálni, hogy adott kapacitású vonalra, adott cellavesztés mellett hányszor fér rá a kérdéses folyamat. A kísérlet az összes folyamat esetén a következő eredményre vezetett:

$$y = \frac{c}{x} + m$$

Ahol:

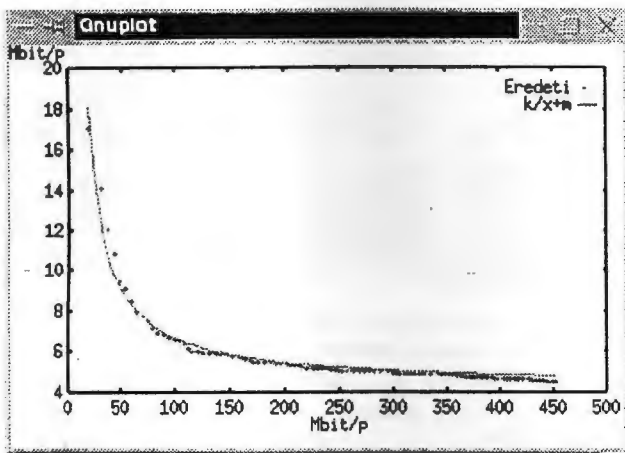
y : az effektív sávszélesség

c : konstans

x : a rendelkezésre álló sávszélesség

m : a folyóirhat várható értéke

Megfigyelhető, hogy az effektív sávszélesség tényleg tart a várható értékhez, ahogy a vonal kapacitása tart a végtelenhez. A 6. Ábrán a közelítés eredménye látható.

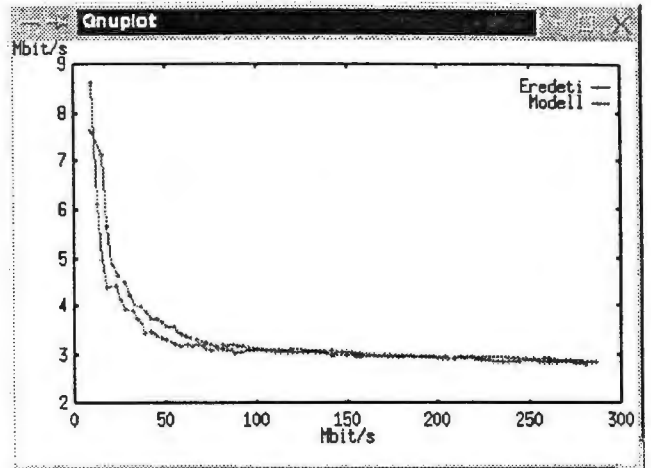


6. Ábra

A fentiek alapján a belátható, hogy egy forgalom modell helyesen írja le a valós folyamatokat vagy sem. Ha ugyanis a modell effektív sávszélesség függvénye megegyezik az eredeti folyamatéval, vagy legalábbis jól közelíti azt, akkor a CAC szempontjából a modell helyes. A 7. ábrán együtt látható egy eredeti képméret folyamat és az autoregresszív modell effektív sávszélesség függvénye. Jól megfigyelhető, hogy nagyobb sávszélességű vonalak esetén a két függvény szinte teljesen megegyezik.

4. Összefoglalás

Ebben a munkában felvázoltuk, hogy milyen új alkalmazási lehetőségei vannak a nagysebességű számítógép-hálózatok valós idejű szolgáltatásainak az egészségügyi informatikában. Áttekintettük, hogy az orvosi alkalmazások esetében milyen különleges igények léphetnek fel, végül bevezettünk egy sztochasztikus autoregresszív modellt a valós idejű mozgókép átvitel erőforrás igényeinek matematikai leírására. Megmutattuk, hogy a modell helyesen írja le az eredeti folyamatokat, vagyis azt, hogy segítségével ki lehet számítani az eredeti folyamatok QoS paramétereit.



Referenciák

- [1] Stan Schatt: *Hogyan működik az ATM*, Panem-McGraw-Hill, 1996
- [2] James Martin: *Asynchronous Transfer Mode*, Prentice Hall, 1997
- [3] Art Edmonds, Jr.: *ATM network planning and implementation*, Thompson Computer Press, 1997
- [4] J. Levendovszki és társai: Call admission control of ATM networks based on modulation Markov chains, *Journal on Communications*, 1996, vol.: XLVII, old: 19-4
- [5] S. S. Lam és társai, A Lossless Smoothing Algorithm for Compressed Video, *Transactions on Networking*, 1996, vol.:4, old.: 697-11

Levelezési cím:

Veszprémi Egyetem, Informatikus Rendszerek Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem utca 10-12

Kvantitatív vizsgálatok a nukleáris medicinában

Normál kontroll meghatározásának matematikai módszere

Dudásné Nagy Marianna, Máté Eörs

JATE, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged

e-mail: {marosi,mate}@inf.u-szeged.hu

Abstract

Az izotópdiagnosztikai vizsgálatok kvantitatív kiértékelése során sok esetben alkalmaznak egészséges populációra jellemző adatokat. Cikkünkben olyan eljárást mutatunk be, mellyel egészséges szervek működésére (pl. szív működésére) jellemző adatot tudunk előállítani már meglévő, válogatottan beteganyag felhasználásával. Ismertetjük a szívizom vizsgálatának technikáját, a kiértékeléshez használatos normál profilgörbe előállításának általunk kidolgozott matematikai módszerét. Új normalizálási eljárást adunk a diagnosztikai kardiológiában alkalmazott cirkumferenciális profilgörbék értelmezéséhez.

1. Normál adat

A nukleáris medicinai vizsgálatok kvantitatív kiértékelése során jelentős szerepet játszanak azok az eljárások, melyekben egészséges szervek jellemző adataival vetik össze a beteg adatait. Ehhez szükséges kiindulásként egy ún. *normál kontroll-csoport*, mely egészséges személyekből álló populáció. Az adataimat általában tekintjük *normál átlagnak*. A kérdéses vizsgálat a kiértékeléskor akkor tekinthető negatívnak, ha a beteg adata egy előre meghatározott normál range-en belül van. Ezt a range-et a klinikai gyakorlatban a normál átlag \pm a normál populáció kétszeres szórása, röviden a *normál alsó ill. felső küszöb* határozza meg.

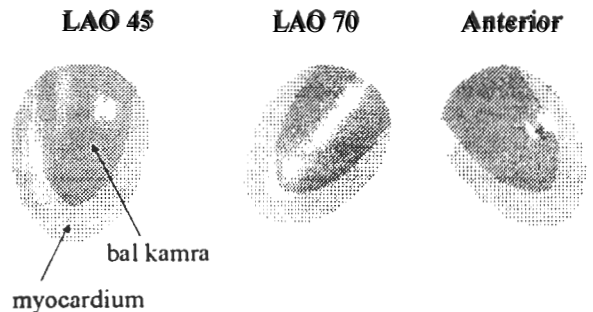
Az adatgyűjtés legegyszerűbb, ámde nem feltétlenül etikus és költségkímélő módja az önkéntesen végzett vizsgálat. Mivel az izotópdiagnosztikai vizsgálatok során a beteg sugárterhelésnek van kitéve, egészséges személyeket ilyen eljárásnak alávetni *etikailag* nem megengedhető. Tekintethetnénk normál populációnak a meglévő vizsgálati anyagok közül a leletező orvos által negatívnak ítélt felvételeket, viszont ez orvosi szempontból nem minősül normálnak. További problémát jelent, hogy különböző kamerák a különböző technikai paraméterek miatt más-más normál értéket adnak, így a minta összeállítását kameránként kell végezni.

Olyan eljárást dolgoztunk ki, melynek segítségével meglévő betegkollektíva adatait felhasználva,

matematikai módszer alkalmazásával egészséges szervek jellemző adatot tudunk előállítani. Az eljárást szívizom vérátfolyásának (perfúziójának) vizsgálatára [4] [7] alkalmaztuk.

2. Szívizom perfúziójának planáris vizsgálata

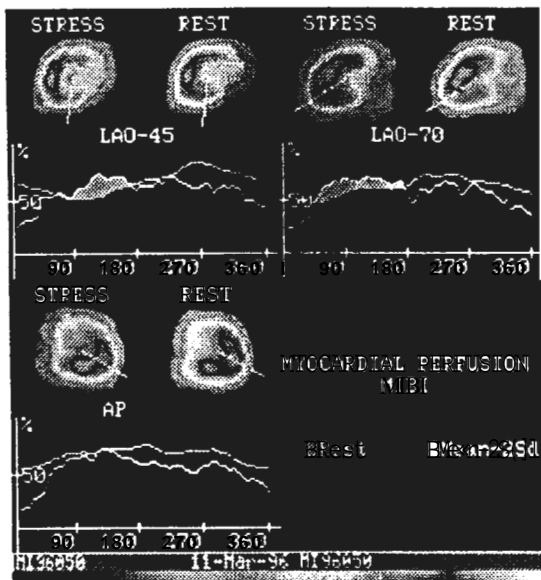
Szokásos módon 3 irányból készült planáris képből áll a vizsgálat. Amennyiben a beteget terhelés alatt is vizsgálják, úgy a későbbi, nyugalmi állapotban a felvételeket megismétlik, így összesen 6 kép áll rendelkezésre. A szívizom sematikus vetületi képeit az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra A bal kamra vetületi képei szemből nézve pozitív irányban haladva 45° (left anterior oblique 45°), 70° (left anterior oblique 70°) ill. 0°-os (anterior) szögben

A kiértékelés úgy történik, hogy háttérlevonás [5] után a kamratartalom megfelelő kijelölt ROI-t (region of interest) vizsgáljuk. A képen az alacsony aktivitású terület jelzi a perfúziós defektust. Ahol a nyugalmi állapotban a vérátfolyás normalizálódik, ott átmeneti defektus ún. ischemia lépett fel. Ellenkező esetben a kiesés állandósul, ami az adott szívtartalom elhalását (infarktus) jelenti. Szokás a vizuális kiértékelés lehetőségein kívül az ún. cirkumferenciális profilanalízist [2] alkalmazni, melynek lényege, hogy a képet polár koordináta-rendszerben ábrázoljuk. Az orvos kijelöli a felvételen a kamra középpontja és a szívcsúcs közötti szakaszt. A görbe egy pontja a sugárirányú maximumot reprezentálja. A felosztás 6 fokként történik, tehát 60 pontból áll egy ilyen profilgörbe

(circumferential profile curve, CPC). Az így kapott görbét vetjük össze az alsó normálküszöbvel. A limit alatti területek kórosnak minősülnek. Megerősíti a diagnózist, ha több irányból is látható a kiesés. A 2. ábra egy ilyen vizsgálat eredményét mutatja.



2. ábra. Planáris, 3 irányú myocardiális perfúziós vizsgálat eredménye, a nyugalmi állapotú felvételek profilgörbéinek értékelésével. A görbéknel a folt jelöli a defektus helyét és mértékét. 180° a szívcsúcs iránya, a körüljárás negatív

3. A módszer elve

Módszerünk alapelve, hogy meglévő, válogatatlan betegpopuláció adataiból indulunk ki, s minden egyes mintából kiliagyjuk a betegnek ítélt terület adatait. Az így kapott adatot használjuk már *normál populáció* (N_POP) megfelelő értékeket tartalmaz. Ennek pontonkénti átlaga tekintendő *normál átlagnak* (N_MEAN), s a szórás számítása után a korábban említett módon megadható az *alsó normálküszöb* (N_LOWER). A kizárásokat végző döntési eljárásban csak matematikai módszereket alkalmazunk, orvosi megítélés a kizárásokban nem játszik szerepet. Az N_POP, N_MEAN és N_LOWER kiszámítása iterációval történik. A normál CPC-k generálására kidolgozott módszert mind a nyugalmi, mind a terheléses vizsgálatra irányonként el kell végezni.

Feltételezzük, hogy a rendelkezésre álló vizsgálatok teljesítik az alábbi két feltételt:

1. Hipotézis:

A kollektívában nincs sok olyan beteg, akinél a szívizom nagyobb, mint 50%-án van vérellátási zavar.

2. Hipotézis:

A kollektívában viszonylag egyenletes eloszlású az alulperfundált szívizomterületek elhelyezkedése.

4. Algoritmus normál CPC generálására

Inicializálás

NIPOP: a kiindulási adatok a vizsgált irányhoz (LAO45, LAO70 vagy AP) és állapothoz (nyugalmi vagy terheléses) tartozó CPC-k.

NJMEAN: a görbékbeli pontonkénti átlag képzésével előállított referenciagörbe.

Iteráció (egy lépése)

- Minden vizsgálat eredeti CPC-jén végrehajtjuk az alábbi eljárást:
 - A görbe értelmezési tartományát ekvidisztáns intervallumokra, dekádokra (tizedrészt) osztjuk.
 - Dekádonként vesszük a referencia görbe és a vizsgált görbe arányát (ez a 'defektus mértéke' az egyes szívtartományokon);
 - Kiszámoljuk az 5 legkisebb defektus-mérték átlagát (*mean*). Az 1. Hipotézis szerint ez az 5 érték biztosan egészséges szívtartományt jelöl;
 - A továbbiakban a 10 dekád közül mindazokat felhasználtuk, ahol a defektus-mérték egy bizonyos küszöbérték alatt marad (a döntési eljárásban alkalmazott limitet tapasztalati tények alapján határoztuk meg: $1.25 * mean$). Ezeket a dekádokat tartottuk *egészséges perfúziójúnak*;
 - Az egészségesnek ítélt szívtartományok defektus-mértékeit átlagolva egy normálizációs tényezőt adtunk meg (*ref_val*);
 - A vizsgált görbét *ref_val*-al pontonként szorozva normálizáljuk N_MEAN-hez, összemérhetővé téve így a CPC-t a kollektíva többi görbéjével;
 - Töröljük azokat a dekádokat, amelyeknél az arány túl magas. A megmaradt görbeszeletek kerülnek N_POP-ba (Ezzel a lépéssel a csökkent perfúziójú területeket kizárjuk.);
- Az így előállt N_POP alapján kiszámítjuk az N_MEAN görbe értékeit. (Az N_MEAN átlaggörbe meghatározásához minden görbét csak a nem törölt tartományokon használunk fel. A 2. hipotézis biztosítja, hogy az átlaggörbe mindenütt definiált legyen.)

Amikor az iteráció utolsó két lépéséből kapott N_MEAN eltérése egy korábban meghatározott küszöbérték alá kerül, az iteráció véget ér.

Az iteráció utolsó lépésében kapott N_POP, N_MEAN és az ebből kiszámított N_LOWER szolgáltatják a normál adatokat.

5. Diskusszió, eredmények

Az eljárás helyességének tesztelésére 83 beteg adataiból álló populációt vizsgáltunk meg [3] [8], melynek 57%-ánál diagnosztizáltak myocardiális perfúziós defektust. Összesen 64 terheléses és 97 nyugalmi állapotban készült felvétellel dolgoztunk. Az N_POP, NJMEAN és

N_LOWER meghatározásához a fenti beteganyagból véletlenszerűen kiválasztott 32 beteg vizsgálatait használtuk fel. Az automatikus kiértékelést az így kapott normál görbével minden mintára elvégeztük. Referenciaként a felvételt végző, lelevező orvos eredményeit tekintettük. Egy másik orvos is elvégezte a kiértékelést. A három értékelés egymástól függetlenül zajlott. Az alábbi táblázatban részletezzük a találatokat (score-okat) a referenciaként tekintett orvosi eredmények függvényében.

1. táblázat Találatok a módszerünkkel generált normál CPC-vel automatikus kiértékeléssel (Method) és normál görbe nélküli klinikai kiértékeléssel (Physician B). A találatok száma régiókat jelent (10 régió vizsgálatonként)

	Method		
	Stress	Rest	All
True+	75	137	212
True-	524	753	1277
False+	24	41	65
False-	17	39	56
Sensitivity	82%	78%	79%
Specificity	96%	95%	96%
Accuracy	94%	92%	92%
Positive predictive value	76%	77%	77%
Negative predictive value	97%	96%	96%

	Physician B		
	Stress	Rest	All
True+	79	146	225
True-	477	676	1153
False+	71	118	189
False-	13	30	43
Sensitivity	86%	83%	84%
Specificity	87%	85%	86%
Accuracy	87%	85%	86%
Positive predictive value	53%	55%	54%
Negative predictive value	97%	96%	96%

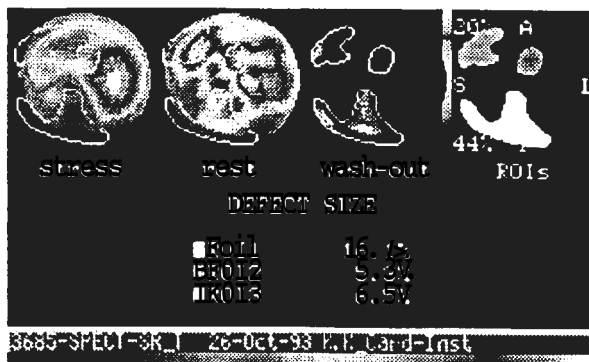
Sens. = $\frac{\text{True}^+}{(\text{True}^+ + \text{False}^+)}$,
 Spec. = $\frac{\text{True}^-}{(\text{True}^- + \text{False}^-)}$,
 Acc. = $\frac{(\text{True}^+ + \text{True}^-)}{(\text{True}^+ + \text{False}^+ + \text{True}^- + \text{False}^-)}$,
 Pos. pred. val. = $\frac{\text{True}^+}{(\text{True}^+ + \text{False}^+)}$,
 Neg. pred. val. = $\frac{\text{True}^-}{(\text{True}^- + \text{False}^-)}$

Az irodalomban mindeddig az egyetlen javasolt normalizálási mód a maximumra normálás volt, mely tapasztalatunk szerint bizonyos esetekben álnegatív eredményt adhat. A fent leírt módszerünkben megadott normalizálási technika, ún. "átlaggörbéhez normálás", lehetővé teszi az ilyen esetek kiküszöbölését is [9].

6. Szívizom perfúziójának SPECT vizsgálata

A SPECT vizsgálatok kvantitatív kiértékeléséhez gyakran alkalmazzák az ún. Bull's-eye megjelenítési technikát, melynek során a rekonstrukció eredményeként kapott transzverzális metszeteket egyetlen 2D képre

vetítik. A CPC-hez hasonlóan ebben az esetben is szokás normál képpel összevetni a kapott eredményt, a referencia az alsó normál küszöb.



3. ábra. Bull's-eye display technika alkalmazása terheléses és nyugalmi vizsgálatra

Az ilyen típusú megjelenítési technikával dolgozó kiértékeléshez az eljárásunk klinikai kidolgozása pillanatnyilag még folyik.

7. Tervek, célok

Projektünk távolabbi célja egy matematikai módszerekkel dolgozó eljárásgyűjtemény kidolgozása a normál populáció adatainak megfelelő értékek kiszámítására. Segítségével egy keretprogram beiktatásával lehetővé válhat, hogy a klinikumban alkalmazott normál adatot igénylő kvantitatív vizsgálatokhoz automatikusan elvégezhetővé váljon az adatgyűjtés. Ily módon minden egyes laboratóriumban vizsgálat típusonként generálható lehetne a normál adat, legyen az kép vagy görbe.

Köszönetnyilvánítás

A jelen munkához felhasznált vizsgálatok a Kiskunhalasi Semmelweis Kórház Izotópdiaosztikai Osztályán és a Kaposi Mór Megyei Kórház, Kaposvár, Izotópdiaosztikai Osztályán készültek. A klinikai kiértékeléseket dr Pusztay Györgyi és dr Farkas Mária főorvosnők végezték.

Referenciák

- [1] Bingham, J.B. et al) "Cardiovascular Nuclear Medicine", 1983, in *Clinical Nuclear Medicine*, ed. by M.N. Maisey et al., Chapman and Hall, London, pp. 1-40.
- [2] Burow, R.D., Pond, M.A., Schafer, A.W. et al., "'Circumferential profiles": A New Method for Computer Analysis of Thallium-201 Myocardial Perfusion Images", 1979, *J. Nucl. Med.*, Vol. 20, pp. 771-777.
- [3] Dudásné, M.N., Máté, E. et al., "Új módszer normál görbék előállítására szívizomperfúziós vizsgálatok kiértékeléséhez". 1997, *Proc. 10th Cong. of the*

Hungarian Society of Nucl. Med., Magyar Rádiológia, Vol. 11., pp. 6.

- [4] Garcia, E., Maddahi, J., Berman, D., Waxman, A. et al., "Space/Time Quantitation of Thallium-201 Myocardial Scintigraphy", 1981, *J Nucl Med.* Vol. 22, pp. 309-317.
- [5] Goris, M.L., Daspit, S.G., McLaughlin, P. et al., "Interpolative background subtraction", 1976, *J Nucl. Med.*, Vol. 17, pp. 744-747.
- [6] Myron, C.G., "Thallium-201-Two dimensional imaging", 1988, in *Effective Use of Computers in Nuclear Medicine*, ed. by M.J. Gelfand and S.R. Thomas, McGraw-Hill Book Company, New York, pp 1-30.
- [7] Szilvási, I., Balogh, I., "A számítástechnika alkalmazása a nukleáris kardiológiában", 1990, in *A számítástechnika kardiológiai alkalmazása*, ed. by Z. Antalóczy, *Medicina*, Budapest, pp. 261-305.
- [8] Dudásné, M.N., Máté, E. et al., "Normál adatok előállításának új módszere a nukleáris medicinában szírvizomperfúziós vizsgálatok kiértékeléséhez", 1997, *Proc. 1st Conf. of KEPAF*, Keszthely
- [9] Dudásné, M.N., Máté, E., Kári, B., "Generation of normal circumferential profile curves for evaluating myocardial perfusion studies", 1998, *Proc. of Conf. IFF98*, Pula

Levelezési cím:

6701 Szeged, PF: 652.

Eseményfelismerés szívfalmozgás defektusokra ultrahang echokardiográfias képeken

Balázs Asztalos

Folyamat szabályozási Tanszék, Budapesti Műszaki Egyetem

Abstract

A szív balkamrájának vizsgálata rendkívül fontos a diagnosztikai kardiológiában. Ezen információk számos felhasználásra találnak különböző kardiológiai elváltozások detektálásánál, csak úgy, mint különböző kezelésekre való reakciók vizsgálatánál.

A dolgozatban leírt eljárás egy előzőekben kifejlesztett éldetektáló algoritmus és rendszer, valamint egy új eseményfelismerő módszer segítségével ultrahang echokardiográfias felvételekből a szív szegmensének funkcióját vizsgálja. Az ismertetett eljárás segítségével lehetővé válik ischémiás betegségek felismerése.

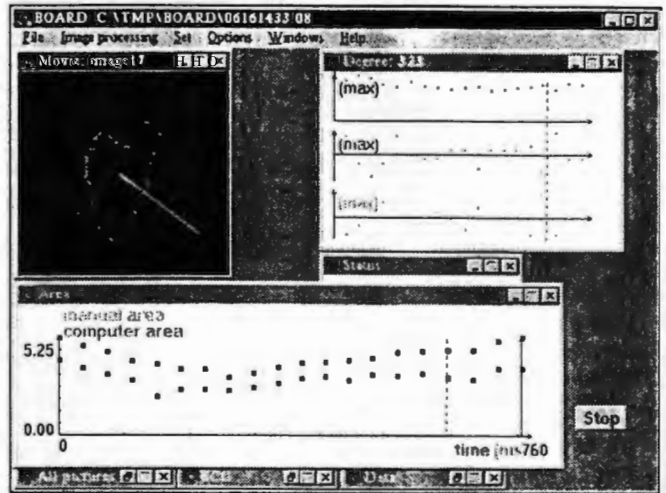
1. Bevezetés

A kétdimenziós echokardiográfia fontos szerepet tölt be a szív regionális falmozgásainak elemzésében. Fizikai korlátok ellenére a technika nem-invazív jellege és relatív olcsósága, valamint a szív teljes keresztmetszetének (kétdimenziós síkú) ábrázolása valós időben a kétdimenziós echokardiográfiát a kamra funkció különböző betegsége esetén történő károsodásának felismerésében és dokumentálásában a kardiológia egyik legfontosabb eszközzé teszi.

A balkamrában előforduló abnormalitások vizsgálatának két fő módja van. Grafikus módszerek, mint a fonokardiográfia, kamra nyomás mérések, pulzusészlelések, elektro-kardiogram hatékonynak bizonyulnak a szív ciklusban előforduló sebességek és időzítések abnormalitásainak felismerésében, azonban nem szolgáltatnak semmilyen közvetlen anatómiai információt. Abnormális kamra méret, falmozgás felismeréséhez képalkotás szükséges. Jelen dolgozat ezzel a témakörrel és a funkció számítógépes elemzésével, valamint a funkcióban bekövetkezett változások számítógépes felismerésével foglalkozik.

2. Rendszer Leírás

A felhasznált, előzőekben leírt [1] rendszer CarMA (Automated System for Cardiac Ultrasound Image Analysis) célja, hogy lehetővé tegye a balkamráról felvett képek kiértékelését minimális felhasználói (orvos, kutató) közbeavatkozással. A rendszer szoftver része IBM PC-AT vagy kompatibilis számítógépre lett kifejlesztve Borland C++ 4.5 nyelven Microsoft Windows 95 alkalmazásként. A program felhasználói felülete a 1. ábrán található, melyen helyi falmozgás vizsgálata ábrázolt.



1. ábra. A rendszer felhasználói felülete.

3. Eseményfelismerés

Élettani folyamatok (élő szervek, szervezetek) esetleges rendellenes működésének megfigyelése és felismerése kiemelkedő fontosságú feladat. Különösen fontos az élő szervezetben bekövetkező kóros elváltozások korai felismerése. Dinamikus rendszerekben ezt általában hibadetektálásnak szokás nevezni, élő szervezeteknél a rendellenességet *eseménynek* nevezzük.

A vizsgált folyamatok általában folytonos, nemlineáris rendszerek. Azonban a hibadetektálási módszerek linearizált rendszer modelleket használnak a matematikai és számítási nehézségek leküzdése érdekében. Szintén felhasznált az a feltételezés, hogy a dinamikus változásokhoz képest a rendszer paramétereiben történő változások elhanyagolhatók, sok esetben diszkrét reprezentáció használatos a számítógépes módszerek adaptációja következtében. Az eseménydetektálás lépései a következők:

- esemény bekövetkezésének felismerése,
- esemény lokalizálása,
- esemény identifikálás.

A kidolgozott diagnosztikai rendszereknek ki kell elégíteniük a robusztusság feltételét, mely csökkenti a zajok hatását, de képes az eseményfelismerést végrehajtani. A vizsgált élő rendszeren belüli változások gépi felismerése érdekében az *eseményfelismerési elv* alapján kidolgozott inverz eseményfelismerő módszer a következő:

Első lépésként egy lineáris folyamatmodell paramétereit kell identifikálni a rendszerre. Ezután az állapotváltozók figyelésével és egy megfelelő eseményszerkesztő módszerrel a külső változók, bemenő jelek (változás, elváltozás, betegség) meghatározhatók. Ezzel a módszerrel a betegség, elváltozás mibenlétéről is információ nyerhető.

Lineáris modell

A következő lineáris többváltozós dinamikus modellt használva:

$$\dot{\underline{x}}(t) = \underline{A}\underline{x}(t) + \underline{B}\underline{u}(t) \quad (1)$$

ahol $\underline{x}(t)$ a mérhető állapoteltérés vektor, mely a normális, állandósult állapottól való eltérést adja meg, $\underline{u}(t)$ pedig az esemény indikátor vektor. Amikor a j -edik esemény bekövetkezik, akkor $u_j=1$, különben $u_j=0$. Az \underline{A} és \underline{B} mátrixok elemei az úgynevezett Tanulási Algoritmussal határozhatók meg [2].

Tanulási Algoritmus

A mátrixok és a lineáris modell elemeinek identifikálása közvetlen mérésekkel tehető meg. Az identifikációs folyamat alatt a meghatározni kívánt események ismertek és a mátrix a_{ij} , b_{ij} elemei, az $\underline{x}(t)$ trajektóriák alapján számíthatók, melyet a fiziológiai (kísérleti) modell produkál.

Ez a következő nemlineáris költségfüggvény minimalizálásával érhető el:

$$C(\underline{a}_{ij}; \underline{b}_{ij}) = \sum_{n=1}^N \int_0^T \sum_{i=1}^m \left(\dot{x}_i^n - \underline{A}\underline{x}_i^n - \underline{B}\underline{u}_i^n \right)^2 dt \quad (2)$$

ahol $\dot{x}_i^n(t)$ a mért trajektória az n -edik kísérletben, amikor csak az \underline{u} vektor n -edik eleme különbözik 0-tól, vagyis csak az i -edik esemény következett be.

Eseményszerkesztés

A (1) egyenlettel leírt lineáris, többváltozós, dinamikus modellt felhasználva annak általános megoldása t_j időpontra a következő, feltételezve $\underline{x}(t_j)$ t_j időpontbeli ismeretét:

$$\underline{u}^{k+1} = \frac{2}{\Delta T} \underline{B}^{-1} \underline{x}^{k+1} - \frac{2}{\Delta T} \underline{B}^{-1} \underline{A} \underline{\Phi}(\Delta T) \underline{x}^k - \underline{B}^{-1} \underline{\Phi}(\Delta T) \underline{B} \underline{u}^k \quad (3)$$

j -edik típusú változás bekövetkezésekor az $\underline{x}(t)$ állapot eltérés vektor megváltozik és így az esemény indikátor vektor a bekövetkezett eseményt fogja jelezni. Másrésztől, ha a felismerni kívánt események száma (M) és az

állapoteltérés vektor elemeinek száma (N) nem egyenlő, $M \neq N$, akkor a megoldás:

$$\underline{u}^{k+1} = \left(\underline{B}^T \underline{B} \right)^{-1} \underline{B}^T \left[\frac{2}{\Delta T} \underline{x}^{k+1} - \frac{2}{\Delta T} \underline{\Phi}(\Delta T) \underline{x}^k - \underline{\Phi}(\Delta T) \underline{B} \underline{u}^k \right] \quad (4)$$

alakban állítható elő.

A (4) egyenlet felhasználható mindazon események detektálására, melyek a mérhető $\underline{x}(t)$ trajektóriákban is megjelennek. A módszer fő jellegzetessége, hogy a detektált események közvetlenül kapcsolódnak az állapotváltozók trajektóriáihoz.

4. Balkamraaszegmentálás, lokálisfalmozgás

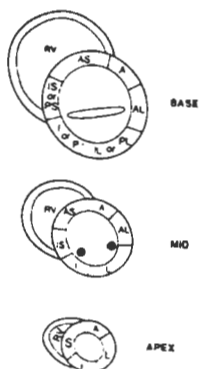
A regionális falmozgás két egymásra ható folyamat eredményeként adódik. Ezek az endokardium be és kifelé irányuló mozgása, valamint a miokardium vastagodása és vékonyodása. A balkamra kontrakció a legkisebb betegség hatására is elveszti szimmetriáját és ez a változás a betegség jó indikátora lehet. A kardiológiai gyakorlatban szubjektív módon, a végszisztolés és végdiasztolés képek elemzésével, valamint a balkamra kontúrjainak összehasonlításával értékelik az elváltozásokat. Ez a szubjektív elemzés is hasznos eredményeket szolgál a funkció elváltozásáról, de nem ad sok információt az elváltozások mibenlétéről. Az elemző folyamat objektív megítélése érdekében félkvantitatív módszereket, vizuális megfigyelésekre alapozott falmozgás pontozást használnak. Az *American Society of Echocardiography* egy 16 szegmensből álló felosztást javasol, mely a következő megfontolásokra épül [3]:

- anatómia,
- a szegmensek egyszerű identifikációja,
- koszorúér keringés ellátottsági kapcsolat,
- egyenletes pontozási rendszer, mely a szegmentális falmozgás abnormalitásokat értékeli.

Szegmentális felosztás

Gyakorlati megközelítés a kamrát három körülbelül azonos méretű részre osztja a csúcstól az alapig; *alapi (basal)*, *közép (middle)* és *csúcsi (apical)* szint. Az *alapi terület* a szívalap és a papilláris izmok csúcsa között helyezkedik el. A *papilláris izmok* eredési helye valamint a *papilláris izmok* csúcsa között található a *középső terület*, míg *csúcsi területnek* a szívkamra csúcsa és a papilláris izmok eredése közötti részt tekintik. A balkamra szabad fala három anatómiai felszínre oszlik: az *elülső (anterior)*, *oldalsó (laterális)* és *alalsó (inferior)* szegmensekre. A szeptum a csúcsi metszet kivételével két szegmensre van osztva, míg a szabad kamrafal négy szegmensre tagolódik (csúcsi metszetben három). A szabad kamrafal nem rendelkezik könnyen felismerhető kardiológiai helyzetjelző pontokkal, ezért egyéb balkamrai, jól felismerhető (papilláris izmok) struktúrák segítségével történik a felosztás. A kvantifikáció egyszerűsítése érdekében az alapi és a középső szegmensek 60°-os szögtartományokat fednek le, míg a csúcsi metszetben ez 90°-os. A 16 szegmens felosztás a 2. ábrán látható.

A felosztás számos előnnyel bír. Anatómiai struktúrákkal jól azonosítható, egyenlő számú falszakaszra osztja fel a szív balkamráját. A szegmensek mindegyike rendelkezik egy szemben fekvő szegmennsel. A 16 rendelkezésre álló szegmens a funkcionális abnormalitások pontosabb leírását teszi lehetővé, mert azok általában kettő vagy több miokardiális falszakaszra terjednek ki.



2. ábra. 16 szegmensből álló modell nfidmozgás analíziséhez.

A szívfal szegmenseinek különválasztása után, a feladat szegmensek mozgásának értékelése, mely a következő osztályozással érhető el:

0. hiperkinesis: fokozott mozgástevékenység,
1. normálisan működő szegmens,
2. hypokinesis: csökkent mozgástevékenység,
3. akinesis: mozgástevékenység korlátozottsága ill. hiánya.
4. diszkinezis: mozgászavar,

Az általános orvosi gyakorlatban a pontozást szubjektív módon a kardiológus szakember végzi el. A teljes kamrára vonatkozó falmozgás index az összes szegmens osztályozásának átlagával jellemezhető. Ezen index megbízhatóbbá tétele érdekében törekedni kell, hogy minél nagyobb számú szegmens értékelésre kerüljön. A leírt pontozási protokoll lehetőséget ad a balkamra falmozgásának leírására és a kamra miokardium abnormalisan normálisan működő hányadának meghatározására.

5. Eseményfelismerés szívfunkcióra

A szegmensek geometriai megfontolások alapján szimmetrikusan, 60 fokos szögtartományokban (alapi és középső metszet) valamint 90 fokos szögtartományokban (csúcsi metszet) kerültek kijelölésre, a mozgás a következő összefüggéssel definiált:

$$S_j(t) = \frac{1}{\alpha_j} \int_{\alpha_{j-1}}^{\alpha_{j+1}} r(\alpha, t) dt \quad (5)$$

ahol $S_j(t)$ a j -edik szegmens elmozdulása, α_j a j -edik szegmens, α_{j+1} a $j+1$ -edik szegmens kezdőpozíciója, $r(\alpha, t)$ a középpontból a detektált falvonal távolsága a szög és az idő függvényében.

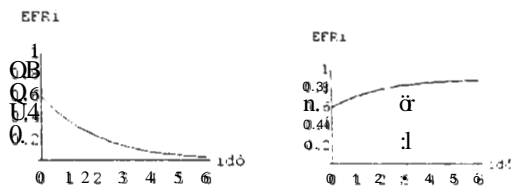
Az elmozdulást leíró $S_j(t)$ változók segítségével definiálható a helyi ejekciós frakció (EFR_j) minden szegmensre:

$$EFR_j(t) = \frac{S_j / \max(t) - S_j / \min(t)}{S_j / \max(t)} \quad (6)$$

Az időfüggvény itt természetesen csak diszkrét időpontokban értelmezett, minden egyes szív ciklushoz egy ejekciós frakció tartozik és ugyanez érvényes $S_{i, \max}$, $S_{i, \min}$ értékeire is.

Szegmens mozgás

Szegmensek lokális mozgása egészséges szív esetében jó közelítéssel periodikus állandó amplitúdóval. A bekövetkezett változástól függően vagy fokozatosan elveszti dinamikus működését (infarktus, helyi ischémia, 3. ábra), vagy pedig gyógyszerek adagolása következtében fokozatosan növeli aktivitását (4. ábra).



3. ábra. Ischémia.

4. ábra. Hiperekativitás.

Modell

Szív működés dinamikájának vizsgálata során, hasonlóan más fizikai, szabályozástechnikai rendszerek vizsgálatához, állapotváltozók definiálása szükséges. Három lehetőség adódik, a helyi elmozdulások, a helyi ejekciósfrakciók valamint a falmozgás indexek tekinthetők ilyeneknek. A helyi ejekciósfrakció mutat a hosszú távú funkcióval és a valódi meghibásodással legközelebbi kapcsolatot, ezért állapotváltozóként történő kijelölése indokolt. Ez 16 állapoteltérés változót jelent és a (II) egyenletből a következő egyenlet származtatható:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \vdots \\ \dot{x}_{16} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -M \\ \vdots \\ F66 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U1 \\ \vdots \\ U16 \end{bmatrix} \quad (7)$$

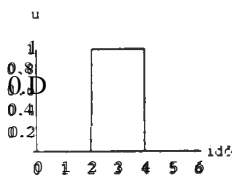
ahol az állapoteltérés vektor elemei:

$$A_j = EFR_j(t) - EFR_{normal} \quad (8)$$

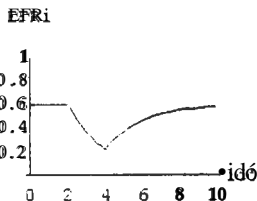
és $EFR_{normal} = 0.6$ a normális működéshez tartozó ejekciós frakció átlagértéke. u_1, \dots, u_n eseményindikátorok az n darab egymástól független eseményt jelölik. $i_i \leq 16$ feltétel teljesülése szükséges a biztos detekció eléréséhez. A modell által vizsgált események a következők lehetnek: lokális infarktus, lokális gyógyszeres kezeléssel adódó hiperkinézia.

Modellkísérlet

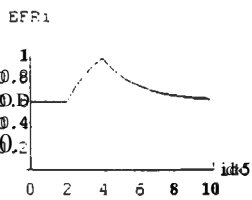
Egy ischémiás esemény bekövetkezése során tapasztalható függvényeket a 5., 6. ábra mutatja be. Hiperkinetikus működést okozó esemény hatása a 7. ábrán található.



5. ábra. Eseményindikátor $u_i = 2i$ időpontban.



6. ábra. Szegmensfunkció nülis vizsgálásának modellképzése érleszorítás kísérlet hatásainak szemléltetésére, feltételezve, hogy az ischémiás változás még nem irreverzibilis.



7. ábra. Szegmensfunkció nülis vizsgálásának szimulált gyógyszeres stimuláció esetén.

Összetett rendszerről van szó, ezért a szegmensek funkciója komoly hatással van a szomszédos szegmensek működésére és a kamra súlypont eltolódása miatt az összes többi szegmensre is. Így az A_{ss} és B_{ij} mátrixok meghatározására modellkísérletek vagy közvetlen állatkísérletek szükségesek. Ekkor a bemenő jelek, valamint az $x_j(t)$ trajektóriák követésével és a Tanulási Algoritmus felhasználásával identifikálhatók a mátrixok a_{ij} , b_{ij} elemei, majd a (3), (4) összefüggések segítségével

megvalósított rekurzív algoritmus szolgál az eseményindikátor vektor meghatározása alapjául.

6. Továbbfejlesztési lehetőségek

Az elvégzett modellkísérletek alapján elmondható, hogy a kidolgozott és továbbfejlesztett eseményfelismerő eljárás hasznos segítséget nyújthat a klinikai gyakorlatban. A kidolgozott módszer továbbfejlesztése során a következő lépések megtétele szükséges;

- Az ischémiás területnek nem csak a helyét, hanem a nagyságát is értékelni kell.
- Többszörös esemény detektálásának megbízhatósága
- Az eseményindikátor vektor diszkrét - valós kiterjesztése, $u_i \in [0...1]$.
- Orvosi környezetben a megfelelő tesztek elvégzése.

7. Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezem ki őszinte köszönetemet Dr. Benyó Zoltánnak, a BME Folyamatszabályozási Tanszéke valamint Roger J. Willisnek, a brisbane-i Griffith University professzorának a munka során nyújtott sokoldalú tudományos-szakmai támogatásért. Az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA F024112) támogatása is nagyban hozzájárult a munka elvégzéséhez.

Referenciák

- [1] Asztalos, B., Willis, R.L., Benyó, Z., *Automated system for analysing cardiac ultrasound images*, Proceedings of the 17th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Montréal, Sept. 20-24, 1995., CD-ROM.
- [2] Benyó, Z., Asztalos, B., Elmisurati, M., Vörös, N., Computer analysis and identification of physiological systems, Cikk és előadás, *Proceedings of the 113th Pannonian Applied Mathematical Meeting*, Kosice, Oct 11-15., 1995., pp. 22-26.
- [3] Henry, W.L., DeMaria, A., Feigenbaum, H., Kerber, R., Kisslo, J., Weyman, A.E., Nanda, N., Popp, R.L., Sahn, D., Schiller, N.B., Tajik, A.I., Identification of myocardial wall segments, *The American Society of Echocardiography Committee on Nomenclature and Standards*, 1982.

Levelezési cím:

Asztalos Balázs, Budapesti Műszaki Egyetem, 1111. Budapest, Műegyetem rkp. 9.

MODELJEZÉS

A matematikai modellek szerepe az idegrendszerkutatásban

Érdi Péter

MTA KFKI Részecske-és Magfizikai Kutatóintézet
erdi@nmki.kfki.hu

1. Idegrendszer és számítógép

Miért is érdekelnei az idegrendszer a számítástechnikusokat? Egyrészt azért, mert az optimista felfogás szerint az idegrendszeri információfeldolgozásról szerzett ismereteink alapul szolgálhatnak az új elvű intelligens rendszerek létrehozására, másrészt azért, mert a reménytelenül burjánzó kísérleti adatokat csak matematikai modellek és persze számítógépes szimuláció segítségével lehet egységes képbe foglalni. Valóban ma seregnyi tudományág (számítástudomány és mesterséges-intelligencia-kutatás, neurobiológia és kognitív pszichológia, filozófia és biofizika) egymást átfedő területén járva lehet a megismerés és az információfeldolgozás számítástechnikai metaforáit megérteni. Ezzel a problémakörrel foglalkozik a kognitív tudomány (egy nagyszerű összefoglaló könyv: Pléh (szerk.) 1996.)

Neumann János híres posztumusz könyve (magyarul: A számológép és az agy 1964) a két fogalom közötti analógiát (a különbségekkel együtt!) elemzi. Mennyire tarthatta komolyan Neumann azt a feltevést, hogy a számológép az agynak reális modellje lehet? Az akkori ismeretek alapján arra lehet következtetni, hogy mind a számítógépek alapegységei, mind az idegsejtek (neuronok) kétállapotú elemek, a belőlük létrehozott hálózatok viselkedését hasonló logika írja le. Így az idegrendszer és a számítógép között az elemi hardware szintjén lenne analógia. Ezen analógia hasznosságába vetett hitet erősíthették azok a matematikai tételek, amelyek szerint a számítógépek matematikai modelljei – az ún. Turing automaták, – és az idegrendszer akkori matematikai modelljei – a McCulloch-Pitts (MCP) hálózatok – lényegében ekvivalensek egymással. Neumann az analógia erejét, hanem a korlátait is jó látta. Könyvének utolsó fejezetében, melynek címe: "Az agy nem a matematik nyelvét használja" ezt írja: „... a mi matematikánk külső formái nem feltétlenül relevánsak annak mérlegelésére, hogy milyen matematikai vagy logikai nyelvet használ valójában a központi idegrendszer.”

Itt most azonban nem azt a kérdést vizsgáljuk, hogy mennyiben tekinthetjük – ha egyáltalán – az agyat számítógépnek, hanem vázlatosan bemutatunk egy

szakmát (computational neuroscience, elterjedt magyar neve nincs egyelőre), amelynek célkitűzése a reális idegrendszeri struktúrák működésének matematikai modellezéssel történő megértése. Talán megbocsátják a profi számítástechnikusok, de inkább a problémékra, mintsem a konkrét számítástechnikai megvalósításra koncentrálnék. A részletek iránt érdeklődőknek web-címeket adunk.

2. Idegrendszeri modellezés: alternatív stratégiák

Azt mindenki tudja, hogy az idegrendszer alapjai az idegsejtek (neuronok). A már említett McCulloch-Pitts (MCP) modell alapvetően az idegrendszeri működés logikai struktúrájának feltárására irányult, azaz célkitűzéseiben nem elsősorban a sejtbiológia motiválta, ezért a modell jelentősen egyszerűsített, még ahhoz a tudáshoz képest is, amely a negyvenes évek közepén a neuron működéséről rendelkezésre állt.

Az MCP hálózatok több bemenetű ($x_i, i=1, \dots, n$) és egy kimenetű (y) bináris küszöbelemekből állnak. A hálózat elemének működését meghatározó szabály szerint $y=1$, ha a bemenetek kapcsolaterősségeiből súlyozott összege egy küszöbnél nagyobb és $y=0$ egyébként. Ilyen szabály írja le a hálózat minden egyes elemének működését. A rendszer állapotát egy rögzített időpontban egy nullákból és egyesekből álló sorozat írja le. A sorozat éppen annyi elemű, ahány neuron alkotja a hálózatot. Külön választás tárgya, hogy egy időegység alatt a hálózat egyetlen vagy összes eleme módosuljon-e („aszinkron” vagy „szinkron” feldolgozás)

2.1. Egy sejt is bonyolult

Azt mindenki tudja, aki bármilyen nagy rendszer szimulációjával foglalkozott, hogy a modell megfogalmazása előtt el kell dönteni, a rendszer alkotóelemeinek viselkedését milyen részletességgel írja le. Az emberi idegrendszerben mintegy 10^{10} idegsejt van. Az idegsejtek élettanából tudjuk, hogy az idegsejtet érő ingerekre a határát alkotó membránokban lévő csatornák nyitásával vagy zárásával, azaz be- és kifolyó ionáramok generálásával reagál. Ezek az áramok a sejt belső állapotának, membránpotenciáljának megváltozásához, megfelelő körülmények között

akcióspotenciál generálásához (a sejt „tüzeléséhez”) vezetnek. Ma mind az idegsejtek szerkezetét, mind az idegsejtek által generált és kibocsájtott jelek élettani mechanizmusait kezdjük olyan részletességgel megismerni, hogy egyetlen neuron modellezése szinte külön „iparág”. Az idegingerület keletkezésének és terjedésének kidolgozásáért Hodgkin és Huxley angol kutatók Nobel-díjat kaptak. A Hodgkin-Huxley egyenletek képezik a részletes egysejt- és a belőlük felépíthető hálózatszimulációk elméleti alapját.

Az ilyen jellegű modellezési munkák egyik fő célja abban fogalmazható meg, hogy a **jísérletes** idegtudományok eredményeire támaszkodva olyan **modelleket** készítsen, melyek segítenek az **egyes** fiziológiai **jelenségekkel** kapcsolatban fennálló tudományos hipotézisek közül a leginkább magyarázó jellegű kiválasztásában. Továbbá, a kísérleti neurobiológusok számára **gyákran** nem nyílik mód bizonyos fontos fiziológiai paraméterek mérésére – akár **gyakorlati** nehézségek, akár **elvi** okok miatt-, így a modellezői munka **nagyon** hasznos lehet ezen fiziológiai jellemzők meghatározásában, valamely paraméterbecslési feladat végrehajtásával.

Ma két széles körben elterjedt, letölthető, a fentiekben leírt modellkereteket megvalósító szimulációs programcsomag van forgalomban: a NEURON (<http://neuron.duke.edu/>) és a GENESIS (<http://www.bbb.caltech.edu/GENESIS/genesis.html>).

Ilyen modellekkel és a NEURON felhasználásával vizsgáltuk többek között a szaglógumó **dinamikáját**. (Aradi & Érdi 1996). A szagokra vonatkozó információ a szaglógumóban tér- és időbeli mintázatok formájában egyaránt jelen van. Elektrofiziológiai mérések alapján jól ismert, hogy a szaglőrendszer periódikus és kaotikus viselkedést mutat. Ezen jelenségek magyarázata a szaglógumó felépítésében és kapcsolatrendszerében rejlik. A szaglógumó alapvető sejtjei (imitrális és a szemcsesejtek) **kétirányú** serkentő-gátló kapcsolatai **lokálisan** oszcillátorokat hoznak létre, amelyeket az **oldalirányú** szinapszisok kapcsolnak össze. A szaglógumó így csatolt oszcillátorok rendszeréhez hasonlít. Modelljeinkkel ezeknek a csatolt oszcillátoroknak a működését tudjuk vizsgálni.

2.2 Neuronhálózatok

A részletes egysejt-modellek felhasználásával épített hálózatokon végzett szimulációs kísérletek számára a számítógép kapacitása jelentős korlátot jelent. E korlátok miatt a modellezők csak kis hálózatok építésére vállalkozhatnak, azonban bizonyos körülmények között jó közelítéssel mondható, hogy egyetlen modellneuron több, azonos típusú neuront „szimbolizál”. Ha ezek a körülmények nem állnak fenn, is nagy hálózatok szimulálására törekszünk, akkor modellezési

stratégiánkat kell megváltoztatni. A hálózati modellek tehát az idegi membrán ingerelhetőségét magyarázó mechanizmusok **egyszerűsítésével** a sejtek közötti kommunikáció szerepére összpontosítanak. Valamely neuronhálózatot irányított, színezett és címkézett gráffal reprezentálhatunk. A gráf csomópontjait (típusuk szerint színezett) neuronok, élei a szinapszis típusa szerint címkézett szinapszisok, az irányítás pedig a preszinaptikus sejtől a posztzinaptikus sejt felé tartó ingerületátadás irányával megegyező. A gráfok szerkezete és a neuronhálózat dinamikus működése között összefüggés van.

A neuronhálózat működését kétszintű dinamikával szokás **jellemezni**: Egyrészt az egyes neuronok aktivitása időben változik a külső inger, és a többi **neuron szinapszisok által közvetített hatás** miatt. Másrészt a szinapszisok hatékonysága is változik időben, az az, amit „tanulásnak” szokás nevezni. Erre a kérdésre majd külön fejezetben térünk vissza.

2.3. Statisztikus neurodinamika

A **nagyszámú** neuronból álló populációkra vonatkozó differenciálegyenlet-rendszerek megoldása nemcsak reménytelen, hanem **gyákran** fölösleges is. A valóságban nincs szükség **valamennyi** neuron működésének egyenkénti ismeretére, hiszen egy-egy neuronnak nincs (feltétlenül) **kittüntetett szerepe**. Szerencsére a statisztikus mechanikai kezelésmód, amely az egyedi mikroszkopikus „részcsekék” mozgását leíró egyenletekből kiindulva, **átlagolás**ok segítségével nagy populációk makroszkopikus **jellemzését** adja, nemcsak elemi fizikai objektumokra használható. A statisztikus neurodinamika a neuronok egyenkénti leírása helyett a sejtpopuláció egy kiszemelt pontja körüli kicsiny tartományba tartozó neuronok átlagos viselkedését (és az attól való eltérés mértékét) vizsgálja. Ismert, hogy az idegrendszer egyes elemeinek bizonyos meghibásodása mellett is képes funkcióját megtartani; az ezt mutató tények is az idegrendszer statisztikus működését támasztják alá.

Egy **kézenfekvő** analógia az ideális gázok viselkedésének statisztikus fizikai, illetve termodinamikai leírása. A statisztikus fizika az egyes gázmolekula helyének és sebességének ismerete nélkül, azok **eloszlásfüggvényével** dolgozik, amelyből kiszámítható például a molekulák átlagos kinetikus energiája. Szerencsés módon ez a mennyiség éppen megfeleltethető a gáz hőmérsékletének, amely fontos termodinamikai jellemző.

Az idegtudományban sajnos nem ilyen nyilvánvaló a kapcsolat a populációs aktivitáseloszlás és mondjuk a tudatállapotok között, de vannak olyan kísérleti **adatok**, amelyek például a hippocampus szinkronizált sejlaktivitásait bizonyos fajta cgyhullámokkal, ezeket

pedig meghatározott viselkedési állapotokkal hozzák összefüggésbe.

Francesco Ventriglia a Nápoly melletti Arco Felicében lévő kibernetikai intézet munkatársa húsz évi aprólékos munkával fejlesztett ki a nagy idegsejt populációk dinamikus szimulációjára módszert. A mi kutatócsoportunk szükségesnek látta, hogy az elméletet úgy fejlessze, hogy a populáció statisztikus tulajdonságainak vizsgálata mellett lehetőség legyen legalább egy átlagos tulajdonságú sejt belsejében lejátszódó folyamat szimulációjára is. (Érdi et al. 1997) A program egy változatát Barna György vezetésével programtervező matematikus diplomamunkaként dolgozták ki. (Adorján & Fügedi 1996). Megadták a felhasználói dokumentációt, a szimulációt végző program fejlesztő dokumentációját és a programok közötti kommunikáció és szinkronizáció módját.

3. Idegrendszei fejlődés

Hogyan alakulnak ki az idegrendszer gyönyörűen rendezett struktúrái? Rendezettek, hiszen a külvilágból érkező szenzoros információ az agykéregben topografikus rend szerint reprezentálódik. A topografikus azt jelenti, hogy a szomszédos sejtek axonjai - lazán szólva - szomszédos célsejteket idegeznek be. Az idegrendszer különböző részein érvényes topográfia elve segíti a térbeli információk megőrzését, és biztosítja a működés redundanciáját. Ma már látjuk, hogy nem maguk az idegsejtek közötti kapcsolatok adottak genetikusan, hanem az előállításukra szolgáló önszerveződési algoritmus. A nyolcvanas évek közepén kétszintű neurodinamika modellel végzett szimulációs kísérletek segítségével arra a következtetésre jutottunk, hogy az idegrendszer fejlődése nem teljesen determinisztikus, és a környezet véletlen zajai hasznosak, minthogy nem engedik meg, hogy a fejlődő rendszer bizonyos metastabil állapotokba beragadjon (Érdi & Barna 1984).

Az idegrendszer fejlődési mechanizmusai önszerveződési algoritmusokkal írhatók le. A neuronhálózatok önszerveződésének lényeges eleme a szimpatikus kapcsolatok időbeli módosítása, amelyek a fejlődési és tanulási jelenségek központjában állnak.

4. Tanulás és memória

Az az elképzelés, amely szerint a tanulás agyi folyamatának alapja a szinapszisok időbeli módosulása, mintegy száz éve fogalmazódott meg. Azóta e hipotézist számosan finomították, de kétségtelen, hogy a legtovább ható formába Hebb (1949) öntötte. Az idegtudomány fő áramlata ma is ezt a hipotézist tekinti a tanulás idegi folyamatainak kiindulópontjával.

Ugyanakkor a szinaptikus plaszticitás biofizikai mechanizmusának részleteiről egészen a legutóbbi évtizedekig nem sokat tudtak. A biológiai részletek ismeretének hiánya tág teret engedett a mesterséges neuronhálózatokon (ANN) értelmezett különféle tanulásalgoritmusok létrejöttének. Az ANN tanulási modelljei tetszőleges algoritmusokkal próbálkozhatnak, céljuk nem a tanulás biológiai mechanizmusának megértése, hanem hatékony algoritmusok létrehozása.

A tanulási modellek másik osztálya a biológiai realitás által megszabott keretek között maradva próbál tanulási feladatokat megoldani. Ennek a mozgalomnak lendületet adott az elmúlt húsz év biológiai áttörése, hiszen a hippocampusban sikerült egyes szinapszisok hatékonyságának hosszútávú növekedését kimutatni. A kisagyban megtalálták a jelenség ellentétét, a szinapszisok hosszútávú gyöngyülését is. Később a szinaptikus módosulás mindkét formáját számos agyterületen kimutatták. A tanulásról és a különféle tanulási szabályokról bővebben összefoglalást ad (Gröbler 1996).

5. Neurológiai és pszichiátriai rendellenességek modellezése

Az idegrendszer jelenségek modellezésével foglalkozók nemcsak a normális idegi funkciókkal, hanem neurológiai és pszichiátriai rendellenességek mechanizmusával is. (Reggia et al. 1996)

A gyakran előforduló Alzheimer betegséget igen alaposan tanulmányozták az utolsó évtizedben, patogenézisének mechanizmusa mégsem tisztázott teljesen. Neuronhálózati modelleken alapuló asszociatív memóriamodellek felhasználásával kimutatták, hogy a szinaptikus szabályozórendszer meghibásodása hogyan vezethet a memória romlásához. A szinapszisok számának csökkenését a megmaradó szinapszisok erősödése részben kompenzálhatja. Az Alzheimer betegség ennek a kompenzációs mechanizmusnak a sérülésével lehet kapcsolatos.

Egy másfajta egyensúly felborulása vezet az epileptikus rohamokhoz. Az idegrendszer stabil működése mögött a gerjesztő és gátló kapcsolatok megfelelő aránya áll. Az élettani és a szimulációs kísérletek egyaránt azt mutatják, hogy a gátlás gátlása az egyensúly felborulásához vezet. az agykéreg gerjesztő piramissejtjei túlszinkronizált állapotba kerülnek. Bizonyos antiepileptikumok ezért éppen a gátló szinapszisok működésére hatnak.

A Parkinson-kór az idegrendszer egy fő integratív központja a bazális ganglia dopamin anyagcserezavarával kapcsolatos. A szabályozás szempontjából nyolcvánvaló, hogy az oszcillációs

viselkedés (értsd: remegés) káros, a tüneti kezelésnek az oszcilláció elnyomása a feladata.

Nem mehetünk itt bele részletekbe, de világosan látszik, hogy a közeljövő neurológiája és pszichiátriája sem lehet meg modellek és azokon végzett szimulációs kísérletek analízis nélkül.

6. Összefoglalás

Az agy hierarchikus struktúrák prototípusának tekinthető, így az egymásra épülő szintek szerveződésének megismeréséhez, és az idegrendszer mint egész megértéséhez két egymással ellentétes szempontot kell szem előtt tartani: az „egyszerűséget” és a „bonyolultságot”. Az egyszerűségekre való törekvést elsősorban a matematikai modellek kezelhetőségének igénye, míg a bonyolultságot a természet várja el. Az idegrendszer a bonyolult rendszerek mintapéldája, és működésének megértéséhez valóban szükség van mondjuk elektromikroszkópos (anatómiai) és mikroelektrodás (élettani) megfigyelésekre, a fogalmak tisztázásához szükséges filozófiai elemzésre, a dinamikus rendszerek elméletén alapuló matematikai modellezésre. Az idegrendszer egy híres, los angelesi teoretikusával, Michael Arbibbal és a század pár éve elhunyt nagy magyar neuroanatómusával Szentágothai Jánossal nemrégiben megjelent könyvünkben (Arbib, Érdi, Szentágothai 1997) azt mutattuk meg, hogy az idegrendszer szerkezeti, funkcionális és dinamikus megközelítése integrálható, és az integráció fő eszköze a matematikai modellezés.

Az idegrendszeri jelenségek szimulációja felöleli az idegrendszer kialakulását, plaszticitását, a szenzoros információ feldolgozását és tárolását is. Segítséget remélünk abban is, hogy az idegműködés zavarait okozó mechanizmusokat megértsük, és támpontot kapjunk a zavarok korrigálásának lehetőségeire is. Az idegtudomány és a számítástechnika nagy összefogására lesz szükség!

7. Köszönetnyilvánítás

Aradi Anikó, Barna György és Dröbler Tamás részt vettek az itt említett modellek illetve a szöveg egyes részeinek korábbi más változatainak elkészítésében. (Lásd: Érdi P., Aradi I., Gröbler T., Barna Gy. 1996) illetve egy továbbfejlesztett változat a web-en: <http://www.kfki.hu/cheminfo/hum/neuro/irodalom.html>. (Jelen dolgozat előző változata már megjelent: Érdi P.: Idegrendszeri modellek. Új Alaplap, 16 (61-63) 1998.)

Referenciák

Adorján P., Fügedi Zs.: Skálainvariáns neuropopulációs modell implementálása soros-párhuzamos számítógépen. Diplomamunka, Budapest, 1996 ELTE TTK

Aradi I, Érdi P (1996): Signal generation and propagation in the olfactory bulb: multicompartmental modelling. *Computers and Mathematics with Application* 32 (1-27)

Arbib MA, Érdi P, Szentágothai J: *Neural Organization: Structure, Function, Dynamics*. The MIT Press, Cambridge, Mass 1997.

Érdi P, Aradi I, Gröbler T (1997): Rhythmogenesis in single cell and population models: Olfactory Bulb and Hippocampus. *BioSystem* 40 (45-53)

Érdi P, Aradi I, Dröbler T, Barna Gy (1996): Matematikai modellek az idegrendszer kutatásában. *Fizikai Szemle* 1996/6 (201-207)

Érdi P, Barna G (1984): Self-organizing Mechanism for the Formation of Ordered Neural Mappings. *Biol. Cybernetics* 51 (93-101)

Gröbler T (1996): Tanulás biológiai és mesterséges hálózatokon. *Pszichológia* 16 (409-423)

Neumann J (1964): *A számítógép és az agy*. Gondolat, Budapest

Pléh Csaba szerk.: *Kognitív tudomány*, Osiris, Budapest, 1996.

Reggia JA, Ruppin E, Berndt RS (eds.): *Neural Modeling of Brain and Cognitive Disorders*. World Scientific, 1996.

Levelezési cím:

H-1525 Budapest Pf. 49.

Szimulációs modell a repolarizáció vizsgálatára

Sándor György¹, Szathmáry Vavrince² és Közmann György^{1,3}

MTA MFA, Biomérnöki Osztály¹, Budapest
SZTA Normál és Patológiás Élettani Intézet, Pozsony², Szlovákia
Veszprémi Egyetem, Műszaki Informatika Tsz.³, Veszprém
E-mail; sandor@mfa.kfki.hu

Abstract

Korábban kifejlesztett aktivációs modell alkalmasá tettük a repolarizációs folyamatok szimulálására. A modellezett kamrák keresztmetszetét öt részre osztottuk és az egyes részekben az akciós potenciál (AP) két jellemző paraméterét, az AP hosszát és a lefutásának időtartamát lehet külön-külön beállítani. Lehetőség van továbbá több kisebb szívrészletben az AP jellemzők külön megadása és így módon ischemias vagy infarktusos göcök is kijelölhetők. A modell szimulált szívfelszíni EKG-t, az x, y és z elvezetések és a magnitúdót állítja elő. Az AP paramétereinek helyes megválasztásával validáltuk a modellt. Az AP változtatásával összefüggő néhány kórhépet is bemutatunk. Külön hangsúlyt helyezünk annak bemutatására, hogy a repolarizáció lokális megváltozása milyen eltérést mutat az EKG-n. A szimulált jelen értelmezzük a repolarizáció becslésére bevezetett újna aktiválhatósági intervallumot is összehasonlítva a hagyományosan használt QT intervallummal.

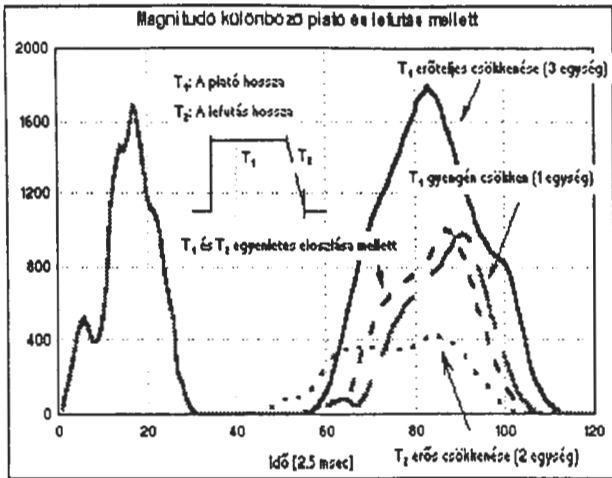
1. Bevezetés

A szív depolarizációs folyamatának tanulmányozása céljából aktiváció propagációs modell került kifejlesztésre [1]. A modell felhasználásával számos szimulációs kísérlet történt a normál és a különféle kóros szív működés mechanizmusának pontosabb megismerésének céljából. Az elektrokardiológiai inverz probléma speciális megoldásának is tekinthető módszert sikerült a laboratóriumunkban kifejleszteni, ami az aktiváció karakterisztikus eseményeit testfelszíni elektrokardiogram (EKG) segítségével detektálja [2]. Napjainkban az aktivációval összefüggő diagnózisok az EKG segítségével a legtöbb esetben felismerhetők, holta az elváltozások pontos okai és mechanizmusa még nem teljesen tisztázottak. A repolarizáció tanulmányozását az a felismerés mozdította elő, melyet állatkísérletek és modell tanulmányok támasztanak alá, hogy az életet veszélyeztető kamrai eredetű szívritmuszavarok kialakulása a repolarizáció kóros inhomogenitásával

van összefüggésben. A jelenlegi klinikai gyakorlat szerint az EKG-n értelmezett QT intervallum (QT) és kísérleti jelleggel a belőle származtatott paraméterek. Ilyen az elméleti megfontolások alapján bevezetett ventrikuláris gradiensnek nevezett QT szakaszra számított QRST integrál térkép is. Számos tanulmány szerint a QT analízise nem képes kimutatni a hirtelen szívhálálhoz vezető ritmuszavarok bekövetkezését megelőző kóros repolarizációs eltérést [3]. Szívfelszíni méréseket követően került bevezetésre az újra aktiválhatósági intervallum (UAI), mely lehetővé teszi a monofázisos akciós potenciálnak (MAP) a becslését [4]. A MAP a lokális repolarizáció, azaz egy adott szívrégióban az átlagos akciós potenciál (AP) hosszának felel meg. A numerikus szívmodellt tovább fejlesztve jelenleg lehetőség van a modell paramétereinek különféle beállítása mellett a teljes kamrai ciklus és a hozzátartozó EKG görbék szimulálására [5]. Célunk volt meghatározni azokat a feltételeket, melyek mellett az normális alakú EKG keletkezik és vizsgálni, hogy milyen beállítás mellett alakul ki a kóros repolarizációra utaló szabálytalan T hullám. Szintén bemutatjuk, hogy a korábban használt QT bizonyos esetekben nem tudja megkülönböztetni az általunk mesterségesen okozott eltéréseket, míg az UAI erre képes. A modell segítségével is bizonyítottuk, hogy az aktiváció sorrendje és repolarizáció hossza egymástól független események.

2. Módszerek és adatok

A numerikus szívmodell 147,000 elemi pontból áll, melyek a kamrák külső falait és a kamrák közötti szeptumot képezik. A kamrák alakját ellipszis jellegű görbék és egyenésbe illesztett, kvázi-ellipszisek segítségével lehet leírni. Az aktiváció előre beállított pontokból indul és a izotropikusan a Huygen elvnek megfelelően minden irányba egyenlő sebességgel terjed. A modell lehetővé teszi az egyes előre definiált geometriai régiók önálló egységként történő kezelését. A terjedési sebesség beállításával mód van a szív ingerületvezető rendszerének, a Purkinje sejteknek (a kamra fal és a szeptum belső oldalán, az endokardiumon található) megkülönböztetésére, ahol a terjedés sebessége háromszoros a szívizomzat többi részéhez viszonyítva. A



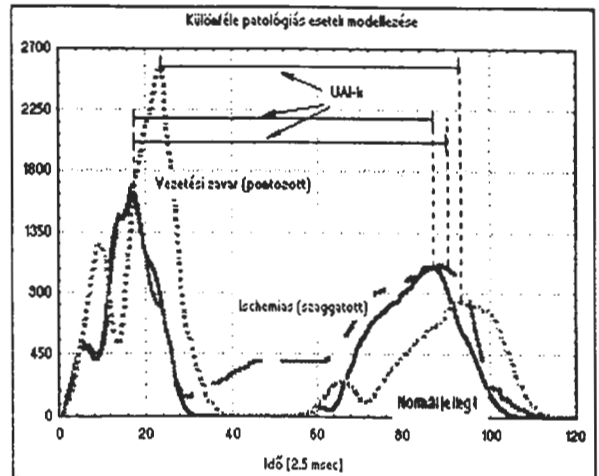
1. ábra Különböző akciós potenciál beállítások mellett a kapott EKG görbe magintudója látható. A Purkinje sejtek beállítása (T_1/T_2) minden esetben 50/30 volt, míg az első réteg beállítása 50/20, a változásokat a további rétegekre vonatkozóan az ábra mutatja.

geometriai adottságból és a terjedési sebességből adódóan az egyes időlépések 2.5 msec-nek felelnek meg.

A repolarizáció során minden elemet az őt leíró AP-vel jellemzünk és azonosítunk. Az AP amplitúdója fixen beállított érték. Az AP hossza két paraméterrel, a plateau hosszának (T_1) és a visszatérési idő hosszúságának (T_2) beállításával szabályozható. A modell kiszámítja az eredő szívvektort valamint annak három komponensét (x, y és z) és az eredő magintudó görbét jellemíti meg. A szívizomzatot a modellen öt rétegre lehet tagolni, az egyes rétegeken belül az elemi részeknek a repolarizációs tulajdonsága (T_1 és T_2) megegyezik. Ezek közül az egyik a fent említett Purkinje réteg. A rétegek tulajdonságainak változtatásával különféle típusú T hullámot ill. ST-T szakaszt állítottunk elő. Az 1. ábra bemutatja hogy T_1 és T_2 beállítása, hogyan befolyásolja az EKG-t.

A modell lehetővé teszi - szintén az ellipszis geometriák segítségével - olyan szívreszletek meghatározására ill. kivágására, melyeknek a környezetüktől eltérő repolarizációs tulajdonságuk van. Így módon lehetőség volt ischemiás régiók definiálására. Az aktiváció 80 msec hosszú volt, míg a repolarizáció 200-225 msec között változott. Mind a QTI, mind az UAI eloszlását vizsgáltuk. A QTI jelen esetben a stimuláció első pillanatától, addig tartott míg a T hullámot követően 2 egységen keresztül a görbe nulla értéket nem érte el. A végpont meghatározása zaj hiányában most problémamentes volt. A repolarizáció részletesebb felmérésére az UAI-t vezetettük be, amelyet a lokális aktivációs időpillanattól (AI), ami a QRS hullám legnagyobb negatív meredekségű pontja

(dV/dt_{min}) a T hullám legnagyobb meredekségű pontjáig, ami a lokális visszatérési idő pillanat (dV/dt_{max}) tartó szakaszként



2. ábra A különféle kóros elváltozásokat a modell jól követi. A vezetési zavar esetében blockot szimuláltunk, azaz a Purkinje sejtekben nem a normálisnak tekintett 6, hanem csak 3 helyen kezdődött az aktiválás. Ischemia esetén a T_1/T_2 beállítás egy kis részen 60/20-ra változtattuk. Vezetési zavar esetén a QT intervallum eltér az újra aktiválhatósági intervallum (UAI) egyezik. Az ischemiás elváltozás megnyúlt UAI-t eredményez.

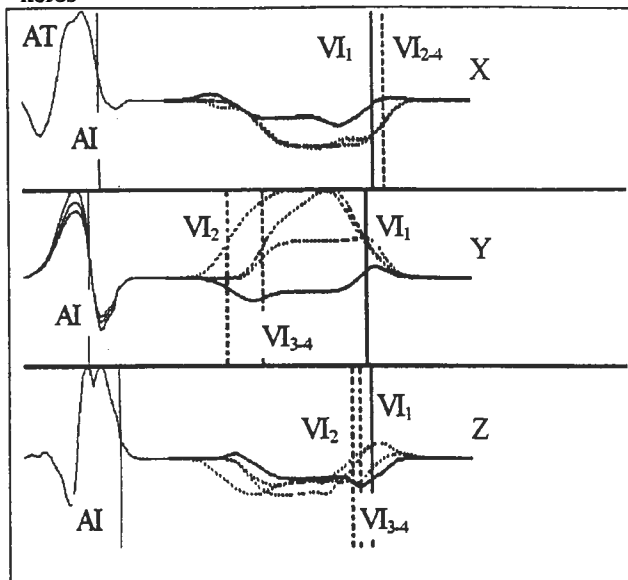
definiáltunk. Sándor és mtsi, megmutatták, hogy az UAI értelmezhető az átlagérték (RMS) jelen, azaz a magintudón [6]. Az RMS-jelen a QRS maximuma ill. a T hullám maximuma felel meg az átlagos aktiváció ill. átlagos repolarizáció hosszának, a közöttük lévő szakasz pedig az UAI-nek.

3. Eredmények

A szimulált EKG görbék T_1 és T_2 értékek különböző beállítására és azok összegére az egyes rétegekben érzékenyen reagáltak. Amikor az összes AP egyenlő hosszúságú volt a ventrikuláris gradiens elméletének megfelelően a QRST integrál értéke nulla lett, azaz egy lapos, de átlagos hosszúságú T hullámot kaptunk. A normálishoz legjobban közelítő T hullámot akkor kaptunk, - egyezően az inodalmi utalásokkal - amikor a Purkinje sejteknek az AP hosszát 10-15 %-al hosszabbra választottuk és mind T_1 és T_2 értékét fokozatosan egy egységgel rétegenként csökkentettük a legbelső rétegtől (endokardiumtól) a legkülső rétegig (epikardium), ahogy az 1. ábrán látható. Továbbá fontos kritérium, hogy a plateau hosszabb legyen mint a visszatérési szakasz (azaz $T_1 > T_2$). A plateau hosszának (T_1) ugrásszerű csökkentése jelentős amplitúdó növekedést, míg a visszatérési időnek (T_2) ugyanilyen

változtatása lépcsősen elnyúló szabálytalan T hullámot eredményezett.

A 2. ábrán látható EKG-k a T_1 és T_2 alkalmas megválasztásával továbbá az aktiváció normális és kóros



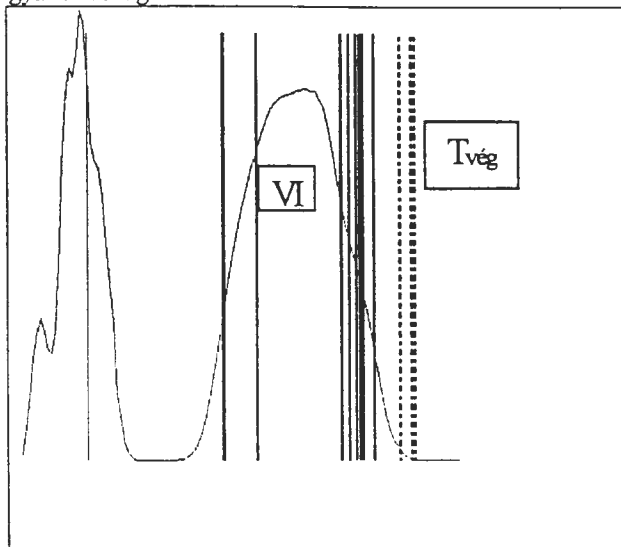
3. ábra. Négy szimuláció x, y és z elvezetésekkel láthatóak az akciós potenciál (T_1/T_2) különféle, a normálistól mind lefelé mind felfelé történő lokális változtatása mellett. Az ábrán az aktivációs idők (AI) és a visszatérési idők (VI) kerültek jelölésre.

indításával jöttek létre. Az eltérő kiindulási pontokból történő aktiválás alapvetően a QRS hullámra van hatással, inig repolarizációt jellemző T hullám gyakorlatilag nem változik. Ischemias elváltozás szimulálása a QRS-en gyakorlatilag nem változtat, azonban az ST-T szakaszban szignifikáns eltérés mutatkozik. A vezetési zavar (block) következtében mind az átlagos AI mind a VI eltolódott és ezért az UAI nem változott. Az ischemia (lokálisan nőtt a repolarizáció) esetében az AI nem változik, azonban mind az átlagos VI és UAI megnőtt.

A ritmuszavarra való hajlamot növelő tényezőként számon tartott helyi repolarizációs változást is vizsgáltunk. A szimuláció során a plató hosszát (T_j) változtattuk. A kis területre kiterjedő lokális rövidülést szimulálva a hipotézisünknek megfelelően azt tapasztalhattuk, hogy a QTI nem változott és nem mutatta ki a repolarizációban bekövetkezett változást, míg az UAI megfelelő vetülete érzékeny volt a változásra. Az ischemiát modellező lokális megnövekedést ugyan a QTI is kismértékben kimutatta, de az UAI ez esetben is jóval érzékenyebbnek bizonyult.

A 3. és 4. ábrán foglaltuk össze a tapasztalatokat. Négy szimuláció eredményét ábrázoljuk az x, y és z elvezetésekkel (3. ábra). Világosan leolvasható, hogy míg a QT intervallum gyakorlatilag minden futás minden elvezetésén megegyezik a VI-k alapvetően

különböznek. Jelentős eltérést elsősorban az invertált T hullám esetében kapunk, de azonos polaritás mellett is a szórás látszik. A 4. ábrán az eredmények összegzésképpen a könnyebb értelmezhetőség kedvéért egy RMS magnitúdóhoz rendelve ábrázoljuk a T hullám végpontjainak és a VI-k eloszlását, ami gyakorlatilag



4. ábra. A négy szimuláció során mért QT intervallum és az VI eloszlása, ami egyben megegyezik az UAI eloszlásával is egy segéd magnitúdó görbe felhasználásával.

azonos a QTI és az UAI eloszlással, lévén a AI és a QRS hullám eleje az adott beállítás mellett nem változott.

4. Diskusszió

A tanulmányban a repolarizáció mérésének két módszerét vizsgáltuk és egyúttal validáltunk egy újonnan

fejlesztett az aktiváció terjedését és a repolarizációt is magába foglaló numerikus szívmodellt. A szívfalat rétegekre osztottuk és az egyes rétegen belüli megfelelő paraméter választással sikerült normál jellegű EKG-t előállítani. A modell pontosságát limitálja, hogy csak öt féle réteget lehet megkülönböztetni. Mivel a Purkinje sejtek esetében a terjedési sebesség nagyobb a normál szívizomsejtekénél preexcitáció elleni hatásos védelem, hogy ezeknél a sejteknél a repolarizáció hosszabb ideig tart, mint a többi "munka sejténél". Eredményeink mutatták, hogy az UAI értékei sokkal szélesebb tartományban oszlanak el, mint a QTI értékei ezért az UAI érzékenyebb, következőképpen alkalmasabb paraméter a repolarizáció mérésére. Az AP megfelelő megválasztásával többféle normál és patológiás EKG-t modelleztünk. A modell bizonyította, hogy azok az elváltozások, melyek csak a szívnek egy kisebb régiójából származnak a hagyományos módszerekkel

nagy valószínűséggel nem lehet kimutatni. A kapott eredmények alátámasztják azt a feltételezést miszerint a jelek deriváltjainak alapján számított és így érzékenyebb UAI tükrözi az egyes részletek megváltozását és a különböző vetületeken az adott irányra jellemző értékeket vesz fel, míg a QT_i a legtöbb esetben egyezést mutat minden vetületen, azaz a leghosszabb repolarizációjú régió határozza meg az értéket és a lokális rövidülések elfedve maradnak. Miután a modell egy homogén közeget feltételezve számította ki a szívektort továbbra is fontos feladat, hogy az UAI-t a testfelszínen értelmezve a klinikum számára használható módszert adjunk a repolarizáció mérésére.

Köszönetnyilvánítás

Ez a munka az OTKA (F25618) támogatásával valósult meg.

Referenciák

- [1] Szathmáry V, Oswald R. An interactive computer model of propagated activation with analytically defined geometry of ventricles. *Comp and Biomed Res* 27:27-38, 1994.
- [2] Cserjés Zs, Szathmáry V, Kozmann Gy., Svehlikova J, Tysler M, Sándor Gy. Influence of heart position on ventricular characteristic event detection by linear predictive algorithm. XXV. ICE, *Electrocardiology '98* (Szerk. Préda I.), Budapest, 1998.

- [3] Lux RL, Fuller MS, MacLeod RS, Ershler PR, Green LS, Taccardi B. QT interval dispersion: dispersion of ventricular repolarization or dispersion of QT interval. *J Electrocardiol.* 30: 176-180, Suppl, 1998.
- [4] Sándor Gy, Lux RL, Pintér A: Activation recovery interval: New parameter for prediction the elevated inclination to ventricular arrhythmia. XX. *Neumann kollokvium* (szerk: Kozmann Gy.), 1996.
- [5] Sándor Gy, Szathmáry V, Kozmann Gy. Model study for assessment of ventricular repolarization properties applying the activation recovery interval. XXV. ICE, *Electrocardiology '98*, (szerk. Préda I.), Budapest, 1998.
- [6] Sándor Gy, Kozmann Gy. A repolarizáció jellemzése átlagértékjel alapján. XXI. *Neumann kollokvium* (szerk: Kozmann Gy.), 1998.

Sándor György MTA MFA
Budapest 1525. Pf. 49.

Statisztikai és modell vizsgálatok a testfelszíni potenciáltérképek variabilitásának megértéséhez

¹Kozmann Gy., ²Cserjés Zs., ³Szakolczai K., ⁴Szathmáry, V. és ⁵Tysler, M.

¹Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék

²MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézet

³Institute for Normal and Pathological Physiology, SAS, Bratislava

⁴Institute for Measurement Science, SAS, Bratislava

kozmann@mfa.kifki.hu

Összefoglalás

A cikk statisztikai és modellezési eljárásokkal vizsgálja a normál populáció aktivációs szekvenciáját ábrázoló ÖRS integráltérképek variabilitását. Az eredmények arra utalnak, hogy a variabilitás nagyságért döntően a szív valóságos aktivációs különbségei felelősek. A test, mint potenciáltér közvetítő közeg szerepe másodlagos. A szív esetében a legjelentősebb statisztikus variancia komponens a kamrai ingervezető rendszer (genetikailag meghatározott) egyénfüggő realizációira utal, a szív helyének és orientációjának hatása kisebb. A reprodukálhatósági hibáért az aktivációs szekvencia időfüggő változásai a felelősek, az elektródafelhelyezési hiba variancia komponense másodlagos fontosságú.

1. Bevezetés

A testfelszíni potenciáltérképek statisztikai elven történő osztályozásakor, a módszer teljesítménye azon múlik, hogy a különböző osztályokat statisztikailag jellemző feltételes eloszlások sűrűségfüggvényei milyen mértékben lapolódnak át. Diagnosztikai teljesítmény javulás akkor várható, ha egyszerűen meghatározható kiegészítő információ figyelembevételével, pl. testgeometriára vonatkozó adatok, a szóban forgó eloszlások sűrűségfüggvényei csúcsosabbá tehetők, csökkentve az osztályok közötti átlapolás mértékét. Jelentős mennyiségű ismeret gyűlt össze az elektrokardiográfiai adatok variabilitásának fontosabb forrásairól [1-5]. A szív geometriai és villamos paraméterei, a test geometriai és konduktívítási adatai valószínűségi változóknak tekinthetők, amelyek hozzájárulnak a klinikailag homogén csoportok adataiban tapasztalt nagy szóráshoz. A variancia különböző komponensei különböző fontossággal bírnak, egyesek hatása elhanyagolható, másoké jelentős. Némelyek a gyakorlati diagnosztika szempontjából csökkenthetők, mások nem.

A jelen tanulmány elsődleges célja az volt, hogy rangsorolja a kamrai depolarizáció vonatkozásában a szívvel és a testtel kapcsolatos komponenseket, valamint, hogy megbecsülje a reprodukciós hibával összefüggő komponensek fontosságát az eredő összvariancia szempontjából.

2. A statisztikai vizsgálatok módszerei

Jelen tanulmány statisztikai megállapításai 685 klinikailag normál személy adatát tartalmazó adatbankra épülnek [6]. A 685 személy közül 349 férfi, 337 nő volt. Minden személy orvosi története normál volt, hasonlóan a fizikális vizsgálat, a 12 elvezetéses EKG vizsgálat, valamint a serum elektrolit és a vércukorszint értékei nem utaltak kóros eltérésre. A vizsgált személyek nem álltak gyógyszerelés alatt. A testmagasság, súly, életkor és nem paraméterek alkalmazásával történt a populáció felbontása homogénebb alcsoportokra. Tekintettel arra, hogy a gondosan validizált csoportban nem volt elegendő számú olyan személy, akinél ismételt mérések történtek volna, a fentitől független 52 személy (35 férfi és 17 nő) ismételt méréseinek adatai alapján történt a mérés reprodukálhatósági hiba becslése. Ezen csoport tagjai az EKG lelet alapján normálok voltak. Méréstükre 1-10 éven belül kétszer került sor (átlag: 3,33 év). A 35 normál férfi közül 16 a 3. életkori dekájában volt az első mérés idején, az ismételt mérés 1-5 éven belül történt (átlag: 2,32 év). A további 19 normál férfi életkora az első mérés idején a 4. vagy az 5. életkori dekában volt, a második felvétel 2-10 éven belül történt (átlag: 4,1 év). Hasonlóan 6 a 17 nő közül a 3. életkori dekában volt az első mérés idején, és az újabb mérés 2-3 év múlva történt (átlag: 2,3 év). A további 11 nő életkora a 4-6 életkori dekában volt az első térképezés idején, a második mérésre 2-8 év múlva került sor (átlag: 4,1 év). Mivel az egyinást követő mérések különbsége szolgált a becslés alapjául, ezért feltételeztük, hogy szigorúbb validizálásra, a változatlanul azonos EKG besoroláson túlmenően, nincs is szükség.

A mérések a Lux-féle (statisztikai módszerrel tervezett) optimális redukált elvezetés rendszerrel készültek. Vizsgálatainkat a kamrai aktivációs szekvencia tulajdonságaira végeztük, amely jól jellemezhető a QRS intervallumra számított integráltérképpel. Minden személy QRS integrál térképét egy QRS intervallum normalizálást követően 12 térbeli Karhunen-Loeve sajátvektor bázisában ábrázoltunk. Geometriailag minden személy QRS integrálja egyetlen ponttal ábrázolódott Karhunen-Loeve bázis koordináta rendszerében, a vizsgált populációt jellemző pontok a térben egy „pontfelhőt” alkotnak.

Az alábbiakban részletezett analízis célja annak eldöntése volt, hogy mely paraméterek felelősek elsősorban a pontfelhő nagy kiterjedéséért. Annak érdekében, hogy a variabilitás főbb forrásainak fontosságát megbecsüljük, a populációt alcsoportokra osztottuk, az alábbi feltételezések alapján:

1. Az életkori és a külső testgeometriai paraméterek szempontjából hasonló személyek alcsoportjában a variabilitás döntően a forrás, azaz a szív variabilitását és a mérés reprodukibilitását jellemzi.

2. A fentieknek megfelelő szűkített csoportok varianciáját összehasonlítva a nem és életkor szerint hasonló, de testalkati szempontból nem szűkített csoportnál kapott értékkel, a testgeometriai különbözőségek hatásának fontosságát jellemzi az összvarianciára vonatkozóan.

Számításainkban az összvariancia (V) a 12 Karhunen-Loeve (K-L) együtthatóval volt jellemezve:

$$F = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{12} (c_{ij} - \bar{c}_i)^2$$

ahol:

- c_{ij} : a j . személy méréséből számolt i . K-L koefficiense
- \bar{c}_i : az csoporton belül az i . térbeli K-L koefficiensek átlaga,
- N; minta nagyság;

A szívfüggő variabilitás (VSz), amely magába foglalja a mérés reprodukibilitás komponensét is, ugyancsak a fenti V képlettel lett meghatározva, az életkor és testgeometria paraméterek alapján szűkített csoportokra.

A mérés reprodukálási hibától származó variancia komponens (VR) két egymást követő mérés K-L koefficienseinek különbsége alapján lett meghatározva az alábbi összefüggéssel:

$$VR = \frac{2}{N-1} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{c_{ij}(1) - c_{ij}(2)}{2} \right)^2$$

ahol:

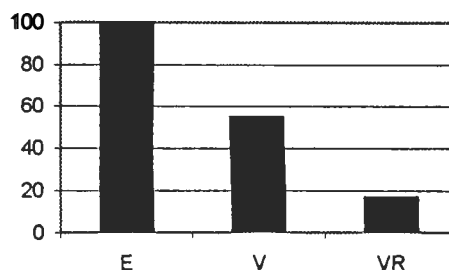
- $c_{ij}(1)$ és $c_{ij}(2)$: a j . személy első és második méréséből számolt i . K-L koefficiense

A viszonyításoknál használt, a csoportot jellemző átlagos jelenergiát (GMSE) az alábbi összefüggéssel számoltunk:

$$E = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{12} c_{ij}^2$$

3. A statisztikai vizsgálatok eredményei

A férfiakra és nőkre külön-külön végzett variancia vizsgálatokat az F-tesztel összehasonlítva megállapítható, hogy az eltérés szignifikáns, $p < 0.05$ szinten. A továbbiakban példaként a férfiak adatait használva az 1. ábrán látható, hogy a V összvariancia értéke hozzávetőlegesen a fele a csoportot jellemző E átlagos jelenergia értékének. Az ábra ugyancsak bemutatja a 35 férfi adataiból számított VR hibaértékeket is (a nők esetére hasonló eredmény adódott). Ezen érték a V összvariancia értékéhez viszonyítva ugyancsak szignifikáns eltérést mutatott, $p < 0.001$ szinten a férfiaknál (és $p < 0.05$ szinten a nőknél). Ez arra utal, hogy a reprodukciós hibán túli, variancia források szerepe szignifikáns az eredő összvariancián belül. A számításokat megismételve az ismételt méréseknek egy olyan alcsoportjával, melynél az egymást követő felvételek közötti idő az eredeti 3,33 évről 1,3 évre csökkent, gyakorlatilag nem befolyásolta a reprodukciós hiba értékét. Első közelítésben VRR értéket a mérés technikai paramétereinek reprodukálhatósága (pl. elektróda felhelyezés hibája) és a szerv biológiai variabilitása határozza meg.



1. ábra. A férfiak QRS integráltértékein az átlagos összenergiára (E) normált összvariancia (V) és mérés reprodukálási variancia (VR) (a nőkre vonatkozó normalizált eredmény hasonló.)

A V értékében szummáltan meglévő szív és testgeometria függő hatások arányának becslése a 3. életkori dekádba tartozó férfiak és nők adataira támaszkodva történt. A relatíve nagy esetszám ezen életkori kategóriákban megengedte relatíve szűk geometriai toleranciával jellemzett alcsoportok képzését (magasság: átlag $\pm 2,5$ cm, súly: átlag ± 5 kg). Az átlagos esetszám egy-egy ilyen alcsoportban 17 volt a férfiaknál és 12 a nőknél. Az eltérés a teljes csoport varianciája (V) és a korlátozott geometriájú csoportok varianciái (Vk) között sem a férfiaknál, sem a nőknél nem érte el a $p < 0.05$ szinthez szükséges szintet (Isd. Vk oszlopát a 2. ábrán).

A fenti eredmény arra sugallja, hogy a szív variabilitása felelős a klinikailag homogén normál populációnál tapasztalt jelentős csoporton belüli szóródásért, a testgeometria hatása másodlagos.

4. A modellezési vizsgálatok módszerei

A forrás (szív) variabilitásra vonatkozó modellezési vizsgálatok a magyar-szlovák akadémiai együttműködési program keretében történtek, felhasználva a V. Szathmáry által kidolgozott numerikus aktivációs szívmodellt, valamint a szív és a testfelszíni jel-transzfer kvantitatív végzésére alkalmas numerikus, inhomogén, valós geometriájú testmodell [7,8]. A modell a szív két kamrájának közelítő geometriáját ellipszoidokból építi fel, az aktiváció terjedését a Huyghen's elvnek megfelelően modellezi, oly módon, hogy a modell elemi voxelei a szomszédos elemi térfogatoknak továbbítják az aktivációt. Az éppen aktiválódó térfogatelemek egy belülről kifelé haladó keskeny réteget alkotnak, ez az aktivációs hullám geometriája. A külső potenciáltér oly módon lett meghatározva, mintha a hullámfelületre egy állandó nyomatékú kettősréteg lenne szuperponálva. A testmodell a relatíve nagy, vezetőképességi szempontból homogénnek tekintett régiók figyelembevételével a véges felületi elemek módszerével oldja meg az un. elektrokardiológiai „forward problémát”.

A modell-szív helyzetének változtatásával imitáltuk a normál, a horizontális és a vertikális szívállást. A vizsgálatok három szívpozícióban történtek, a horizontális és a vertikális állásnál a frontális síkra eső vetület alapján a szívtengely 60° -ot zárt be, ami az irodalmi adatok alapján a normálok valóságos szóródásához képest nagy érték [9]. Ezért a modell eredményeket a valóságos szög szórás értékekre átértelmezve, a geometriai viszonyokat tükröző, arányosan kisebb potenciálérték szórását tételeztünk fel. Konkrétan a valóságos QRS integrál érték szórását mint a szimuláció eredményének hatodát fogadtuk el (a modelltől következő 21° -os szórás helyett a reálisnak ítélt 8° -os tengelyállás szórásra átszámolva).

A kamrai ingervezető rendszer véletlen realizációitól függő realizációt azonos szívállás esetén, az endokardiális felszínen a testfelszíni potenciáltérképek szempontjából ekvivalens eredményt nyújtó Purkinje rost és myocardium közötti ingerület átadás helyek (aktiváció indítási pontok) változtatásával modelleztük. Vizsgálataink során a numerikus szívmodellnél korábban megállapított indító pontok helyét szisztematikusan két egymásra merőleges görbületi sugár mentén, 6 elemi modell-cellányi egységgel (kb. 6 mm) változtattuk. Tekintettel arra, hogy az összes lehetséges kombináció szimulációja túlzottan számításigényes lett volna, az ingervezető rendszer variabilitás jellemzésére konkrétan két kiszemelt indítási pontra végeztünk teljes vizsgálatot, ebből határoztuk meg a létrehozott variancia komponens [10]. Egy-egy indítási pont körüli szórás a fentiek értelmében kb. 3 mm volt. A szimulált két indítópont variálás hatásából származó varianciát alapulvéve, valamint feltételezve, hogy a további 5 indítási pont is hasonló nagyságú és az előzőektől független variancia komponens eredményez, meghatároztuk az indítópontok 3 mm-es geometriai szórásához rendelhető varianciáját az átlagos összenergia százalékában. Nonnálokon

végzett epicardiális aktivációs térképek szemrevételezése alapján megállapítottuk, hogy a modell által realizált indítópont szórás kisebb mint a nonnáli populációban tapasztalható.

A modellezési vizsgálatok részének tekintettük azt is, amikor 219 elektródás, nagysűrűségű valós QRS integráltérképek felhasználásával szimuláltuk az elektróda felhelyezési hibától várható hibakomponenseket, interpolált értékekkel becslve a test hossztengele mentén az anatómiai definiált pozíciókhoz képest jobb ill. bal irányba kb. 1 cm-rel elfordított, valamint a hasonló mértékben le- és felfele elcsúsztatott elektróda rendszer felhelyezés esetén várható hiba nagyságát. Irodalmi adatok alapján ugyan a felhelyezési hiba ennél nagyobb mértékű lehet, de gondos előkészítés esetén a fenti variabilitási hozzájárulást hihetőnek tekintettük.

A modellezés során kapott eredményekből a variancia komponensek számítása hasonlóan történt, mint ahogyan azt a statisztikai módszernél ismertettük.

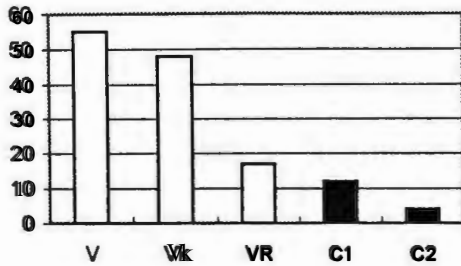
5. Modellezési eredmények

A modellezési eredmények szerint a $\pm 30^\circ$ -os szögelfordulások esetén számított variancia értéke az E értékre nonnálvá, 24%. A reálisnak tekintett frontális szögállás-szórás esetén, a korábban elmondottak értelmében 4 % normalizált QRS integráltérkép variancia hozzájárulás feltételezése indokolható.

Az intraventrikuláris rendszer véletlen realizációinak jellemzésére végzett szimuláció a E-re nonnált értéke két indítópont variálása esetén 3,4%-nak adódott. Ismételtén a korábbi feltételezésekre utalva, 7 indítópont esetén ebből 12% variancia komponens feltételezése indokolható, az indítási pontok 3 mm-es szórása mellett.

Az elektróda matrix elmozdításából (felhelyezési hibából) származó variancia értéke vízszintes felhelyezési hiba esetén 0,7%, függőleges irányú hiba esetén 0,3%, mindkét irányban 1 cm-es hibákat feltételezve.

Az azonos testmodell esetén a forrás tulajdonságait leíró modellezési eredmények tömörített ábrázolása a 2. ábrán látható. Vizsgálati eredményeinket minden esetben az E értéklízi nonnálvá adtuk meg. A V, V_k és V_R értéke a korábbi statisztikai vizsgálatokból származik, jelen összefoglalóban csupán azért tüntettük fel, hogy viszonyítási alapul szolgáljon a komponens varianciák mellett. Elképzeléseink szerint a V_k variancia mint V_R+C₁+C₂ állítható elő. Így az oszlop arányok a hatások fontosságát jellemzik. Meg kell jegyezni, hogy C₁ oszlop az un. indítási pontok 3 mm nagyságú szóródása alapján lett meghatározva, a valóságnak jobban megfelelő értékek esetén érnék a komponensnek az oszlopa pl. 4,2 mm esetében már a jelenlegi magasság duplája lenne, tehát érthetően a primer okozója a forrás varianciának.



2. ábra. Azonos test és szív geometria esetén az intraventrikuláris vezető rendszer indítási pontjainak 3 mm-es geometriai szórásához tartozó variancia (C1), a szív helyzet frontális síkú, $\pm 8^\circ$ -os szórásához tartozó QRS integrál variabilitás komponens (C2) becslése, a statisztikai vizsgálatok alapján ismert összvariációhoz (V) és a geometriailag hasonló egyének alcsoportjánál mért varianciához (Vk) és a VR reprodukálási varianciához viszonyítva.

Diszkusszió

A testfelszíni potenciáltérképek (ehhez hasonlóan a klinikai gyakorlatban elterjedten alkalmazott EKG jelek) variabilitása, régóta ismert módon jelentős osztályon belüli variabilitással jellemezhető, még a normál populáció esetében is. Pathológias esetben tapasztalataink szerint a variabilitás a normálokhoz viszonyítva szignifikánsan megnőhet. Tekintettel a variabilitás sok technikai, biofizikai, élettani okára, az ismertetett kutatás az okok (esetleg az okok egy csoportjának) relatív fontosságát kívánta feltárni, statisztikai és modellvizsgálatok alapján.

A korábbi statisztikai adataink azt mutatják, hogy jelentős különbségek találhatók a férfi és női EKG ill. testfelszíni potenciáltérkép amplitúdó adatai között, tehát indokolt ennek a két dichotomiának külön történő kezelése a diagnosztikai kritériumok szempontjából. A korábbi vizsgálatok jelentős korfüggésre is utaltak, azt a következtetést sugallva, hogy legalább a 40. évnél fiatalabb és idősebb alcsoportok külön kezelendők (különösen a férfiak esetében). Modell vizsgálataink ettől a ponttól indultak tovább.

A korlátozott modellvizsgálat arra utal, hogy a variabilitás legfontosabb forrása az endokardiumról induló aktivációs hullámok indítási lokalizációjában lévő különbségeknek tudható be, ami alapvetően az ún. intraventrikuláris vezető rendszer véletlenfüggő realizációjától függ. (Itt nem tárgyalt adataink arra utalnak, hogy az intraventrikuláris ingervezető rendszer geometriája genetikailag kódolt, egyetűjű inaknál jelentősen kisebb egyének közötti variációt eredményezve, mint a hasonló testfelépítésű köpetűjű inaknál.) Ez a komponens egyszerű eszközökkel nem azonosítható, a diagnózist befolyásoló hatása feltehetőleg olyan módszerek alkalmazásával korlátozható, amelyek nem,

vagy kismértékben érzékenyek az aktivációs szekvencia ingadozásaira. Ilyen lehetőséget adhat az aktivációs szekvenciáktól független QRST integráltérkép (ventrikuláris gradiens) analízise [12].

Az eredményeink szerint (a normál csoporton belüli) QRS integráltérkép variabilitás második legfontosabb oka a forrás (szív) testen belüli elhelyezkedés orientációjának szórásában keresendő. Elvileg, egy pontosabb EKG diagnózis érdekében a szív elhelyezkedés egyszerű mérésekkel meghatározható, tehát a normálokat jellemző feltételes sűrűségfüggvény terjedelme korlátozható.

Az összvariabilitáshoz jelentős hozzájárulást ad a mérések ismételtőségének relatíve jelentős hibája. Vizsgálataink arra utalnak, hogy a reprodukálhatósági komponens nagyságát csak korlátozott mértékben befolyásolja az elektróda felhelyezési bizonytalanság, a hiba jelentős része biológiai változékonyságra utal. Ezt a konklúziót számos korábbi és friss kutatási eredmény alátámasztja. Megítélésünk szerint a jelentős biológiai változékonyság ténye azt sugallja, hogy különösen a veszélyes aritmiaik rizikójának pontosabb előrejelzése, valamint a folyamatok megértése érdekében szükséges az eddigi lényegében statikus szemléletű vizsgálatokat dinamikusakkal felváltani, amelyek tehát a variabilitás tulajdonságait is figyelembe veszik a döntések meghozatalakor.

A korábbi statisztikai vizsgálataink eredményei alapján a test habitus hatása a testfelszíni potenciál eloszlásukra relatíve kicsiny, (és multiplikatív jellegű), jelentőségében feltehetőleg a forrás varianciák után következik [13].

Köszönetnyilvánítás

A kutatás finanszírozása részben az AKP 96/2-640 2,3 valamint az MKM FKFP 0793/1997 pályázati támogatás keretében történt, a kooperációs munkák támogatója az Magyar Tudományos Akadémia és a Szlovák Tudományos Akadémia közötti együttműködési program volt.

Irodalom

1. Simpson, E.: Differentiation between normal and abnormal in electrocardiography, C. W. Mosby, St. Louis, 1961.
2. Huiskamp, G.J.M., van Oosterom, A.: Heart position and orientation in forward and inverse electrocardiography, Med. Biol. Eng. Comput., 30:613-620, 1992.
3. Pipberger, N.V., Williams, J.L., Pribites, P.F.: Repeat variability of the normal electrocardiogram and vectorcardiogram. In: Chr. Zywiets, B. Schneider (eds), Computer applications on ECG and VCG analysis. North-Holland Publ. Comp., 449-461, 1978.
4. Silli, D., Musso, E. et al.: Cardiac arrhythmias: beat-to-beat variability of QRST integral maps, in

- rats with ventricular hypertrophy. In: Antalóczy Z., Préda I., Kékes E., eds., *Advances in Electrocardiology*, 71-74, Amsterdam; Excerpta Medica, 1990.
5. Stilli, D., Aimi, B., Sgoifo, A., Ciarlini, P., Regoliosi, G., Lagrasta, C., Olivetti, G., Musso, E.: Dependence of temporal variability of ventricular recovery on myocardial fibrosis. Role of mechano-electrical feedback? *Cardiovasc. Res.*, 37:58-65, 1998.
 6. Kozmann, Gy., Lux, R.L., Green, L.S.: Sources of Variability in Normal Body Surface Potential Maps. *Circulation*, 79:1077-1083, 1989.
 7. Szathmáry, V., Osvald, R.: An interactive computer model of propagated activation with analytically defined geometry of ventricles. *Comp. Biomed. Res.* 27: 27-38, 1994.
 8. Tysler, M., Turzova, M., Tinova, M., Kneppo, P.: Forward modelling of the cardiac field. In: Proc. 18th Annual IEEE EMBS Conference, CD-ROM, ISBN 90 9010005-9, IEEE Comp. Soc., 1996.
 9. Ristic, R.F.: *Cardiovascular Dynamics*, 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia, 1970.
 10. Cserjés, Zs., Kozmann, Gy., Szathmáry, V., Tinova, M., Tysler, M.: Ventricular activation as a composition of deterministic and stochastic processes, In: L. Bacharova, PW Macfarlane (eds), *Electrocardiology '97*, 47-50, World Scientific, Singapore, 1998.
 11. Durrer, D., R. Van Dam, R.Th., Freud, G.E., Janse, M.J., Meijler, F.L., Arzbacher, R.C.: Total excitation of the isolated human heart. *Circulation*, 41:899-912, 1970.
 12. Kozmann, Gy., Lux, R.L., Green, L.S.: Comparison the diagnostic properties of QRS and QRST integral maps. In: *Electrocardiology*, eds: Antalóczy Z., Kékes E., Préda I., Excerpta Medica, Amsterdam, 1991.
 13. Kozmann, Gy., Lux, R.L., Green, L.S.: Some properties of the probability distributions of body surface maps from normal groups. In: *Electrocardiology 1988*, ed. H. Abel, 227-230, Elsevier, Amsterdam, 1989.

Levelezési cím:

Dr. Kozmann György

Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék

Veszprém, Egyetem u. 10-12., 8200.

Kozmann@inf.kkf.hu

Érfal viszkoelasztikus viselkedése nyújtás hatására

¹Orosz Miklós, ²Molnárka Győző, ¹Nádasy György, ¹Raffai Gábor, ¹Lóránt Miklós, ¹Monos Emil

¹SOTE Klinikai Kísérleti Kutató - II. Élettani Intézet, Budapest

²ELTE Numerikus Analízis Tanszék, Budapest

orosz@elet2.sote.hu

Abstract

Az érfal biomechanikai viselkedésének ismerete és kvantitatív leírása alapvetően fontos az érrendszer normális és kóros működésének megértéséhez. Jelen munkában az érfal nyújtás hatására bekövetkező stressz-relaxációját és kúszását vizsgáltuk. A cél a mechanikai feszültség matematikai leírása volt a megnyúlás és az idő függvényében. A méréseket érfalból kivágott csíkokon kivitelezettük. A matematikai leírásra a kontinuum viszkoelasztikus anyagokat leíró differenciálegyenlet megoldásaként adódó függvény használtuk 1. rendű. A mérések és a matematikai modell tanúsága szerint az érfalban ébredő mechanikai feszültség (10^3 - 10^4 Pa) időben exponenciálisan lecseng, nagy megnyújtások esetén a megnyújtás függvényében egy maximumgörbe szerint változik. A Young-modulust (10^5 - 10^6 Pa), a relaxációs időt (5-30 s) és a viszkozitást (10^2 - 10^3 Pa s) görbeillesztéssel határoztuk meg a MATLAB programrendszerben.

1. Bevezetés, célkitűzés

A szív-érrendszeri problémák világszerte a leggyakoribb megbetegedések közé tartoznak. Az általuk okozott halálozási arány a legmagasabb. Ez indokolja az érrendszer, ezen belül az érfal biomechanikájának kutatását. Az erek egészséges vagy kóros volta jelentős hatással van a vérkeringésre, amelynek zavarai további betegségek előidézői lehetnek [1].

Az érrendszer biomechanikai viselkedése az érfal viszkoelasztikus sajátosságainak függvénye. Az érrendszeri betegségek normális és patológiás működésének jobb megértéséhez az érfal biomechanika kvantitatív megfogalmazása szükséges.

Jelen munka célja az volt, hogy az érfalban nyújtás hatására ébredő mechanikai feszültség jellemzésére az idő, illetve a megnyújtás függvényében alkalmas matematikai modellt találjunk, amely független változóként az időt, illetve a relatív megnyúlást tartalmazza.

2. Mérések

Nyúl aortából kivágott csíkokat 37°C-on normál Krebs-Ringer oldatban termostáltunk. A csíkokat kis lépésekben megnyújtva regisztráltuk a húzóerő időbeli és nyújtásfüggő változását egy SOLTEC Corporation

500 Signal Processor segítségével. Egy-egy lépés hossza 400 μ m, ideje 2 perc volt. A megnyújtásokat addig folytattuk, amíg a csík el nem szakadt. A csíkok átlagosan 3-4 mm hosszúak, 2 mm szélesek és 0.5 mm vastagságúak voltak.

3. Számítások

3.1 Időfüggő viselkedés

Az érfal passzív viszkoelasztikus viselkedését gyakran elasztikus és viszkózus elemekből álló mechanikai modellekkel írják le [2], [3]. Ehelyett a jelen munkában a kontinuummechanikai megközelítést alkalmaztuk, amely egy dimenzióban matematikailag hasonló alakban írható fel, de könnyebben általánosítható a 3 dimenziós esetre.

A viszkoelasztikus anyagok differenciálegyenlete [4] alapján egy dimenzióban, 1. rendű:

$$\sigma(t) + \tau \frac{d\sigma(t)}{dt} = E\sigma(t) + \tau \frac{d\epsilon(t)}{dt}$$

(1)

ahol

σ : mechanikai feszültség [Pa]

ϵ : relatív megnyúlás: $(l-l_0)/l_0$

E : Elasztikus (Young) modulus [Pa]

τ : viszkozitás [Pa s]

t : relaxációs idő [s]

A csíkok megnyújtásának sorozatában egy lépés a következő szakaszokból tevődött össze: egy rövid (~ 0.1 s) időtartamú meghúzás, majd konstans relatív megnyúlás mellett egy hosszú (120 s) időtartamú „nyugalmi” fázis, ami alatt feszültségrelaxáció zajlott le. A nyújtás előtti feszültségértéket σ_0 -vel, a nyújtás utáni feszültségértéket σ_f -fel jelöltük. Hasonlóképpen a relatív megnyúlás kezdeti ill. végértéke ϵ_0 ill. ϵ_f volt. Azzal az egyszerűsítő feltételezéssel élve, hogy a nyújtás állandó v_e sebességgel történik, a relatív megnyúlás alakja $\epsilon(t) = v_e t + \epsilon_0$, amiből $d\epsilon/dt = v_e$.

A differenciálegyenlet megoldásai a nyújtási ill. relaxációs szakaszra:

Nyújtás (kúszás):

$$\sigma(t) = E v_e t + \sigma_1 e^{-\frac{t}{\tau}} + (\tau v_e - E v_e \tau + E \epsilon_1) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (2)$$

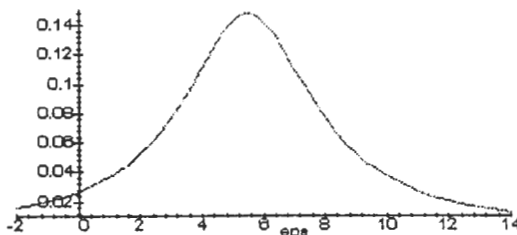
Relaxáció:

$$\sigma(t) = E s p + (\sigma_p - E s p) e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

Az E , η , T paraméterek meghatározása a kísérleti adatokból nyert mechanikai feszültségértékeken kivitelezett exponenciális görbeillesztési történt minden egyes lépésre. Ehhez a MATLAB programban a legkisebb négyzetek módszerét megvalósító Nelder-Mead simplex algoritmust használtuk.

Egy megnyújtást tekintve először a relaxációs szakaszra illesztettük a görbét, az illesztés eredményeképpen az E és a τ értéke adódott. Ezeket felhasználva illesztettük a megnyújtási szakaszra, ahonnan η értékét kaptuk meg. Az illesztések ilyen sorrendben történő végrehajtását az tette indokoltá, hogy a hosszú relaxációs szakaszra sok mérési adat állt rendelkezésre, a rövid megnyújtási szakaszra csak kevés. Elegendően hosszú megnyújtási szakaszra, sok mérési adat esetén egyetlen illesztéssel meghatározható a három paraméter.

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{(e - a)^2 + e + b} \quad (5)$$



2. ábra Érfalban ébredő mechanikai feszültség modell-függvényei az s relatív megnyúlás függvényében.

A Hooke törvény: $\sigma = \varepsilon E$ (6)

Az ennek megfelelő differenciálegyenlet:

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = E = \text{const.} \quad (7)$$

Láttuk, hogy az érfal viselkedése nem követi a Hooke törvényt. Azzal a feltevéssel, hogy a σ feszültség ε -nak és σ -nak is függvénye, a következő differenciálegyenletet írhatjuk fel:

$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = -k\sigma(s - S_0) \quad (8)$$

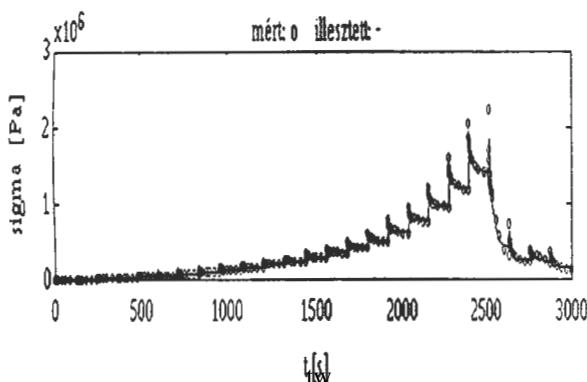
amelynek megoldása:

$$\sigma(\varepsilon) = e^{-K\varepsilon^2 + 2K\varepsilon_0\varepsilon + C} = \sigma_{max} e^{-K\varepsilon(\varepsilon - 2\varepsilon_0)} \quad (9)$$

Ez éppen a (4) egyenlet.

A görbeillesztést a már említett legkisebb négyzetek módszerével végeztük, amely a maximumgörbék esetében is megfelelőképpen működött.

A modellfüggvények jól illeszkednek a kísérleti adatokra, amint az a 3. ábrán látható.

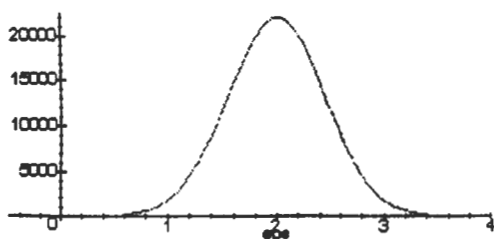


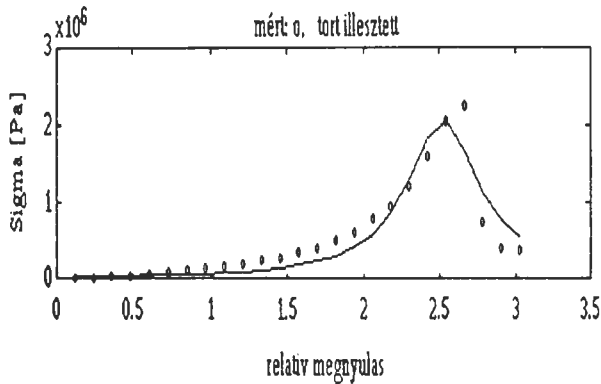
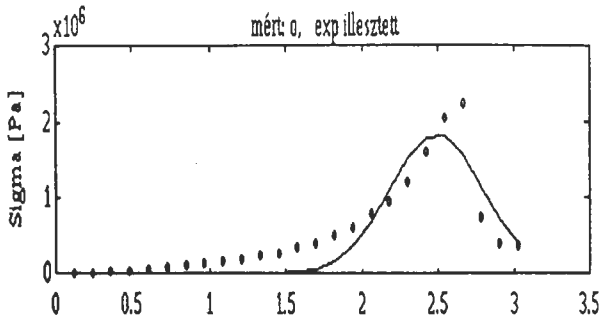
1. ábra Mért és illesztett feszültségértékek a teljes nyújtási folyamatra az idő függvényében.

3.2 Megnyúlásfüggő viselkedés

A mechanikai feszültség mért értékeire illeszkedő függvényeket keresünk, amelyek egy maximummal rendelkező görbét követnek. Ilyenek pl. a kvadrátikus exponenciális és polinom függvények inverzei.

$$f(\varepsilon) = e^{-k\varepsilon^2 + 2k\varepsilon_0\varepsilon + c} = j_0 e^{-k\varepsilon(\varepsilon - 2\varepsilon_0)} \quad (4)$$





3. ábra Az exponenciális és a polinom függvények illesztése a mért feszültségértékekre.

4. Diskusszió

Az érfalból kivágott csíkot megnyújtva a csíkban ébredő mechanikai feszültség az idő függvényében csökken megnyújtás közben is (kúszás) és a megnyújtás befejezése utáni állandó hosszúságú állapotban is (feszültségrelaxáció).

A megnyúlás függvényében a feszültség növekedik, majd egy kritikus hosszúság elérése után csökken, amíg a csík el nem szakad.

Az érfal idő- és megnyúlásfüggő viselkedése azt jelzi, hogy a deformáció hatására a fal mikrostruktúrája átrendeződik. A feltekeredett rostok és makromolekulák kiegyenesednek ill. elcsúsznak egymáson, megváltoztatva az érfal viszkoelasztikus jellemzőinek értékét. A feszültségrelaxáció a struktúra időbeli átrendeződésének, a belső sűrűlésnek tulajdonítható. A maximumgörbe kialakulása az anyag gyengülését, a molekulák közötti kapcsolat megszűnését jelzi.

A viszkoelasztikus viselkedés jellemzésére gyakran használnak elasztikus és viszkózus elemekből álló mechanikai modelleket. Ehelyett a jelen munkában a formailag hasonló, de értelmezésében eltérő egydimenziós kontinuummechanikai modellt használtuk. Ennek előnye, hogy az érfal viszkoelasztikus paraméterei egyértelműen definiálhatók, szemben a mechanikai modellekkel, ahol az elemek összekapcsolásának módjától függően a paraméterek értéke és fizikai értelmezése eltérő, azon

kívül az egydimenziós modell könnyen általánosítható a háromdimenziós esetre. A kontinuummechanikai modell viszont (legalábbis ebben a formában) nem ad számot a fal roststruktúrájáról.

A felhasznált matematikai modellek jól illeszkednek a kísérleti adatokra, az érfal reológijának leírására jól használhatók. A modellek értelmezése, pontos fizikai jelentése további kutatások tárgyát képezhetik.

Referenciák:

1. Monos E: Az érfal biomechanikája, 1986, Medicina, Budapest.
2. Flügge W: Viscoelasticity. 1967, Massachusetts-Toronto-London, Waltham.
3. Orosz - G. Molnárka - E. Monos: Curve Fitting Methods and Mechanical Models for Identification of Viscoelastic Parameters of Vascular Wall - A Comparative Study, Medical Science Monitor, 1997, vol: 3(4), p599-604.
4. Fung YC: Biomechanics; Mechanical Properties of Living Tissues, 1993, Springer Verlag, New York - Berlin - Budapest.

(Támogatták: ETT 291/93, OTKA T0117789)

Levelezési cím:

Orosz Miklós

SOTE, Klinikai Kísérleti Kutató - II. Élettani

Intézet

1082 Budapest, Üllői út 78/a

Lakossági sugárterhelés előrejelzésére alkalmas radioökológiai modellek validálása

Kanyár Béla és Nényei Árpád

Veszprémi Egyetem Radiokémia Tanszék
KANYARB@ALMOS.VGIN.HU, NENYEIA@ALMOS.VGIN.HU

Abstract

A környezetbe kerülő radioizotópok hatásának prognosztizálására készült modellek validálási vizsgálatához felhasználhatunk nukleáris balesetek következményeként mérhető környezeti szennyeződések. Vizsgálataink során - egy nemzetközi kutatási projekt keretében - több baleset következményeit modelleztük és a számítási eredményeket összehasonlítottuk a mért adatokkal, valamint más modellezők eredményeivel.

A szimulációs eredmények pontossága többnyire kielégítette az elvárható gyakorlati követelményeket, jelentősebb (több nagyságrendű) eltérések csak ritkán adódtak. Ezek oka elsősorban a szcenárió-leírás és adatok felmértelmezése, valamint rosszul megválasztott paraméter értékek voltak.

Az ismertetésre kerülő „Hanfordi szcenárió” esetén a kéményből kikerült radioaktív jód légköri terjedését néhány esetben pontatlanul becsültük. Ugyanis a feladathoz készített szoftver a talajfelszíni változásokat csak egyszerű közelítéssel veszi figyelembe. Az „Ölen szcenárió”-nál a talaj Ra-226 koncentrációját becsültük felül, s ennek következményeként a tej koncentrációjának számított értéke is nagyobb volt a mértnél. Hasonló eltérések előfordultak másoknál is.

1. Bevezetés

A radionuklidok környezeti jellemzőinek számításra alkalmas matematikai modellek és a felhasznált paraméterek bizonytalansága viszonylag nagy, ezért szükséges azok egymással ill. mérési eredményekkel való összevetése. Ezt a tevékenységet támogatja a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség koordinált kutatási program szervezésével. A program keretében az utóbbi években a szerzők részt vettek az 1963. évi hanfordi (USA), katonai célú plutónium gyár üzemből eredő kibocsátásából, valamint az Olenben (Belgium) több évtizeden át működő radiu-üzemből eredő környezetszennyeződés modellezésében.

Elkezdődött az "Iput"-völgyi (Oroszország, Csemobilhoz igen közeli része, Brjanszk tartományban) radiocézium szennyeződés tápláléklánci terjedésének több évtizedes időtartamra vonatkozó modellezése is.

Mind ezekre a szcenáriókra jellemző, hogy eddig igen kevés környezeti mérési adat jelent meg az irodalomban, s így a modellezők alapvetően nem ismerik az eredményt, azaz csak a számolt értékek beküldése után kapják meg a mérési adatokat, összehasonlítva saját eredményeikkel. Másrészt - különösen az Iput-völgyi szcenárióban - a lakosság tartózkodási és fogyasztási szokásait, ill. annak változásait is modellezni kell. Az egyszerű, determinisztikus szimulációk mellett paraméter-bizonytalansági és -érzékenységi elemzések is szükségesek, hogy a becslés véletlenszerű hibája összehasonlítható legyen a mért ingadozásokkal.

2. Alkalmazott modellek, számítási eljárások, elemzések

A hanfordi szcenárió esetén, 1963. szeptember elején a kéményen keresztül a légkörbe került I-131 izotóp terjedését időben változó Gauss-féle csóva modellel [1] írtuk le, a következőképpen:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{\sqrt{(2\pi)^3 \cdot \sigma_x^2 \cdot \sigma_y^2 \cdot \sigma_z^2}} \cdot e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma_x^2}} \cdot e^{-\frac{(y-v)^2}{2\sigma_y^2}} \cdot e^{-\frac{(z-w)^2}{2\sigma_z^2}} \cdot f_1(x) \cdot f_2(y) \cdot f_3(z)$$

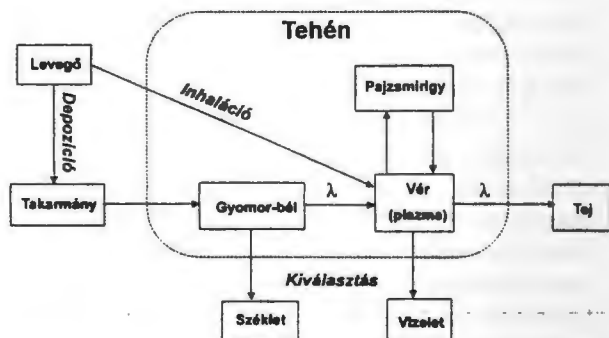
ahol

- $C(x,y,z)$: az aktivitáskoncentráció a levegőben az (x,y,z) pontban [Bq/m^3];
 Q : a kibocsátott radioaktív anyag aktivitása [Bq];
 u, v, w : az u, v, w csóvaszélességek a három térirányban [m];
 u : a szélesség az adott pontban [m/s];
 t : a kibocsátástól eltelt, vagy egy tetszőleges vizsgált időtartam [s];
 f_1, f_2, f_3 : a radioaktív bomlás, a nedves, valamint a száraz depozícióból származó radioaktív csóva légköri szegényedése.

A kb. 40 km-es körzetre vonatkozó számítások során a meteorológiai és geográfiai viszonyok változását is figyelembe kellett venni, a σ -értékek révén, melyet szintén félempirikus módszerekkel közelítettünk.

A talajra és a növényzetre kiülepedett, majd a használat tejében, s végül az emberben megjelent radiojód mozgását, diszperzióját az 1. ábrán látható kompartment rendszerrel írtuk le, melynek matematikai formája közönséges, lineáris differenciálegyenlet rendszer volt. A rendszer numerikus megoldására Runge-Kutta-Fehlberg módszert alkalmaztunk.

A mérés és így a számítás is csupán néhány hónapra terjedt ki, mivel a I-131 viszonylag gyorsan elbomlik, fizikai felezési ideje 8 nap.



Lábra A I-131 radionuklid transzportjának kompartment modellje a takarmány-tej esetén

A Ra-226 talajbeli és tápláléklánci (takarmány-tehén-ember irányú) mozgásának leírására szintén kompartment rendszert használtunk. Mivel a rádium fizikai felezési ideje 1600 év és a szennyező forrás hosszú időn át létezett, figyelembe kellett venni a több évtizedes változásokat, köztük a talaj felszántását is.

A paraméterbizonytalansági és érzékenységi elemzésekhez a Monte-Carlo-féle szimulációs módszert használjuk [2], az általunk korábban bővített TAMDYN-jelű szoftver segítségével [3]. Ezzel határozzuk meg a számolt értékek - radionuklid koncentrációk és lakossági sugárterhelések - konfidencia intervallumait.

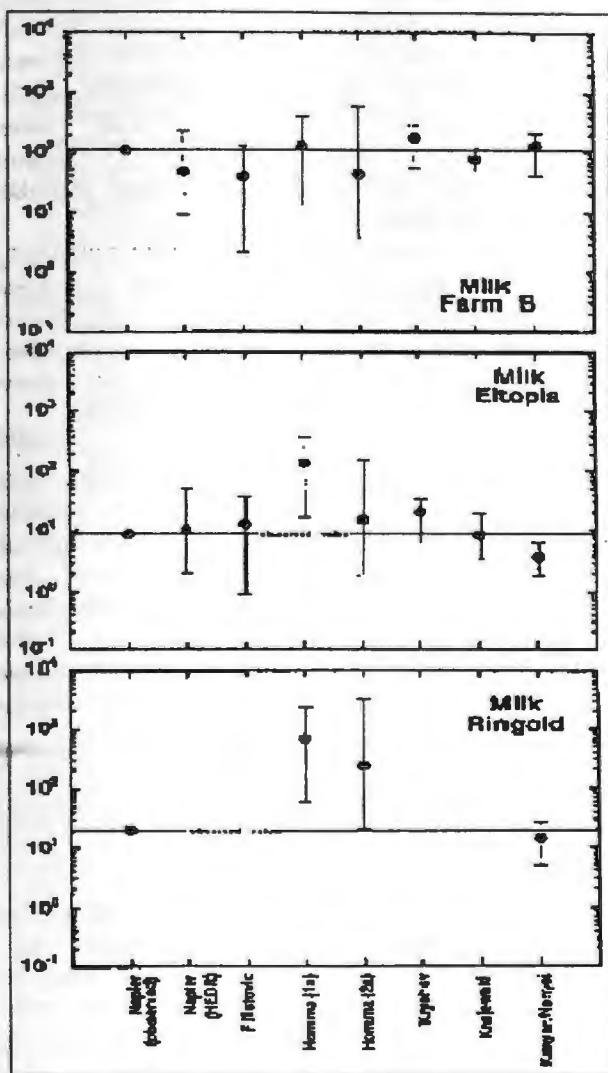
Az itt felhasznált paraméterértékek nagy része az [4] irodalomból származik.

3. Eredmények

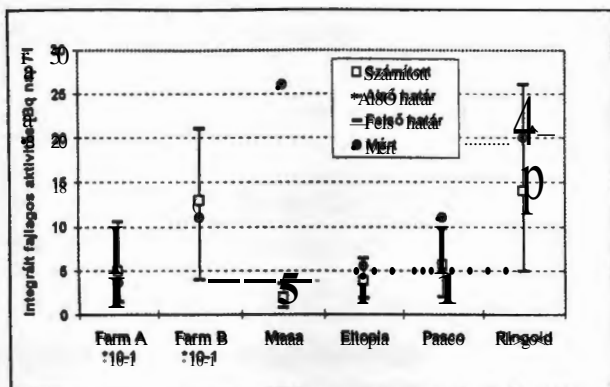
A hanfordi scenárió esetén az üzemből kikerülő I-131 szennyezés és a meteorológiai viszonyok ismeretében összesen 6, egymástól 10-40 km távolságban lévő helyen kellett becsülni a légköri kihullást, a fűben (szénában), a tejben, az emberek pajzsmirigyében az aktivitás-koncentrációt, valamint a külső és belső sugárterhelést. A vizsgálatokban 7 munkacsoport vett részt (Japánból, Oroszországból stb.), igaz egyesek a feladatoknak csak egy részét végezték el.

Az eredmények közül a lakossági sugárterheléssel arányos tehéntej I-131 koncentráció-időintegrálját, Bq.nap/liter egységben, a 3 különböző földrajzi helyen (Farm B, Eltopia és Ringold) a 2. ábra mutatja. A hét modellező eredményei egymástól és a mért értékektől (az első oszloptól, ill. a kihúzott vonaltól) erősen, esetenként 2 nagyságrenddel eltérnek egymástól. Hasonló különbségek adódtak az itt nem közölt másik 3 helyen is [5].

A számolt és mért értékek közötti eltérés átlagosan 2-5-szörös volt, de egyes esetekben 10-20-szoros is, 3. ábra. Saját eredményeink a mértektől átlagos eltéréseket mutattak, de egy helyiségben vizsgált tej esetén pl. 10-szer kisebb szennyeződést számoltunk a valódinál. A nagy eltérés oka elsősorban a légköri terjedésre vonatkozó számításaink pontatlansága volt.

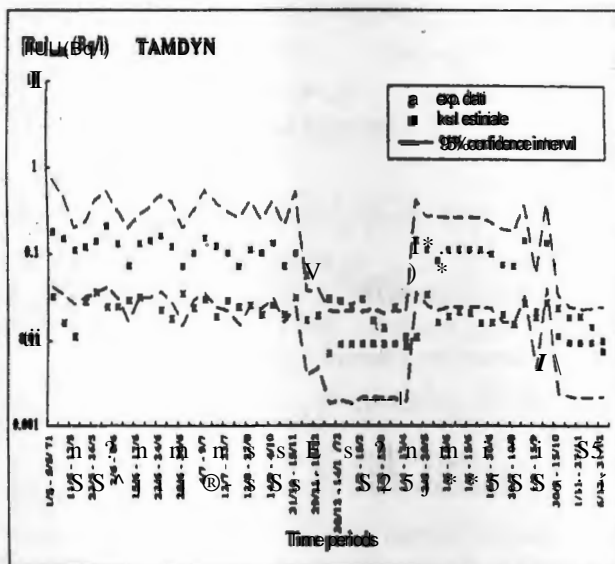


2. ábra. A mért és a modellezők által számolt tej aktivitáskoncentrációk időintegráltjai három különböző helyen (a függőleges vonalak a számolt középpérték - ponttal jelölve - körül 95%-os konfidencia intervallumot jelölik)



3. ábra. A tejben mérhető fajlagos radioaktivitás időintegrálja a hat vizsgált pontban

A Ra-226 talajbeli migrációját és megjelenését a tehéntejben modellező ún. *Olen-szenárió* során a talaj gyökérszónájában, a takarmánynövényben és így a legelő tehen tejében számoltuk az aktivitásokat, szintén kompartment rendszerek segítségével. A tehéntej Ra-226 koncentráció esetén kapott eredmények, a mért értékekkel együtt a 4. ábrán láthatók.



4. ábra. A tehéntejben mért és az általunk számított Ra-226 koncentrációk értékei (a szaggatott vonalak a becslált eredmények 95%-os konfidencia intervallumát jelölik)

Az általunk számított aktivitáskonzentráció 3-5-ször volt nagyobb a mértnél. Csupán a téli időszakban, amikor a az istállóban tartott tehen takarmányának szennyezettségét imputiként kaptuk, akkor volt az általunk számított és a mért tej szennyezettsége közel azonos. A tapasztalatok alapján elmondható, hogy a modellnek a talajmigrációs részét kell javítani, elsősorban a diffúziós állandó módosításával. A modellhezők többsége jobb egyezést kapott a mért értékekkel mint mi, de volt rosszabb eredmény is [7].

Az eddig elsősorban a szárazföldi tápláléklánra vonatkozó modellünket az Iput-jelű szenárióhoz bővíteni kell a vízi környezeti résszel, figyelembe kell venni a halak radiocézium szennyezettségét és az ott-lakók halfogyasztását is [8].

Irodalom

1. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases. Safety Series 57, IAEA (International Atom Energy Agency), Vienna, 1982.
2. Safety Series No. 100. Evaluating the Reliability of Predictions Made Using Environmental Transfer Models. IAEA Publ., Vienna, 1989.
3. B. Kanyár, S.P. Nielsen: Users Guide for the program TAMDYN, Riso National Laboratory, Riso-M-2741, March, 1988.
4. IAEA, Technical Reports Series No. 364, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Temperature Environments, IAEA, Vienna, 1994
5. BIOMASS Theme 2. Dose reconstruction, Hanford scenario report (draft), IAEA Vienna, April 1998
6. BIOMASS Theme 2. Remediation assessment, Olen scenario, Type A report (draft), IAEA Vienna, May 1998
7. BIOMASS Estimation of Consequences of radioactive Contamination with Cs-137 in the Iput scenario River Catchment Area. Description of the test scenario I (version 1.06), IAEA Vienna, October, 1997

Levelezési cím:

Veszprémi Egyetem, Radiokémia tanszék
8201 Veszprém Pf.: 185.

Nukleáris beavatkozások költség-optimalis tervezése Matlab-Simulink rendszerrel

Szederkényi Gábor, Eged Katalin és Kanyár Béla

Veszprémi Egyetem, Radiokémia Tanszék, Veszprém
szeder@sztaki.hu, egedk@almos.vein.hu, kanyarb@almos.vein.hu.

Abstract

Munkánkban olyan inodell-alapú számítógépes optimalizálási módszert mutatunk be, amely nukleáris balesetek esetén a modellezett rendszer paramétereinek ismeretében alkalmas négyféle dóziscsökkentő beavatkozás optimalis kezdő és befejezési időpontjának meghatározására (teljes vagy részleges takarmány-, tej- és leveles zöldség-csere, valamint az elzárkóztatás) A beavatkozások optimalis időpontjainak megkereséséhez a Matlab Simulink rendszer dinamikusan modellezési és numerikus programozási lehetőségeit használtuk fel.

1. Bevezetés

A sugárvédelmi beavatkozások többségénél alkalmazható a költség-haszon elemzés és az optimalis elve. A balesetek és védelmi intézkedések sokfélesége miatt azonban a konkrét eljárások és eredmények erősen különbözhetnek. Vizsgálataink a takarmány-tej-ember, leveles zöldség-ember tápláléklánc ^{131}I -radioaktív izotóp koncentrációra vonatkoztak. Az alkalmazott modell figyelembeveszi a levegő inhalációjából és a talajfelszíni szennyeződés külső sugárzásából eredő dózist is. Számítógépi szimulációval elemeztük a környezeti szennyeződés hatását mérséklő beavatkozások eredményességét.

Négyzögjel alakú ^{131}I -aeroszol légekőri kontaminációt tételeztünk fel. A radionuklid transzport szimulálására kompartment modellt, majd a differenciál egyenletrendszer megoldására a Matlab/Simulink programcsomagot [1,2] alkalmaztuk. A beavatkozás költség-eredményessége (haszna) az elkerülhető dózistól eredő költségmegtakarítás és a beavatkozás végrehajtásához szükséges költségek közötti különbséggel definiálható. Ha a különbség értéke pozitív, akkor a beavatkozás haszonnal jár (szokásos ezt "tisztá haszonnal" nevezni), ha pedig negatív, akkor ráfizetéses.

A költségfüggvény általánosan a beavatkozás veszteségi és a beavatkozás potenciális veszteségforrások mérséklésének ráfordításából eredő költségek különbsége.

2. A radiojód transzportjának leírására és a költség-haszon elemzésre alkalmazott matematikai modell

A kompartment-rendszer a következő közönséges állandó együtthatós lineáris differenciál egyenletekkel írható le (részletes magyarázatát lásd [3,4,5]):

$$\begin{bmatrix} \dot{c}_1(t) \\ \dot{c}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(l_1 + l_3) & 0 \\ 0 & -(l_2 + l_4) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_1(t) \\ c_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} \cdot C(t) \cdot (v_M + w \cdot l) \cdot \mathbf{1}$$

$$c_f'(t) = c(t) \cdot (v_M + w \cdot l) - k_{f1} \cdot f_1 - c_3 \cdot \dot{x}(t)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{c}_1(t) \\ \dot{c}_2(t) \\ \dot{c}_3(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(k_{12} + k_{13} + l_1) & 0 & 0 \\ k_{12} & -(k_{23} + k_{24} + l_2) & k_{23} \\ 0 & k_{23} & -(k_{34} + f_3) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_1(t) \\ c_2(t) \\ c_3(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot C(t) \cdot \mathbf{1}$$

ahol a c_1, c_2, \dots, c_6 időfüggvények jelentését az 1. táblázat tartalmazza. $l_1, l_2, l_3, f_1, f_2, w, v, l, k_{12}, k_{13}, k_{23}, k_{24}, k_{34}$ pedig a radionuklid mozgására, transzportjára jellemző együtthatók.

1. táblázat

A tápláléklánc radionuklid szennyezésének szimulációjához alkalmazott időfüggvények és jelentéseik

Jelölés	Magyarázat
$c(t)$	a levegő aktivitás-koncentrációja
$C(t)$	leveles zöldség aktivitás-koncentrációja ill.
$c_2(t)$	takarmány aktivitás-koncentrációja
$c_3(t)$	talaj aktivitás-koncentrációja
$c_4(t)$	GIT ¹ aktivitás-koncentrációja
$c_5(t)$	tej aktivitás-koncentrációja
$c_6(t)$	Akkumuláló szövet aktivitás-koncentrációja

¹ gasztro-intesztinális

A beavatkozások összköltségének időbeli alakulását a következő függvényel modelleztük:

$$k_{\text{LL}}(t) = k_{\text{O}}(t) + k_{\text{G}}(t) + k_{\text{F}}(t) + k_{\text{A}}(t) + k_{\text{M}}(t) + k_{\text{C}}(t) + k_{\text{I}}(t) + k_{\text{X}}(t)$$

ahol

$$k_{\text{O}}(t) = X_{\text{O}} \cdot f_{\text{O}} \cdot (1 + \exp(-L \cdot (t - \tau))) \cdot S_{\text{O}} \cdot Q_{\text{O}}$$

a tejszere költségét leíró függvény,

$$k_{\text{G}}(t) = X_{\text{G}} \cdot f_{\text{G}} \cdot (1 + \exp(-L \cdot t)) \cdot S_{\text{G}} \cdot Q_{\text{G}} \cdot \frac{Q_{\text{tak}}}{V_{\text{tej}}}$$

a takarmánycsere költségét leíró függvény,

$$k_{\text{Lz}}(t) = X_{\text{Lz}} \cdot f_{\text{Lz}} \cdot (1 + \exp(-L \cdot t)) \cdot S_{\text{Lz}} \cdot Q_{\text{Lz}}$$

a leveles zöldség cseréjének költségét leíró függvény,

$$k_{\text{D}}(t) = D \cdot \rho$$

a lakosság elzárkózatásának költségét leíró függvény,

$$k_{\text{m}}(t) = f \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{N_{\text{sz}}}\right) \right) \cdot S_{\text{z}} \cdot F \cdot m_{\text{sz}}$$

baleset következményeinek elhárításához szükséges munkavégzés költségét leíró függvény,

$$k_{\text{am}}(t) = f \cdot T \cdot a \cdot m$$

a támogatás költségét leíró függvény,

$$k_{\text{inf}}(t) = f \cdot \int_0^t (I_0 + (1 - I_0) \cdot \exp(-L_N \cdot (t - b))) \cdot \exp(-L_N \cdot (t - b)) dt$$

a lakosság a balesetről történő informálásának költségét leíró függvény, és

$$k_{\text{m}}(t) = f \cdot \frac{N}{N_m} \cdot m \cdot \frac{M_k}{N} \cdot (\exp(-L_{\text{m}} \cdot (t - c)) - \exp(-L_{\text{m}} \cdot (t - c))) / M_n$$

a balesettel kapcsolatos mérések költségeit leíró függvény.

A tej, takarmány, leveles zöldség cseréje valamint az elzárkózatás költségét leíró függvények értékét a megfelelő beavatkozások kezdő és befejezési időpontjain kívül azonosan nullának tekintettük.

A beavatkozásokkal kapcsolatos haszon értékét a következőképpen számolhajtuk [6,7,9]:

$$B = \alpha \cdot p \cdot (d_{11} \cdot n - d_{12} \cdot \hat{n}) - k_{\text{f}},$$

ahol d_{ij} jelöli a beavatkozások nélküli, d_{12} a beavatkozások alkalmazásával számított összdózist, L a dózishatárérték, egysége megegyezik a d_{11} dózismennyiséggel, effektív dózis esetén S_v , n a hatványfüggvény alakját meghatározó hatványkitevő, valamint α -t (az egységnyi kollektív dózis elkerüléséből eredő költségmegtakarítás, Ft/személy.Sv) illetve k_{f} -t (költségfüggvény) a következőképpen számoljuk:

$$\alpha_p = \alpha \cdot \left(1 + \left(\frac{d_{11}}{L} \right)^n \right)$$

$$k_i = \int_0^T k_{\text{össz}}(t) dt$$

3. Az optimalizáció eszközei és módszerei

A beavatkozások optimális időpontjainak megkereséséhez a Matlab/Simulink rendszer dinamikus modellezési és numerikus programozási lehetőségeit használtuk fel [1].

3.1. A nukleáris baleset és a beavatkozások szimulációja

A nukleáris baleset szimulációjához elkészítettük az (1)-(3) egyenletekkel leírt rendszer modelljét Simulink környezetben, melynek vázlatos szerkezetét a 2. ábra mutatja. Az egyes beavatkozások jelölése szaggatott nyíllal történt. Az ábra további jelöléseinek magyarázatát a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A Simulink modell legfontosabb jelölései és azok magyarázata

Jelölés	Magyarázat
K1.....K55	konstans szorzótényezők
dozis_lev(t) d_lev_i	levegő dóziskoncentrációjának időfüggvénye levegőből származó dózis
dozis_lz(t) d_lz_i	leveles zöldség dóziskoncentrációjának időfüggvénye leveles zöldségből származó dózis
dozis_tak(t)	takarmány dóziskoncentrációjának időfüggvénye
dozis_tal(t) d_tal_i	takarmány dóziskoncentrációjának időfüggvénye talajból származó dózis
dozis_tej(t) d_tej_i	tej dóziskoncentrációjának (4) időfüggvénye tejből származó dózis

A szimuláció numerikus számításokon alapul, a vizsgált időfüggvények értékei bármely időpillanatra tetszőleges pontossággal kiszámíthatók. A modell képes kezelni a teljes vagy részleges takarmány-, tej- és leveles zöldség-csere, valamint az elzárkózatási beavatkozásokat.

A szimuláció bemenő adatai a következők: dinamikus rendszer paraméterei, a légkör aktivitás-koncentrációjának időbeli lefutása, illetve a beavatkozások kezdetének és befejezésének időpontjai. A szimuláció végrehajtása után rendelkezésre álló kimenő adatok a levegő, a talaj, a tej, a leveles zöldség aktivitás-koncentrációinak, és az ezekből számolható effektív dózisteljesítmények időfüggvényei, a dózisteljesítmények integráljai, valamint az $\pi(t)$ költségfüggvény. A szimuláció paramétereit beállító program és a költségfüggvényt kiértékelő eljárás Matlab programozási nyelven készült el.

A modell összetettségét mutatja az a tény is, hogy a szimuláció egyszeri lefuttatása is körülbelül 558000 lebegőpontos műveletet igényel.

3.2. A beavatkozások időtartamának optimalizálása

Az optimalizációhoz definiált célfüggvény a vizsgált beavatkozás(ok) megkezdésének és befejezésének időpontjaihoz a egyenlettel megadott haszon értékét

$$B = \alpha_p \cdot (d_{i1} - d_{i2}) - k_i$$

rendeli hozzá. A költség szempontból optimális beavatkozás(ok) megtalálásához a függvény maximumát kell megkeresnünk. A célfüggvény egyszeri kiértékeléséhez a fent leírt szimulációt először beavatkozások nélkül, ezután pedig a beavatkozásokkal kell lefuttatni, így számolható ki a megadott beavatkozásokból adódó haszon. A beavatkozások optimális időpontjainak megkereséséhez a Matlab rendszer FMINS eljárását használtuk, amely az ún. simplex-módszer alkalmazásával keresi meg egy skalár értékű függvény lokális szélsőértékeit [2]. Az optimalizációhoz az időskála felbontásától és a kívánt pontosságtól függően akár több százszor is szükséges lehet a célfüggvény kiértékelése (azaz a szimuláció különböző paraméterekkel történő lefuttatása)

4. Szimulációs eredmények

Szimulációink során 200 napos időszakot vizsgáltunk, ahol a nukleáris baleset az első nap leelején történik. A szimulációhoz a 'Runge-Kutta 4-5' numerikus módszert alkalmaztuk [2], az időskála felbontása 0.2 nap volt. A modell legfontosabb paramétereinek értékét a 3. táblázat tartalmazza.

A beavatkozások optimális idejét a következő esetekre határoztuk meg:

1. takarmánycsere
2. tejcseré
3. leveles zöldség cseréje
4. takarmány és tej együttes cseréje
5. takarmány és leveles zöldség együttes cseréje

6. tej és leveles zöldség együttes cseréje

7. takarmány, tej és leveles zöldség együttes cseréje valamint elzárkóztatás alkalmazása

4. táblázat

Az optimális beavatkozások kezdetének és végének időpontjai illetve az elérhető maximális haszon

Beavatkozás	Kezdési időpont (nap)	Befejezési időpont (nap)	(B)Célfüggvény értéke (Ft)
1.	0.56	26.06	29100
2.	0.61	31.0	29284
3.	0.46	53.89	913900
4. takarmány csere	0.61	26.1	30701
tejcseré	0.53	4.53	
5. takarmány csere	0.47	31.68	990870
leveles zöldség cseréje	0.0006	53.51	
6. tejcseré	0.45	35.87	990790
leveles zöldség cseréje	0.0697	54.0848	
7. takarmány csere	0.66	33.98	991530
tejcseré	0.41	115.96	
leveles zöldség cseréje	0.073	55.66	
elzárkóztatás	1.6734	1.6743	

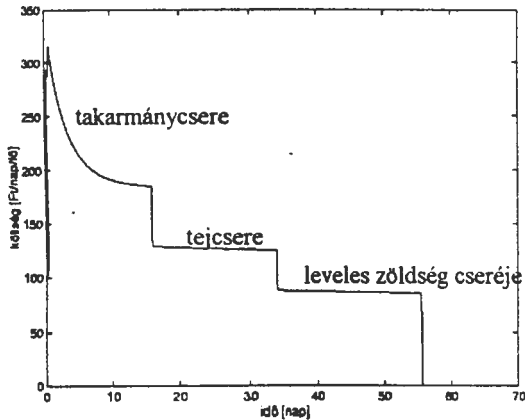
Az egyes esetekben az optimális beavatkozások kezdetének és befejezésének időpontját illetve az elérhető haszon nagyságát a 4. táblázat mutatja. Amint az jól látható, a legnagyobb haszon a takarmány-, leveles zöldség- és tejcseré együttes alkalmazásával érhető el az adott paraméterek mellett.

A költségfüggvény időbeli lefutása a 7. Esetben (lásd 4. táblázat) az II. ábrán látható, ahol jól megfigyelhetők az egyes beavatkozások kezdeti- és befejező időpontjai.

4. A további munka lehetséges irányai

Valószínűleg további érdekes és tanulságos eredményekkel szolgálna a felhasznált modell

paraméterbizonytalansági és paraméterérzékenységi analízise.



II. ábra A beavatkozások költségeinek időbeli alakulása a radioaktívan szennyezett élelelmény cseréje esetén

5. Összefoglalás

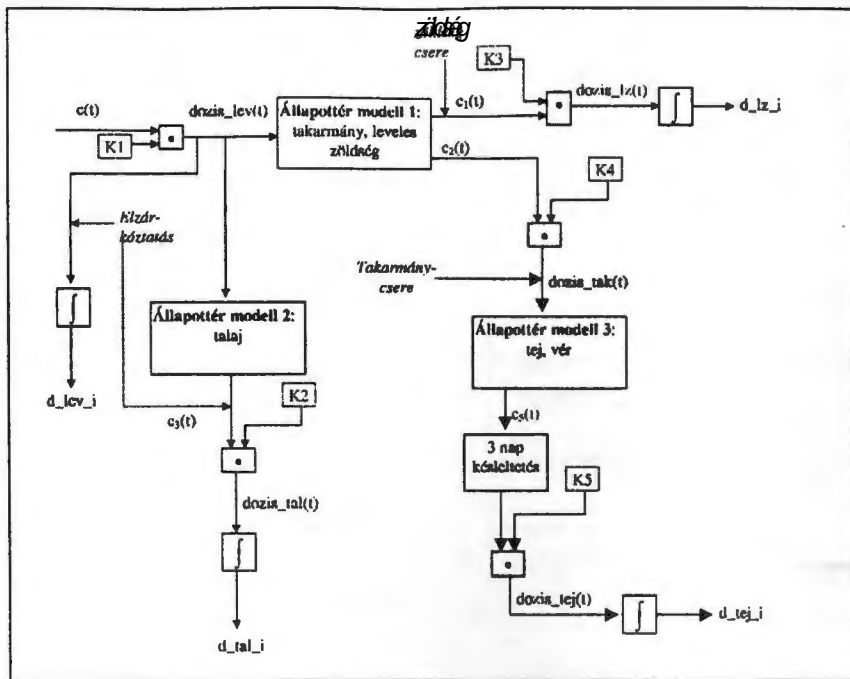
Munkánkban olyan modell-alapú számítógépes optimalizálási módszert mutattunk be, amely nukleáris balesetek esetén a modellezett rendszer paramétereinek ismeretében alkalmas négyféle dóziscsökkentő beavatkozás optimális kezdő és befejezési időpontjának meghatározására.

Az eredmények szerint minden esetben az együttesen és optimálisan végrehajtott beavatkozások előnyösebbnek bizonyultak a teljes költség szempontjából az egyenkénti intézkedésekkel szemben. A jelen mezőgazdasági, fogyasztási stb. viszonyaink mellett a leveles zöldségek és a takarmány fogyasztási tilalma kedvezőbb költség tényezővel rendelkezik a többi ellenintézkedéshez képest. Viszont mind a takarmánycserét, mind a leveles zöldségek cseréjét a baleset bekövetkezése után a lehető legkorábban kell elkezdeni, míg a tejcseré megszervezésére rendszerint 2-3 nap áll

rendelkezésre. A vizsgált esetben az elzárkóztatást az alacsony inhalációs és külső dóziszból eredően nem rentábilis végrehajtani.

5. Referenciák

1. MATLAB, High-Performance Numeric Computation and Visualization Software, MATLAB User's Guide, 1993.
2. G. E. Forsythe et al, Computer Methods for Mathematical Computations, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1977
3. Kanyár Béla, Somlai János, Szabó D. László, Környezeti sugárzások, Radioökológia, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1996
4. ICRP Report Publication 63, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency, London, 1992
5. Nemzetközi biztonsági alapszabályzat, az ionizáló sugárzások elleni védelem és a sugárforrások biztonsága, NAÜ Biztonsági sorozat No. 115, Budapest, 1996 (a magyar fordítás az OAH megbízásából készült)
6. One Decade After Chernobyl, Proceedings of an International Conference. V. Ya. Voznak: Social, Economic, Industrial and Political Impacts, Vienna, 8-12. April, 1996, p.376
7. Bayer, A; et al: Zehn Jahre nach Tschernobyl, eine Bilanz, Gustav Fischer, Stuttgart, 1996, pp.267
8. Pryster, B. et al: A ^{137}Cs és ^{90}Sr talaj-növény-állat láncolat a csernobili területeken, Fizikai Szemle 1993/7
9. IAEA-TECDOC-795, Validation of models using Chernobyl fallout data from the Central Bohemia region of the Czech Republic, Scenario CB. IAEA, Vienna, 1995
10. IAEA, Technical Reports Series 363, Guidelines for Agricultural Countermeasures Following an Accidental Releases of Radionuclides, IAEA, Vienna, 1994



2. ábra A Simulink-modell vázlatos szerkezete

EGÉSZSÉGÜGYI INFORMATIKA

Kórházi információrendszerek Magyarország, 1998

Kékes Ede
Balkányi László

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Orvosi Informatika tanszék
kekes@hiete.hu, h13208bal@ella.hu

Abstract

Authors describe general models of health care information systems. These models include the ISO model of information systems, the CEN TC 251 HISA model of health care information system architecture and the Nolan model of IT system development. Based on these models, the past and actual situation of hospital information systems in Hungary are analysed. It is stated, that there is a quasi standard of xBase type data processing, a pc LAN environment. Trends of the future are analysed, among them the paradigm change from 'database' to 'communication', the xgml technology and others are mentioned.

1. Bevezető

A kórházi információrendszerek helyzetének megértését szolgálja, ha egy olyan modell keresünk, melynek segítségével áttekintő képet kapunk e komplex rendszerek különböző aspektusairól. Az alábbiakban előbb egy modell mutatunk be, mely általánosságban ismerteti meg az információ rendszerek felépítését, majd egy másik, a gyakorlati életből vett tapasztalatok alapján kikristályosodott modell alapján áttekintjük az információ rendszerek bevezetése során szerzett általánosítható tapasztalatokat. Az két modell (a szerkezet és a folyamat modelljei) segítségével tekintjük át a magyarországi múltat és jelent, majd kitekintünk a jövő felé. Ismertetjük azokat a legfontosabb trendeket, melyek mentén a fejlődés várható.

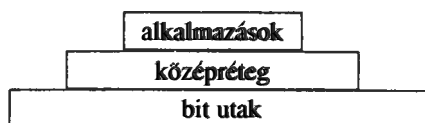
2. Az információ rendszerek szerkezete - az ISO szabvány alapján

Az ISO egyik szabványa (ISO 7498, 1984) segít abban, hogy a sok lehetséges információ rendszer modell közül olyat válasszunk ki, mely nem segítségével bárhol fejlesztett bármilyen módon használt információ

rendszereket összehasonlíthatunk. A modell az alábbi információrendszer alkotókat definiálja:

- | | |
|----------------|--------------|
| - bit ways | bit-utak |
| - middleware | középréteg |
| - applications | alkalmazások |

A 3 alkotó rétegenként egymásra épülve alkot rendszert:



A 'bit utak' gyűjtő fogalom, mely tartalmazza az információ rendszerben használt számítástechnikai eszközöket (gépeket, hálózati elemeket) és a közvetlenül a működtetéshez szükséges programokat (pl. BIOS, operációs rendszerek, hálózati rendszerek) is.

Az 'alkalmazások' réteg szintén gyűjtő fogalom, mindazokat a felhasználói programokat tartalmazza, melyekkel közvetlenül találkoznak a rendszer végfelhasználói.

Nehezebb megérteni a középréteg fogalmát, mely mindazokat a software eszközöket tartalmazza, melyeket egy információ rendszeren belül a különböző alkalmazások megosztva használnak. Például egy kórházi rendszer esetében ilyen adatbázis és annak kezelő eljárásai a betegadatokat tartalmazó adatbázis, melyet egyaránt használhat a 'felvétel - elbocsátás' modul és pl. a laboratóriumi modul. A későbbiekben, a 6 és a 7. pontoknál részletesen is visszatérünk az ISO modell tanulságaira.

3. A Nolan fejlődési fokozatok

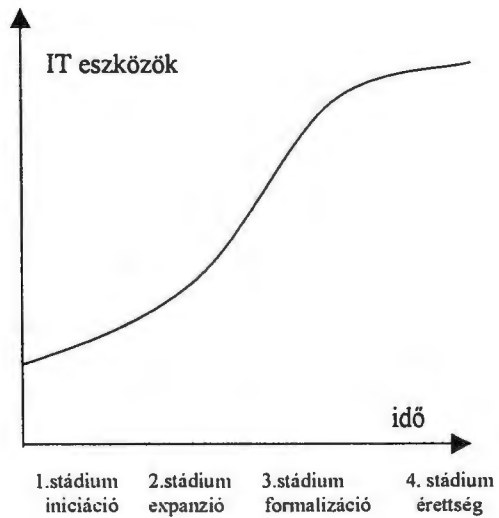
A fent ismertetett réteges modell lehetővé teszi nagyon bonyolult, akár több ezer munkahelyes, nagyszámrendűleg száznál többféle végfelhasználói programot használó információrendszer megértését, részletes modellezését is. Fontos azonban megérteni, hogy ilyen rendszerek

nem a semmiből keletkeznek, jól leírható fejlődés történetük van. Mindazok akik ilyen rendszerek tervezésével, kereskedelmével, felhasználásával kapcsolatban vannak, meg kell hogy ismerjék ezeket az empirikus módon tanulmányozott fejlődési szakaszokat, annak érdekében hogy elkerüljék azt a gyakran elkövetett hibát, mely egy szervezetben megpróbál bizonyos fejlődési fokokat átugorva rögtön nagyon fejlett megoldásokat meghonosítani. Könnyen Mongólia sorsára juthatunk, tudjuk mennyire volt sikeres a közvetlenül a késő vaskorszakból a korai szocializmusba megkísérelt átmenet. Az Egyesült Államokban, ahol a nagy szervezetekben az információ rendszerek bevezetésének több évtizedes múltja van, már empirikusa tanulmányozható volt ez a folyamat, ennek egyik leírása az (egyszerűsített) Nolan modell, melynek négy stádiumát az alábbiakban röviden ismertetjük:

- iniciálás
- expanzió
- formalizáció
- érettség

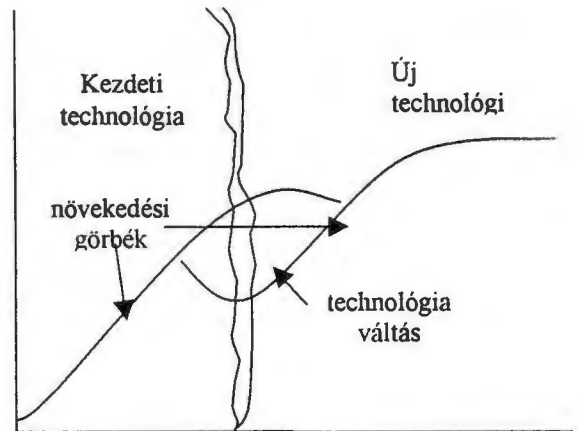
Az 'iniciálás' időszakában egy szervezetben megjelennek a számítástechnikai eszközök. Még csak személyes érdeklődés, egy-egy adott probléma megoldásában nyújtott segítség motiválja az eszközök használatát. Az 'expanzió' időszakában szinte az egész szervezetre kiterjed a számítástechnika használata, de döntően még mindig alulról kezdeményezett lépésekkel. ebben az időszakban alakulnak ki az információ szigetek, 'az információ azé, aki megtermeli' mentalitás veszélyesen rögzülhet, és kezd a szervezeten belül hatalommá válni a számítógépes információ kezelés. A 'formalizáció' az a stádium, amikor a szervezet vezetése realizálja a számítástechnika adta lehetőségeket, és egy formalizációs folyamat egységesíteni próbálja az információ szigeteket, és elkezd a számítástechnikát a vezetés támogatására használni. A fejlődés következő stádiuma az 'érettség', amikor a számítástechnikával támogatott információ rendszer már teljesen átfogja szervezet minden tevékenységét, nélküle nem is működik a szervezet. A modell egyes szakaszai különböző idő-igényűek, a fejlődést jellemzi az alábbi, tapasztalati úton készített ábra (ld. 1. ábra.)

1. ábra: Nolan stádiumok



Az ábrán a függőleges tengely a számítástechnikai eszközök mennyiségét, a vízszintes tengely az időt jelenti. Bonyolítja a helyzetet, hogy a technológia fejlődése sokszor gyorsabb mint a szervezet befogadóképessége. Ilyenkor az a helyzet áll elő, hogy 'menetközben' kell 'lovat cserélni':

2. ábra: technológiai váltás a Nolan stádiumok között



Fontos hangsúlyozni a fentebb már említett tényt, hogy fejlődési fokot kihagyni nem lehet a tapasztalatok szerint. Gondos tervezéssel, következetes végrehajtással le lehet rövidíteni az egyes szakaszokat. Kórházaink általában valahol a 2. és 3. stádium határán vannak, és ahogy a görbéből látszik, ez az a stádium, ahol viszonylag gyorsan, nagy befektetésre lenne szükség a továbblépéshez. Ezt meg kell értenie minden intézményvezetőnek. A befektetés nem csak anyagiakban realizálódik, hanem itt, 2. és 3. stádium határán van szüksége a legnagyobb intézményi szerkezeti, szervezeti változásokra is. A technológia váltás hatását mutató ábra mutatja, hogy egy szervezet akkor jár jól, ha mihamarabb áttér az új technológiára, mert ezzel már középtávon, de még inkább hosszútávon költséget csökkent.

4. A kórházi rendszerek összevetése az általánosan alkalmazott információ rendszer modellekkel

A kórház egy bonyolult felépítésű komplex szervezet, melyben különböző funkciót végző osztályok, egységek működnek illetve ahol speciális orvosi, egészségügyi, szervezési és oktatási feladatokat hajtanak végre.

A kórházban keletkező adatok ismerete nélkül a szervezet nem tud működni. A kórházban a tevékenységek során kétfajta adat keletkezik

- a., a betegápolás, a kezelés, a diagnosztika, a kórház működéséhez szükséges adatok (beteg függő adat)
- b., a kórház tevékenységéből keletkező adatok (kórház függő adat)

Egy ilyen szervezet működtetése ma már csak úgy lehetséges, ha a szervezet computerizált információs rendszert használ. Az adatokat ugyanis gyűjteni, tárolni, kommunikálni és elemezni szükséges. Az információs rendszer adatainak tengerében személyek tevékenykednek, akik az adathalmaz megfelelő részéhez, szeletéhez hozzájuthatnak, vagy - vezetési szinten - az elemzett adatok teljes rátekintését kaptatják. A rendszerben a szakápoló az ápolási folyamatot látja, az osztályvezető egységének teljesítményét, a kórházigazgató az egyes osztályok szükségleteit és teljesítményeit. Ezen általános koncepció alapján alakultak ki a kórházi információs rendszerek (KIR). A kórházi információs rendszerek (KIR) általános célkitűzése kettős: a napi ellátási egészségügyi aktivitás biztosítása illetve az intézmény egészségügyi aktivitásának tervezése és szervezése, mely a meghatározott erőforrások mellett az optimális működtetésre ad lehetőséget. Ehhez szükséges az egészségügyi aktivitások és az aktivitás költségköltségének folyamatos kontrollja és korrigálása az orvosi és pénzügyi előírások függvényében. Egy további lehetőséget jelent a KIR adatbázisának

felhasználása kutatási (klinikai, szervezési, gazdasági) célokra. A felsorolt funkciók, az adatfelhasználás szintjei és a 3 rétegű ISO modell az alábbiak szerint leképezhető.

3. ábra egészségügyi információ rendszer különböző 'nézetei'



összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a KIR célját eléri, ha képes:

- hasznosítani a számítógépet és a kommunikáció eszközeit, annak érdekében hogy gyűjtsük, tároljuk, felhasználjuk és kommunikáljuk a betegellátással és a kórházi adminisztrációval összefüggő adatokat,
- olyan komplex adatbázis létrehozására, ahonnan a jogosult személyek azon a helyen és időben, mikor az szükséges, az általuk igényelt formában jussanak hozzá a szükséges információkhoz.

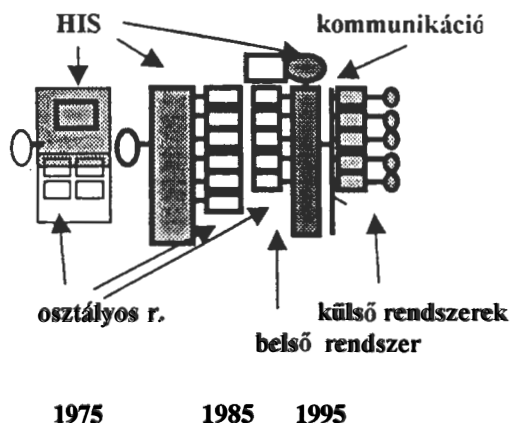
5. A magyarországi múlt és európai tapasztalatok elemzése

A magyar helyzetre természetesen nem lehet egy az egyben átvenni az amerikai vagy akár az európai tapasztalatokat. Speciális helyzetet jelent a 80-as évek végéig fennálló kettős világ, a számítástechnikai technológiák szabad áramlásának hiánya, a források mindig is szűkös volta. ellensúlyt képez ezzel ugyanakkor a szakemberek nemzetközileg is élenjáró kutatási eredményei, fejlesztései.

A hazai informatikai rendszerek kialakulási folyamata több lépcsőben zajlott. Az egyes lépcsők magukon viseltek az európai kórházi informatikai fejlődés menetrendjének

egyes lépcsőit, csak időrendi eltolódással, hiszen az információ technológia eredményei bizonyos méretű késéssel jutottak el hozzánk. Etre a menetrendre a legjobb példa egy holland rendszer a HISCOM bemutatása annak több évtizedes fejlődési fokozataival (4. ábra)

4. ábra :: a HISCOM fejlődése



Az első periódusban szeparált osztályos rendszerek működtek, központi beteg nyilvántartás mellett. A második lépcsőben egy speciális operációs rendszer (BOS) működött, melyhez saját fejlesztésű adatbázis menedzselő rendszer és egy kommunikációs szoftver csatlakozott, s mely lehetővé tette számos munkaadó ottline, real time használatát. Harmadik lépésben a UNIX operációs rendszer bevezetésével lehetőség nyílt nagyobb fokú szoftver transferálásra más hardver platformokra. A HL7 bevezetése és egy kommunikációs gép alkalmazása nyitotta tette a HIS-t. Így a rendszer áttért kliens/server üzemmódra. A nyitott üzemi mód tette lehetővé a kapcsolatot a HISCOM és a külvilág között az EDI (Electronic data interchange) felhasználásával, mint kommunikáció a kórház és az alapellátás között, kommunikáció az egészségbiztosítók és a szolgáltatók között, kommunikáció a szolgáltatók között

A hazai információs rendszerek fejlődésében is követhetőek a fenti tapasztalatok, melyek lényegében megfelelnek az általános Nolan modellnek:

A négy fázis a következő:

- lokálisan használt, egyedi fejlesztésű programok
- lokális programok mellett kis LAN-k kialakulása elsősorban a gazdasági szférában (könyvelés, bér-, munkaügy)
- a hálózati struktúra nagyméretű kiépítése, kiterjesztett nyilvántartási rendszerek
- az integráció és vezetői információs rendszerek kialakulásának folyamata napjaink feladata is.

6. A jelen magyar helyzet áttekintése: technológiai kvázi - szabványok, típusus rendszerek és korlátok

Az anyagi lehetőségek miatt ma a magyar kórházakban a bit utak szintjén a PC hálózatok dominálnak, xBase típusú adatbázis-kezelőkkel, Novell hálózati software használatával. Erre sok kórházban működő példa a SOTE KIR. Egy másik, viszonylag nagy számban előforduló technológia az 1985-ös HISCOM modellhez hasonló, nagyfokban (vertikálisan és horizontálisan is) integrált rendszer, melyre példa a különböző Med Solution változatok és az SMS rendszer is.

7. A jövő felé: európai egészségügyi - kórházi rendszerek - a CEN szabvány alapján

A továbbiakban néhány szóban az európai fejlődést szeretnénk bemutatni. A rendkívül szétforgácsolt piacon (nyelvi különbözőségek, az egészségügyi rendszerek különbözősége, a jogi szabályozás nem egységes volta) nem tudott az amerikaihoz hasonló valódi piaci verseny kibontakozni, és az egyes technológiák közötti valódi verseny sem lehetséges. Minden átfogó elemzés szerint nincs ma egy kórház minden igényét kielégíteni képes rendszer a piacon, a szállítói világ minden ezzel ellenkező állításával szemben. Típusosan egy nagy európai kórházban 3-4 szállító alkalmazásai működnek egymással párhuzamosan, általában egy domináló alkalmazás mellett szolgálnak ki speciális igényeket a helyben fejlesztett vagy más szállító által készített kiegészítő programok. Felismerve ezt a helyzetet, jött létre az Európai Szabványügyi Testület egészségügyi informatikával foglalkozó szaktípusa a 90-es évek elején, mely számos szabványt bocsátott ki. A szabványok célja, hogy nyílt rendszerek valósuljanak meg az egészségügyben is, valós verseny alakulhasson ki a fent említett szétforgácsoltság ellenére.

- a HISA: a "healthcare common services" koncepció

Az egészségügyi szervezetek információ rendszerének architektúráját szabványosítja a HISA elő-szabvány, mely az ISO modell alapján a következőket mondja ki: Nem lehet sem a biturak, sem az alkalmazások szintjén szabványok kialakítása. Senkinek sem írhatjuk elő, hogy milyen gépeket, hálózatokat vegyen vagy valósítson meg. Ugyancsak nem lehet az alkalmazásokat szabványosítani, nem lehet előírni senkinek sem, hogy milyen felhasználói felülettel, "szeressen" dolgozni. Ugyanakkor lehetséges megtalálni azokat a közös, középértékes funkciókat, melyek

ténylegesen azonosak minden eü. intézményben: mindenhol vannak betegek, vannak betegadatok, vannak beavatkozások és annak erőforrásai stb. A HISA ezeket az ún. "közös szolgáltatásokat" szabványosítja, és teszi lehetővé hosszú távon több szállító rendszernek együttműködését egy kórházon belül.

A HISA részletes ismertetése nem lehet tárgya ezen elemzésnek, de már hozzáférhető magyarul az MSZT segítségével.

8. A jövő felé:

Miközben az architektúrában megoldás lehet a HISA, szorosan figyelniünk kell a technológia fejlődését a bitutak és az alkalmazások szintjén is. Részletes elemzés helyett csak néhány gondolat:

paradigma váltás:

Paradigmaváltás van kibontakozóban, a korábbi 'adatbázis' paradigma helyett, mely előtérbe helyezte az adatgyűjtést és feldolgozást újabban nagyobb hangsúlyt kap a 'kommunikáció' paradigmája, annak hangsúlyozása, hogy az információ rendszer elsődleges feladata az adatok, információk megosztása feltételeinek megteremtése.

technológiai trendek:

- standard modellezés pl. UML
- standard architektúra pl. HISA
- standard terminológia pl. extended EHCRA, xgml reprezentációban
- standard kommunikáció pl. HL7, egészségügyi EDI üzenetek xgml 'felett', 'biztonságos' internet stb.

A technológiában számos trend tapintható ki, pl. a modellezés, az architektúra, a terminológia, a kommunikáció terén. Információ rendszer fejlesztésekor mindezeket figyelembe véve hozható csak perspektivikus döntés. A mindent "előmő" Interneten részletesen informálódhatunk az említett trendekről, záró gondolatként ajánljuk az érdeklődőknek az European Health Telematics Observatory felkeresését (<http://www.ehto.be/>), ahonnan, mint egy csillagvizsgálóból áttekinthetjük az egészségügyi informatika égen történő változásokat.

A klasszikus referenciák helyett a téma jellegéhez alkalmazkodóan néhány további internetes kapcsolódási pontot közlünk:

<http://www.inhss.org/>
http://www.mcis.duke.edu/Standards/HL7/committees/secure/docs/view_02.htm
<http://tmi-www.mc.duke.edu/dukemi/acronyms.htm>
<http://www.hss.se/HSSPROJ/medinfo/Standards.htm>
<http://www.xentc251.org/>
<http://www.iso.ch/>
http://www.inbii.uni-freiburg.de/mediinf/mi_list.htm
<http://www.info-com.com/nhstb/>
<http://insidehealth.com/samples.htm>
<http://www.emedi.com/>
<http://www.med.Virginia.edu:80/hs-library/newsletter/ionie.html>
<http://galaxy.einet.net/galaxy/Medicine/Medical-Informatics.html>
<http://www.health-infosvs-dir.com:80/>
<http://www.umdni.edu/1ibiweb/howto/dxplain.htm>
<http://www.santel.lu/SANTEL/medinf/medinf.html>

Statisztika és térinformatika a minőség- és költségelemzést támogató adatbázis funkciókhoz:

“Patrek” projekt – adatbázis funkciók

Dr. Molnár D. László^a, Dr. Simon Pál^b

^aSzocioMed Kft., Budapest

^bTemplar Partnership Company, Budapest

^asociomed@compuserve.com

^bsimon@elender.hu

Abstract

A PATREK projekt rekord struktúrájára épülő adatbázisnak bonyolult és összetett funkciókat (egyéni és populációs folyamatok elemzés, döntések és döntési feltételek elemzése, minőségelemzés és controlling) kell ellátnia. Ennek megvalósításához modern statisztikai eljárások és térinformatikai eszközök állnak rendelkezésre. Kiemelkedik ezek közül a többdimenziós kontingencia táblák elemzése loglineáris és linear-by-linear asszociációs modellekkel, amelyek az orvosi gyakorlatban gyakran előforduló kategoriális változók elemzését teszik lehetővé, a modern komputer-intenzív módszerek alkalmazása (Monte-Carlo módszerek, egzakt tesztek), amelyek korábban nehezen vagy nem elemzhető adatok értékelését teszik lehetővé, valamint az adatoknak egér billentyű megnyomásával nagyfelbontású térképen való megjelenítése térinformatikai rendszer segítségével, amelyek a gazdasági és szakmai döntéshozók munkáját nagymértékben megkönnyítik.

1. Bevezetés

A PATREK projekt rekord struktúrájára épülő adatbázisnak bonyolult és összetett funkciókat (egyéni és populációs folyamat elemzés, döntések és döntési feltételek elemzése, minőségelemzés és controlling, stb.) kell ellátnia. A tervezett adatbázis funkcionális modelljét és szolgáltatásait az alábbi folyamatábra demonstrálja.

A minőség- és költségelemzést támogató adatbázis funkciókhoz a következő statisztikai és térinformatikai módszerek alkalmazása segítheti a döntéshozók munkáját.



2. Kategoriális változók elemzése loglineáris és linear-by-linear asszociációs modellek segítségével

A loglineáris modellek a változók közötti függetlenség hipotézisét fogalmazzák meg két- vagy többdimenziós kontingencia táblában. Az asszociációs modellek esetében a két- vagy többdimenziós kontingencia táblában valamennyi szomszédos négy cellára kiszámítjuk az esélyhányadosokat, háromdimenziós táblában például a $\theta_{ijk} = \frac{p_{ijk}}{p_{i.} p_{.jk}}$ esélyhányadosokat, és megvizsgáljuk, hogy ezek mutatnak-e valamilyen függvénnyel leírható struktúrát az eredetileg nominális vagy ordinális változójú sorok és oszlopok szerint, majd a modell illeszkedését aszimptotikus vagy Monte-Carlo szimulációval teszteljük. A függetlenség modellje szerint $\theta_{ijk} = 0$. A változók ordinalitását is figyelembe vevő modellek segítségével a szomszédos esélyhányadosok között valamilyen struktúrát, növekedést vagy csökkenést lehet megállapítani, továbbá segítségével nominális változók skálázása is elvégezhető. Emiatt a nominális és ordinális

változók hagyományos szétválasztását filozófiai és technikai okok miatt bizonyos esetekben nem tekintik tartalomnak. A fent említett modellek közül könnyen értelmezhetők a következők: homogén uniform asszociáció modellje ($\theta_{ijk} = \theta$), heterogén uniform asszociáció ($\theta_{ijk} = \theta_{i.}$), homogén sorhatás ($\theta_{ijk} = \theta_{.l}$), homogén oszlophatás ($\theta_{ijk} = \theta_{.j}$), heterogén sorhatás ($\theta_{ijk} = \theta_{i.(k)}$), végül a heterogén sor, heterogén oszlophatás modellje ($\theta_{ijk} = \theta_{i.(k)} + \theta_{j.(k)}$), ahol i, j és k futóindexek háromdimenziós táblában a sorok, oszlopok és rétegek szerint. Bonyolultabb modellek is illeszthetők, amelyek azonban nehezebben értelmezhetők. Az asszociációs modelleket a hetvenes évek végétől kezdve fejlesztették ki, mert a loglineáris modellek között még hatalmas "rések" maradtak, ezek a modellek bizonyos értelemben túlságosan durvák voltak abban az értelemben, hogy a telített modell és a függetlenség modellje közötti "térben" nem volt alternatív modell, amely a változók ordinalitását is figyelembe vette volna.

3. ANOVA, MANOVA, komputer-intenzív módszerek

A mind gyakrabban használt Monte-Carlo eljárás lényege az, hogy először kiszámítjuk valamelyik teszt-statisztika megfigyelt értékét, majd az adatokat permutáljuk az egyes csoportok között. A permutáció "fizikailag" biztosítja a null-hipotézis teljesülését, nevezetesen a változók között a függetlenséget, vagy a változókhoz rendelt átlagos score-ok egyenlőségét. Az eljárást sokszor megismételve megkapjuk a teszt-statisztika eloszlását a null-hipotézis teljesülése esetén. Ezt használjuk azután referencia-eloszlásként, amelyhez a megfigyelt statisztika értékét hasonlítjuk. Ha a megfigyelt statisztikának megfelelő vagy annál nagyobb (vagy kisebb) érték ritkán fordul elő a permutációk során (az esetek kevesebb, mint 5 százalékában), akkor elvetjük a nullhipotézist, ellenkező esetben viszont elfogadjuk. A Monte-Carlo szimulációra alapozott eljárás során az eloszlást tekintve nem támaszkodunk semmiféle elméleti előfeltevésre, kizárólag azt vizsgáljuk, hogy az adatok véletlenszerű permutációja révén keletkezhetett volna-e a kapott eredmény. Az egzakt teszt esetében a permutációkat valamennyi lehetséges módon végrehajtjuk [Ludbrook, J.: Advantages of permutation (randomization) tests in clinical and experimental pharmacology and physiology. *Journal of Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 1994:21, 673-686.]. A Monte-Carlo és -általában kevesebb adat esetén - az egzakt teszteket a legnagyobb gyógyszergyárak is alkalmazzák és kétség esetén az amerikai bíróságok a Monte-Carlo és egzakt tesztekre alapozott következtetéseket fogadják el bizonyító erejűnek. A koncepcionális különbségeken túlmenően kizárólag technikai szempontból az aszimptotikus módszerek abban különböznek a Monte-Carlo módszerektől, hogy az előbbiben jelentős

$$\bar{w} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^c (w_j n_j)$$

matematikai apparátusra van szükség a megfelelő formulák előállításához és a részeredmények kiszámításához, míg az utóbbiban igen egyszerű matematika mellett a probléma nagyon világos megértésére és jelentős programozási munkára van szükség. Az egyutas ANOVA funkcionális formája tetszőleges score-okkal [Mehta, C. and Patel, N.: *StatXact* 3. 1995. 591-592.].

$$D(y) = \sum_{j=1}^c \frac{w_j y_j}{(S_w)^2} \sum_{i=1}^r (T_i - E(T_i))^2 / m_i$$

$$S_w^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^c n_j (w_j - \bar{w})^2$$

és w_j a rendezett kategóriához rendelt score. A legfelső egyenletben T_i a score-ok megfigyelt összege mindazon eseteket szummázva, akik az i indexszel jelölt populációhoz tartoznak, $E(T_i)$ T_i várt értéke a nullhipotézis esetén és S_w^2 a score-ok mintabeli szórása. $D(y)$ chi-négyzet eloszlású $(r-1)$ szabadságfokkal.

4. Esetek és változók csoportosítása klaszterelemzéssel

A hierarchikus klaszter elemzés az esetek vagy változók csoportosítására alkalmas módszerek összessége, amelyek közül a standardizált változók Euclides-i távolságára épülő, complete linkage módszert és egyéb eljárásokat alkalmazzuk. Az attribútumok klaszterezését hagyományosan R-elemzésnek is nevezik.

5. Esetek csoportba sorolása diszkriminancia elemzés segítségével

A diszkriminancia elemzést Fisher dolgozta ki 1936-ban egy taxonómiai probléma megoldásához. P mérésből: x_1, x_2, \dots, x_p el kellett döntené, hogy adott objektum melyik csoportba tartozik. Fisher a p mérést egyetlen méréssé alakította át úgy, hogy a p mérési eredményt azok lineáris kombinációjával helyettesítette: $y = C_1 * x_1 + C_2 * x_2 + \dots + C_p * x_p$, s ezzel a számításokat lényegesen leegyszerűsítette. A diszkriminancia elemzés kiterjesztése kategoriális változókra (pl. loglineáris diszkriminancia elemzés, többváltozós logisztikus regresszió alkalmazása), valamint a neuronhálózati modellek alkalmazása a minta- és alakfelismerést nagymértékben elősegíti és az előrejelzési pontosságot jelentősen megnöveli.

6. Térinformatika alkalmazása

Fedvények digitalizálása, select, SQL-select, geokódolás, adatok aggregálása, országos és városi tematikus térképek elkészítése (OTAB-2, OTAB-1, utcatengelyes térképek felhasználása, tömbhatáros térképek, vrk, városrészek, településhatáros térképek stb. használata), térképek kinyomtatása (ArcInfo/ArcView, Mapinfo) révén hatalmas mennyiségű új információhoz juthat a kórház gazdasági és szakmai vezetése és minden érdekelt fél.

Levelezési cím: Dr. Molnár D. László, 1204 Budapest, Szent Imre h. u. 52.

Transzportábilis páciens rekord az egészségügyi ellátás minőség- és költségelemzésének támogatására: "PATREK" PROMIT - REKORD FUNKCIÓK

Dr. Simon Pál^a, Dr. Molnár László^b, Juhász Béla^c, Regölyi Pálné^c

^aTemplar Partnership Company, ^bSzocioMed Kft., ^cJahn Ferenc Dél-pesti Kórház

Abstract

A projekt célja egy olyan informatikai működő modell létrehozása, amelynek lényege egy, a páciensek egészségi állapotváltozásait és egyben az orvosi ellátás fontosabb eseményeit és azok eredményét tartalmazó számítógépes rekord - PATREK. A rekord és az aktualizálását, adatbázissá szervezését, elemzését biztosító "termékszintű" számítógépes programcsomag terjeszthető, más egészségügyi - elsősorban kórházi - információrendszerekben alkalmazható. A projekt megvalósításával a páciensek ellátásának, az ellátás orvos-szakmai minőségének, valós költségeinek rendszeres elemzését elősegítő programcsomagot kívánunk kifejlesztetni.

1. Bevezetés

A lakosság kedvezőtlen egészségi állapota és az ellátórendszer e helyzet megjavításához igazítandó korszerűsítése jelentős és valóban a szükségletek kielégítésére fordítandó forrásokat igényel. Az eddigi gazdaságpolitika céljai között ez nem szerepelt elsődleges szempontként és e problémakör generális megoldásának, mint - a szükségletek rendszeres elemzéséhez igazított ellátási féléltérrendszer hatékony működtetése az ellátás eredményeinek rendszeres elemzése, az új szükségletek prognosztizálása és megállapítása - feladatnak a késedelmes megoldása tovább növeli a fatális következményekkel is együtt járó negatív szükséglet változást (lásd a lakosság halálózási viszonyainak tendenciózus kedvezőtlen alakulását).

Bár a ma használatos, a kórházi működést, az ellátás teljesítményét vizsgáló és a finanszírozás alapját képező rendszerek elindultak a minőség-elemzés irányába, a rendezőelv költség-dominancián alapuló (mennyi a rendelkezésre álló pénz) "homogenitás" megőrzése maradt. A PATREK projekt célja viszont egy olyan, lehetőleg termékszintű, terjeszthető számítógépes programcsomag kifejlesztése, amely létrehoz egy, a páciensek egészségi állapotváltozásait követő - és egyben a kórházi ellátás fontosabb eseményeit és azok eredményét tartalmazó - számítógépes rekordot valamint a rekordokból strukturált - az ellátás orvos-szakmai minőségét és

költségeit elemző - biometriai, térinformatikai prezentációkat szolgáló adatbázist [1]. A rekord szabványosított szerkezetű és felhasználja az Európai nő eddigi egészségügyi informatikai standardizációs eredményeit.¹

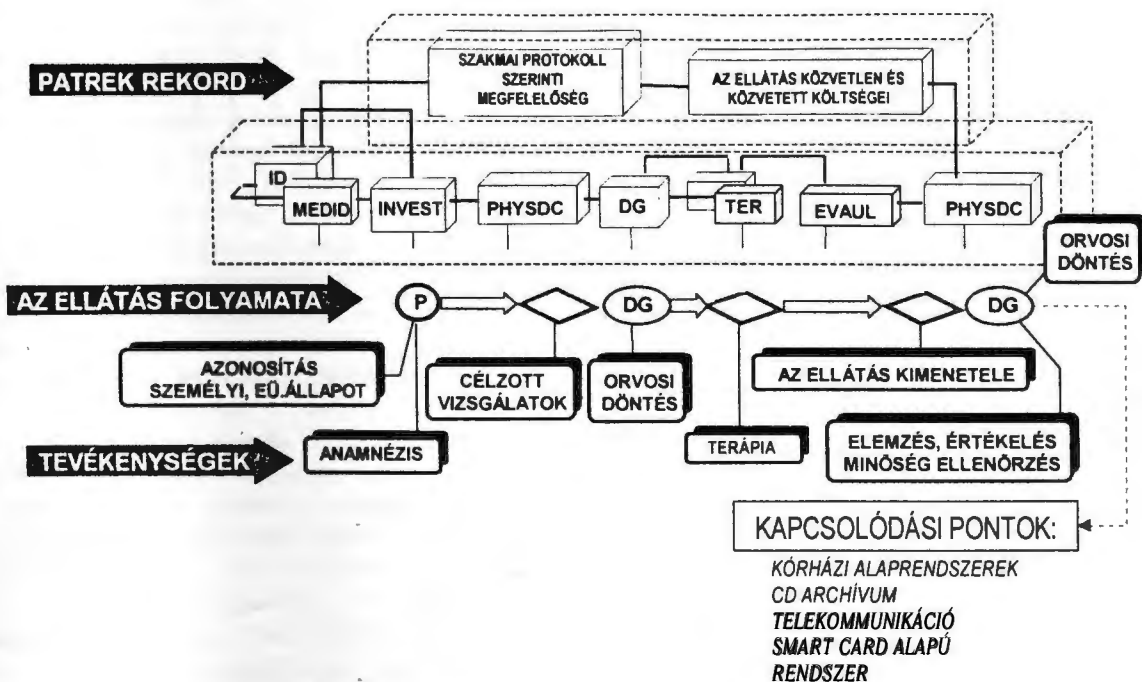
2. A PATREK rekord funkcionális modellje

A PATREK-nek és a rekordot előállító, folyamatosan karbantartó, elemző és az orvosi ellátás minőségét, az ellátás költségeit értékelő szoftver konfigurációnak biztosítania kell azt, hogy más kórházi információrendszer környezetében is működő képes legyen. Alkalmasnak kell lennie telekommunikációs rendszerben való működésre, egyéni elektronikus adathordozók (különböző típusú Smart Card rendszerek) alkalmazására, illetve a két változat kombinációjára. A projekt célul tűzi ki, hogy a már jelzett korszerű elméleti és módszertani eljárások alkalmazása mellett a nemzetközi szakértői vizsgálat követelményeinek is megfeleljem.

A hazai gyakorlatban vannak a projekt témakörét részben érintő kísérletek (Naszlady professzor. és munkatársai: kardio-pulmonológiai követő Smart Card rendszer, Perner professzor és munkatársai: dialízis és transzplantációs aktív memória kártya rendszer, Simon doktor. és munkatársai: intelligens kártya alapú stroke betegkövető páciensorientált információrendszerek, klinikai epidemiológiai vizsgálatok, stb.), de a kérdést komplex módon megközelítő, az orvos-szakmai ellátási protokollokra, standardokra támaszkodó, az ellátás valós költségeit elemző és az összefüggéseket felhasználó-orientáltan prezentáló megoldásokra nem találtunk példát. A mai hivatalos gyakorlat például ellátási epizódokra és nem a folyamatos követés összefüggéseire támaszkodik.

A PATREK rekord funkcionális modelljét a következő ábra szemlélteti:

¹ A Technical Board of the European Standardisation Committee - CEN/BT - egészségügyi informatikával foglalkozó bizottsága: TC 251 és munkacsoportjai által kidolgozott standardok és EDI szabványok.



1. számú ábra: A PATREK rekord funkcionális szerkezete

Az ellátás folyamatát alkotó tevékenységekhez tartozó adathalmazokból kell kiválasztani azokat az adatszoportokat, amelyek a legjellemzőbbek az adott tevékenységre, a tevékenység eredményére. Példák az ábra szerint: "ID" a páciens adminisztratív azonosítása. "MEDID" a korábbi és az aktuális egészségi állapot változás azonosítása. "INVEST" célzott vizsgálatok. "PHYSDC" orvosi döntés. "DG" diagnózis Jéllállítása. "TER" terapia. "ÉVAUL" az ellátás és az egészségi állapot értékelése. A szakmai elvárásokkal (szakmai protokollokkal) való egybevetést követi a valós bekerülési költségek és a juttatott finanszírozási összegek megállapítása, egybevetése.

3. A PATREK rekord kialakításának lépései

A rekord kialakításának fontosabb lépései a következőkben foglalhatók össze:

- A központi betegfelvétel és az intézetben belüli betegkövetés alrendszere (ADT), amely végig kíséri a beteget a kórházi ápolási epizód során a betegfelvételtől az intézetben belüli osztályos áthelyezéseken át a betegek elbocsátásáig. A modul ellát minden, a betegforgalmi adminisztrációhoz tartozó feladatot és olyan betegazonosító rendszerrel működik, amely megakadályozza a kettős rögzítésből (központi betegfelvétel - osztályos betegfelvétel) esetlegesen előforduló hibákat. Ez a rendszer-tulajdonság az alapja a korrekt betegkövetés megvalósításának.

- Az osztályos betegellátási klinikai alrendszere, amely az orvosi szakterületek szerint differenciált (WARD), amely lehetővé teszi a betegek kórházi ellátásában az orvosi diagnosztikai, terápiás tevékenységek és azok eredményeinek rendezett informatikai követését, a beteg állapotváltozásainak regisztrálását. A rendszer szerkezeti felépítését rugalmasan egymáshoz kapcsolódó, a gyógyító munka logikai sorrendjét követő modulok alkotják. A modulok a betegfelvétel, az ellátás egy-egy fontos tevékenység-csoportjához kötődő - azokat karakterisztikusan jellemző - rendezett adatszoportokból állnak (például: a betegfelvételnél a betegazonosítás, az ellátásnál a klinikai laboratóriumi modulja, stb.). Közvetlenül fizikailag is (on line) kapcsolódik a központi betegfelvételi alrendszeréhez és ilyen módon támogatja a tervezett PATREK rekord transzport funkcióit.
- A kórházi ellátás teljesítményfinanszírozási alrendszere, amely elvégzi a kórházi gazdálkodásának alapját képező ápolási díj elszámolást a jelenleg érvényes jogszabályok szerint. A fenti két alrendszer továbbfejlesztett változatának integrálásával lehetőség nyílik a valós ellátási költségek (controlling-funkciók) analizésére.
- A kórházi vezetést támogató modulok, amelyeknek alrendszerre történő kifejlesztése folyamatban van. A PATREK projekt szempontjából előnyös, hogy a meglévő modulok szolgáltatásai a

betegkövetés (és nem az esemény regisztrála.) rendezőelve szerint valósulnak meg.

A kórházi "alaprendszerekhez" való interaktív kapcsolat mellett fontos pont a már meglévő CD archívumnak (digitális kórlaptárnak) a rendszerbe történő integrálása.

4. A PATREK projekt tervezett szolgáltatásai

A PATREK projekt tervezett szolgáltatásainak tételes felsorolása a következő:

SZOLGÁLTATÁSOK:

BETEGELLÁTÁS ORVOS-SZAKMAI MINŐSÉGELLENŐRZÉSE

(A szakmai protokollokhoz viszonyított diagnosztikai találati pontosság, terápiás megfelelés)

az eredmények összehasonlító elemzése)

AZ ELLÁTÁS ÉS TELJESÍTMÉNY KÖLTSÉG ELEMZÉSE

(A szakmai protokollok és a valós ellátási költségek összehasonlító elemzése)

A PÁCIENS, AZ ELLÁTANDÓ POPULÁCIÓ EGÉSZSÉGI ÁLLAPOT

KÖVETÉSE (A páciens, a populáció veszélyeztettségének, egészségi állapotváltozásainak rendszeres elemzése és folyamatos követése)

AZ ELLÁTÁSI SZÜKSÉGLET ÉS AZ ELLÁTÁS

FELTÉTELEINEKELEMZÉSE

(A klinikai epidemiológiai vizsgálatok és az intézmény ellátási feltételei megfelelésnek rendszeres összehasonlító elemzése)

EGÉSZSÉGBIZTOSÍTÁSI KOCKÁZAT ELEMZÉS (A szükséglet

elemzésen, az ellátási feltételek és az orvos-szakmai minőség egybevetésén, valamint a teljesítményen alapuló egészségbiztosítási kockázati vizsgálatok)

Összegezve a rendszert olyan szabványos eljárásokat integráló platform független standard elemkekből álló terméké kívánjuk kifejleszteni, amely folyamatkövető, interaktív jellegű és alapját képezheti az EU szabványok felé is nyitott hazai egészségügyi ellátási minőségilemző rendszerének. A PATREK a gyógyító-megelőző ellátásban, az egészségbiztosításban közhasznú funkciókat tölthet be, első sorban kórházi információrendszerekben alkalmazható széleskörűen és többcélú felhasználói igényt elégít ki. Nevezetesen: a páciens, a biztosított állampolgár számára összegzi egészségi állapotának alakulását, esetleges veszélyeztetettségét, ellátásának költségeit; az orvos a korábbi ellátási folyamatok meghatározó tevékenységeiről az aktuális orvosi döntést motiváló rendszerezett képet kap; a kórház vezetése - közvetve az egészségügy szakmai irányítási szintjei - rendszeres elemzésekhez jutnak az ellátási területről (a veszélyeztetett lakosságcsoportokról, a működési feltételeket és költségeket befolyásoló ellátási szükségletek alakulásáról, stb.). Az egészségbiztosító a kockázati összefüggések korrektt vizsgálatára alkalmas információkhoz juthat.

A PATREK rekordnak a kórházi alrendszerekhez való kapcsolódását a 2. számú ábra vázolja fel.

Referenciák

[1] Transzportábilis Páciens Medical Record - PATREK. Jahn Ferenc Dél-pesti Kórház - ÁSZSZ Informatikai Rt. - SzocioMed Kft. Konzorciuma által elnyert OMFB - IKTA pályázat. 1997.

Juhász Béla projekt vezető

Jahn Ferenc Dél-pesti Kórház

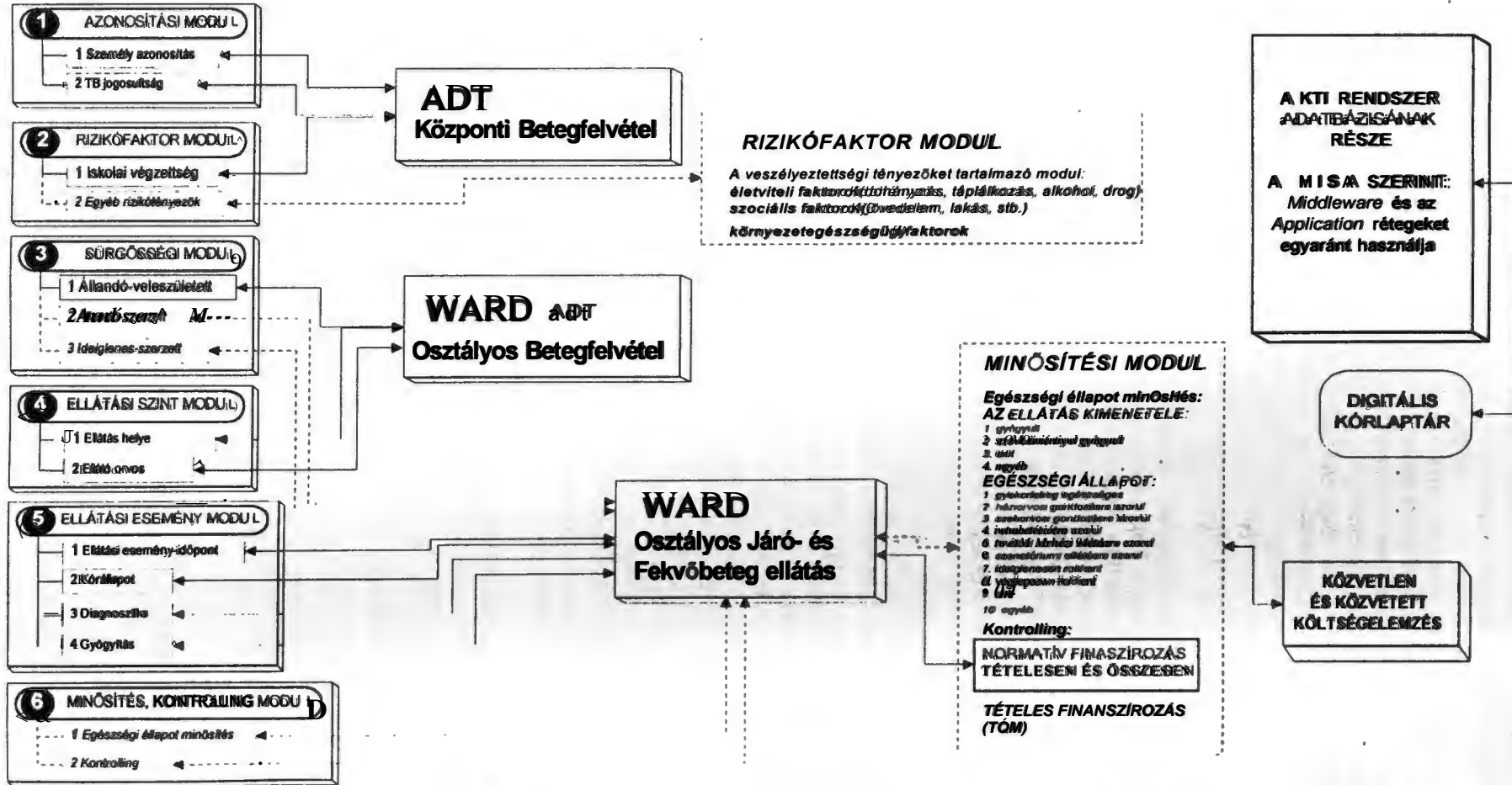
1204 Budapest. Köves u. 2-4.

Tel: (1) 283-0036, (1) 284-7610 1284. Fax: (1) 284-7591

PATREK REKORD FUNKCIONÁLIS SZERKEZETE ÉS ADATFORRÁSAI

ADATFORRÁSOK ÉS KAPCSOLATAIK

PATREK ADATBÁZIS MODUL



Egészségügyi informatikai szabványosítás

Dr Surján György

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem
surjan@hiete.hu

Összefoglaló

Az előadás ismerteti az európai és nemzetközi egészségügyi informatikai szabványosítás célkitűzéseit és eredményeit, valamint az európai integráció kapcsán felmerülő hazai feladatokat. Az eddigi egységesítési törekvéseket összehasonlítva a szabványosítás európai módszereivel a stratégiai célok újrafogalmazása és a korábban alkalmazott módszerek alapvető reformja látszik szükségesnek. Az ad hoc bizottságok helyett stabil, szabványosító testület keretében működő műszaki bizottság létrehozása szükséges. Fontos szemléleti különbség, hogy a szabványosság - szemben az egységesítéssel - fokozatai vannak (konformancia-szintek). Az európai szabványok szándékoltan keretjellegűek, ezért kész megoldások nem impotálhatók. Az EU konformitás nemcsak a szabványok honosítását, hanem az európai keretekhez illeszkedő hazai szabványok megalkotását is jelenti.

Bevezetés

A szabványosítás kérdése évek óta szerepel a hazai orvosi informatikai szakmai fórumokon. Ez eleinte csak annyit jelentett, hogy tájékozódni igyekeztünk a nemzetközi irányzatok között. Az európai integráció közeledte és a hazai fejlődés azonban az utóbbi időben egyre sürgetőbbé tette mind az európai szabványok hivatalos honosítását, mind az ehhez illeszkedő hazai szabványfejlesztés megindítását.

Az elmúlt év során csírájában megszületett ennek a folyamatnak a szervezeti háttere, a Magyar Szabványügyi Testület Orvostechnikai Műszaki Bizottságán belül megalakult az Informatikai Munkacsoport.

Jelen előadásban az előttünk álló feladatokról és tervekről szeretnék beszámolni, kitérve a kérdés nemzetközi összefüggéseire.

A szabványosításról általában

A magyar orvosi informatikai fejlődés egységesítésének igénye sok évre visszamenően kimutatható. Ennek egyik első konkrét eredménye volt az 1990-ben megfogalmazott, és az NM által jóváhagyott ágazati informatikai koncepcióterv. Az egységesítést támogatták a később bevezetett egységes beküldési

rekordképek az ellátás különböző szintjein. Ezek a törekvések pozitív hatásai ellenére nem a szabványosítás korszerű konszenzusteremtési mechanizmusain keresztül jöttek létre, hanem a mindenkori döntéshozók befolyása alá tartoztak. A szakmai tartalom gyakorlati kialakításában természetesen számos független szakértő részt vett, azonban ennek a mechanizmusnak a további fenntartása sem szakmailag nem ideális, sem EU-konformnak nem tekinthető.

- A valódi szabványosítást szabványosító testület végzi, nem pedig ad hoc szakmai csoportok. A szabvány készítésnek is van "know-how"-ja, amelyet az ad hoc csoportok nem feltétlenül ismernek. Ebbe tartozik az is, hogy a szabványt nem elég megalkotni, hanem követni, gondozni is kell annak teljes életciklusán keresztül - ide értve a kellő pillanatban történő visszavonást is. Az ad hoc csoport erre nyilván nem alkalmas. A szabványosításhoz ugyancsak nélkülözhetetlen szakmai tudást a testület apparátusától független szakemberekből álló ún. műszaki bizottságok adják.
- Az eddigi egységesítési törekvések minden érdemük mellett szakmai kérdéseket is felvetnek. Más szóval az egységesítés tartalmilag sem azonos a szabványosítással. A kettő közötti alapvető szemléleti különbség az, hogy az egységesítés kizárja a sokféleséget, a kívánalmaknak csak egyféleképpen lehet megfelelni, és a "megfelelés" csak két értékű lehet: vagy 'igen' vagy 'nem'. Ezzel szemben sok különböző megoldás egyaránt szabványos lehet, és a szabványosság tekintetében megfelelőségi szintek definiálhatók. Nem is biztos, hogy minden esetben a magasabb megfelelőségi szint jelenti a jobb megoldást.
- A konkrét szabványok alapvetően kétféle képpen készülhetnek. Az egyik esetben a egy probléma már létező, erősen elterjedt, gyakorlatilag szabvánnyá vált megoldását emelik hivatalosan is szabvánnyá. Ehhez általában üzleti csoportok érdeke erősen kötődik. Szerencsétlen esetben az is előfordulhat, hogy különböző szabványosító testületek ugyanarra a problémára eltérő szabványokat alkotnak, és ezek között kell választani (pl. CWI, 852, ISO-latin codepage)
- A másik esetben olyan problémára kell szabványt alkotni, amire még nincs a gyakorlatban elterjedt megoldás. Ilyenkor a szabványosítás egyben alkotó

munkát is jelent, amihez a területet magas szinten művelő szakemberek bevonása rendkívül fontos.

Az európai egészségügyi informatikai szabványosítás

Az európai egészségügyi informatikai szabványosítás formái kereteiről, a CEN TC251-ről korábbi rendezvényeken több ízben beszámoltunk, ezúttal az elkészült előszabványok logikáját kell részletesebben ismertetnünk.

Általánosságban elmondható, hogy ezek a szabványok keretjellegűek. Ezért a gyakorlati szakember, ha a tágabb összefüggések ismerete nélkül elkezd tanulmányozni ezeket a szabványokat, nemegyszer túlságosan elvontnak s ugyanakkor túlobnyolítottnak érezheti őket.

Meta-szabványok

A legelvontabbak azok a szabványok, amelyek nem az informatikai rendszerek fejlesztőinek és alkalmazóinak készültek, hanem a szabványfejlesztőknek maguknak. Ezek a meta-szabványok arról szólnak, hogy hogyan kell egy-egy területen "szabványos" szabványt készíteni. Ez a kívülálló számára kissé öncélúnak tűnhet. Valójában azonban az ilyen jellegű szabványok nélkülözhetetlenek ahhoz, hogy az orvosi informatika rendkívül szerteágazó birodalmában egymással összhangban lévő szabványok szülessenek.

A szabványok egyik csoportja fogalmi rendszerekkel (terminológiával, kódrendszerekkel) foglalkozik. Ennek a területnek a meta-szabványa a MOSE (MOdel for Representation of Semantics, ENV12264). A másik nagy szabvány csoport az információrendszerek architektúrájával, illetve ezek modelljeivel foglalkozik. Ennek a csoportnak a meta-szabványa a HIF (Healthcare Information Framework, ENV12443). A harmadik nagy csoport a kommunikációs szabványok köre. Ennek a csoportnak a meta-szabványa (Methodology for development of health care messages, CR12587) a 'CEN Report' műfaji megjelölést viseli, tehát formailag nem valódi szabvány. Az elnevezés éppen arra utal, hogy ez a dokumentum nem a külvilág számára készült, hanem a CEN-en belüli tevékenység számára. A negyedik szabványcsoportba, az adatvédelmi szabványok közé ezidő szerint mindössze két szabvány tartozik, ennek a csoportnak még nincs ilyen meta-szabványa. Természetesen mindhárom meta-standard a CEN-en kívüli munkában is felhasználható, a MOSE pl. bármilyen fogalmi rendszer kifejtésének alapvető útmutatója lehet.

Keret-szabványok

A szabványok következő köre már közelebb van a gyakorlati problémákhoz, de még nem ad rájuk konkrét

megoldást, hanem a standard megoldás módszerét rögzíti. Ilyen például az ENV1828: *Structure for classification and coding of surgical procedures*. Ez a szabvány nem egy szabványos műtéti kódrendszer, hanem az ilyen kódrendszerek standard struktúráját írja le. A konkrét kódrendszer kidolgozása nemzeti feladat, európai szinten ilyen standardot nem terveznek. Ennek az oka az, hogy ezen a részletesség szinten a nemzeti sajátosságok és szabályzások már erősen eltérőek lehetnek. (Pl. a konkrét finanszírozási szempontok előtérbe kerülhetnek, s ezek minden országban eltérőek). Viszont egy ilyen keret-szabvány szükséges ahhoz, hogy az egyes nemzeti kódrendszerek valamennyire egymásba térképezhetőek legyenek. Az információrendszer model-szabványok körében ilyen keret-szabvány az EHRA (Electronic Health care. Record Architecture, ENV 12264), melyet elektronikus kórlap-szabványként emlegetünk, azonban ez sem definiálja pontosan, hogy milyen is a szabványos kórlap. Ez még európai szinten is tovább szabályozható, a nemzeti sajátosságok itt kevésbé dominálnak, ugyanakkor a kórlapok (valójában bármilyen betegadat) nemzetközi felhasználhatósága az integrálódó Európában alapvető követelmény (Pl. az EU-n belüli szabad munkavállalással járó mobilitás miatt.)

Megoldás-szabványok

Vannak azért a CEN szabványok között olyanok is, amelyek egy-egy probléma konkrét megoldására vonatkoznak. Ilyen szabvány az ENV 12381: *Time standard for healthcare specific problems*. Ez a szabvány arról szól, hogy a jelenségek időbeli vonatkozásait hogyan kell egyértelműen meghatározni. Nem az idő hivatkozások (dátum, időpont) formátumáról van szó, hiszen az ISO szinten szabályozva van, hanem arról, hogy egy esemény és egy idő-hivatkozás között milyen a kapcsolat. Pl. a 'gyermekkora óta gyakran fáj a feje' kijelentésben nem az a kérdés, hogy mi is pontosan a gyerekkor, és mi az, hogy gyakran. A kifejezés akkor is pontatlan, ha ezeket ismertnek vesszük, mert nem tisztáz ki, hogy már a gyerekkor legelejé óta, a gyerekkor befejeződése óta, vagy valamilyen, a gyermekkorba eső időpont óta áll-e fenn a jelenség. A time standard pontos és részletes útmutatást ad arra, hogy ezt a többértelmezésűt hogyan kell feloldani.

Konformancia-szintek

A CEN/TC251 szabványok belső logikájának nagyon fontos eleme, hogy egy megoldás szabványossága általában nem "vagy igen -vagy nem" alapon értelmezhető, hanem különböző szintű szabványosságról kell beszélni. Eszerint mindig értelmezhető egy "full conformance" a szabványnak való tökéletes megfelelés. Ezen kívül azonban több megfelelési szint lehetséges, amelyek elnevezését, kritériumait az egyes szabványok pontosan leírják. Már a hazai piacon is nemegyszer találkozunk azzal, hogy egy szállító deklarálja, hogy tennéke ennek vagy annak a szabványnak megfelel. En

azonban még nem talákoztam olyan esettel, hogy a megfelelési szintet is megadták volna.

A különböző megfelelési szintek között pedig óriási a különbség. A konformancia-szintek között nem értékkülönbség van, nem mindig jobb az, ami magasabb konformancia-fokozatú. Pl. a HISA esetében a különbség olyan, hogy az "essential conformance" az előbbi osztályozás szerint keret-szabvány, amelyet egy-egy konkrét feladatban egyedi megoldással kell megvalósítani, a "full-conformance" viszont tulajdonképpen megoldás-szabvány. A mai magyar viszonyok között a full-conformance kifejezetten hátrányt jelenthet az essential conformance-szal szemben, mert minden létező modul újrainrását igényelné.

A szabványok életciklusa

A szabványok életciklusa a pontosan szabályozott. Ez részben a szabványkészítés menetrendjét definiálja, részben a már elkészült, jóváhagyott szabványok bevezetési folyamatát, illetve a szabványok kivonásának rendjét írja le. Az előkészületi fázis lényege, hogy a szakmai közvélemény szabályozott módon széles körben megismerje a tervezetet és a konszenzus érdekében minél több reflexió érkezzon. A bevezetés még így is csak fokozatosan (egy két éves "előszabvány" periódus után) történhet. A gyakorlati tapasztalatok alapján lehet dönteni a szabvány végleges bevezetéséről, módosításról vagy visszavonásáról. A szabványosító testületek fontos feladata, hogy a szakmailag elévült szabványokat újra módosítsák vagy kivonják a forgalomból.

A hazai feladatok

Az elmondottakból következik, hogy az "Eu-konform" állapot nem azt jelenti, hogy honosítjuk a kész vagy készülő CEN szabványokat, mert ezek többsége önmagában nem is használható. Ehelyett a kialakuló kereteket kell megtölteni közvetlenül használható hazai szabványokkal. Ezt ma már a hazai piac is igényli és indokolja. A következő években az informatikai eszközrendszer és a finanszírozási rendszer fejlődése egyaránt számos olyan problémát fog felszínre hozni, amely egyébként is igényli a megfelelő hazai szabványokat szükségessé teszi. Sőt ez a folyamat már zajlik is, tehát azt lehet mondani, hogy máris késésben vagyunk. Csak egyetlen példát említsünk: a járóbeteg szakellátás sok vihart kavart új jelentési rendszerét.

A legfontosabb feladatokat az alábbiakban foglaljuk össze:

1. Az MSZT Orvosi Informatikai munkacsoportjának személyi felfejlesztése. A tagság összetételének lehetőleg tükröznie kell a folyamatban érdekelt szereplők súlyának arányait. (Szállítók, alkalmazók, akadémiai szféra, ágazati irányítás, finanszírozó, független külső szakértők) A szabványosítás lényege egyébként, tagdíjfizetés fejében gyakorlatilag

bármely szervezet, intézmény tagja lehet az MSZT-nek és bizottságba szakértőt delegálhat.

2. Munkaprogramot kell meghatározni a preferenciák kijelölésével. Ez a CEN szabványok adaptációjára és a hazai szabványfejlesztésre egyaránt vonatkozik. A határidőkkel ellátott munkaprogramot publikussá kell tenni, annak érdekében, hogy minden érintett szereplő előre lássa, mikor mire lehet számítani, s mire kell ideglenes, átmeneti megoldásokat alkalmazni.
3. A folyamathoz szükséges forrásokat biztosítani kell. Fejlett piaccgazdasági viszonyok között a szabványokat a piac igényli, megrendeli és fejlesztésüket jelentős részben meg is finanszírozza. Az állami költségvetés legfeljebb kis részben járul hozzá a költségekhez, nemcsak azért, hogy spóroljon, hanem azért is, hogy olyan és csak olyan szabvány jöjjön létre, amelyet a piac igényel és alkalmazni is hajlandó. A folyamat beindulásához azonban a tapasztalat szerint nélkülözhetetlen a költségvetési támogatás katalizáló hatása. Enélkül ugyanis túlságosan elhúzódhat az extenzív piacnövekedés időszakára jellemző állapot, amikor a szállítók a szabványok létrejöttében ellenérdekeltek, vagy legalábbis annak érzik magukat.

A szabványosítás területei - szakmai preferenciák

A munkaprogram meghatározásakor véleményem szerint két ellentétes szempont között kell egyensúlyt teremteni.

A szakszerűség logikája szerint azokat a szabványokat kell először létrehozni, amelyek az egészségügy különböző területeinek informatikai alapmodelljei. Ezek a HIF szabvány implementációi egy-egy konkrét területre. Ezek a szabványok a folyamatok szereplőinek azonosítását, kapcsolattrendszereiket, a szervezetekben zajló folyamat típusokat és azok jellemzőit írják le. Ilyen szabvány tisztázhatná például azt, hogy pontosan milyen típusú események tartoznak a "járóbeteg szakellátás" című gyűjtőfogalomba. Az ilyen jellegű szabványok látszólag egy kicsit öncélúak. Azonban csak ezekből lehet szakmailag korrekt módon levezetni olyan szabványokat, amelyek egy-egy konkrét gyakorlati kérdésre vonatkoznak.

A gyakorlati kényszer viszont pontosan azokat a szabványokat sürgeti, amelyek a konkrét rész kérdéseket szabályozzák. Példáknál maradván ilyen szabvány léphetne a jelenlegi járóbetegellátási jelentési rekordkép előírás helyébe. A kétféle szabvány között a kapcsolat nyilvánvaló: ha az ellátóhelyek, személyek eseménytípusok és ezek jellemzői ismertek, akkor lehet arról beszélni, hogy milyen típusú eseményt milyen adathalmaz képes leírni, és a technikai kérdések (pl. melyik mező milyen hosszú) csak ez után következnek.

Levezési cím: Dr. Suiján György

HIETE Adatszolgálati Osztály H-1389 Budapest Pf 112,
e-mail: suijan@hiete.hu

A népegészségügyi információrendszerek rendszerelméleti alapjai

Dr. Simon Pál
Templar Partnership Company
simon@mail.elender.hu

Abstract

Az információrendszer fejlesztések - új rendszer kifejlesztése, meglévők rekonstrukciója - meghatározó rendezőelve a felhasználói funkciók meghatározása és rendszerelméleti analízise. A népegészségügynek egy olyan szolgáltatási célú, külső hatásokra is reagáló, ciklikus rendszert kell alkotnia, amelynek állandóan változó összetett szükségleteket (az emberre ható káros környezeti és az abból eredő humánbiológiai hatásokat, az ember egészségi állapotát) kell kielégítenie (felkutatni, vizsgálni, értékelni, rendszabályokat kidolgozni) a feltételrendszer figyelembevételével (a saját és a környezetvédelem feltételeinek folyamatos számbavételével) és elemezve munkájának hatékonyságát (minden általa teljesítendő szolgáltatási területen) a megváltozott szükségletek (az egészségmegőrzés sikeresen vagy sikertelenül megoldott feladatainak "eredője", a feltételrendszer megfelelősége) szerint kell módosítania céljait. Az informatika feladata: a rendszer zavartalan működésének biztosítása.

1. Bevezetés

A rendszerelemzési és építési problémakör tárgyalásához a gyógyító-megelőző ellátás informatikai feladataiból célszerű kiindulni, azaz a tevékenységeket, feladatokat a népegészségügy alaprendeltetése szerint kell "átrendezni". Az 1991. évi XL. Törvény vezette be a népegészségügy fogalmát és határozottan kiemelte az informatika fontosságát: "folyamatosan figyelemmel kíséri, értékeli a lakosság egészségi állapotának alakulását, az egészségi állapotot veszélyeztető környezeti, életmódbeli, valamint egyéb tényezőket..." [1].

Egy olyan humáncentrikus, összetett funkciókat tartalmazó rendszerről van szó, amelyben az egyes funkciócsoportok nem választhatók el egymástól. Az egészségkárosító hatások kutatása csak a populáció - és az egyén - egészségi állapotváltozásainak ismeretében, folyamatos feltárásában képzelhető el. Más kérdés az, hogy a "klasszikus" fizikai-kémiai-biológiai károsító tényezők jellege, tulajdonsága ma már megváltozott és szélesebb körben, időben és térben, finomabban és differenciáltabban kell kutatni azokat az összefüggéseket, amelyek e kóros tényezők és a lakosság morbiditási-mortalitási helyzetét igen

kedvezőtlenül befolyásoló megbetegedések között rejtőzködnek

2. A népegészségügyi tevékenységek információrendszer szervezési kérdései

A tágabb értelemben vett közegészségügyi rendszer (a járványügy, a mikrobiológia, a környezetegészségügy, a mentálhygiéne egyes vetületei, a primer prevenció, a szekunder prevenció egyes területeinek szervezése), a gyógyító-megelőző ellátás rendszere (a gyógyítás különböző területei, a szekunder és a tertiár prevenció) és e rendszer meghatározó elemeinek integrációjából kialakítható népegészségügyi rendszer alapvető céljai azonosak. Az integráció tartalmának tisztázásához - a rendszerelemek meghatározásához - célszerű a rendszer alapelemeit meghatározni, tulajdonságaikat megvizsgálni.

A népegészségügyi rendszer meghatározó elemei: a KÁROSÍTÓ TÉNYEZŐK, OBJEKTUMOK (a károsító tényezők "gazdái"), a KÖRNYEZETI KÖZEG, a KÁROS HATÁSOK, a kialakuló KÖRÉLETTANI ELVÁLTOZÁSOK és maga az EMBER. A rendszer elemeinek jellemzői (például a HATÁS esetében: fizikai, kémiai, biológiai, közvetlen-közvetett, káros, közömbös, kedvező) megfigyelésük, mérésük, vizsgálatuk során alakultak ki: tartalmuk, számuk változó, a változás sebessége különböző. Már ebből is következik, hogy kölcsönhatásaik f. pusai számosak, emellett igen sokrétűek lehetnek és korántsem tekinthetők állandóknak imént ahogy maga az EMBER sem mint "rendszerelem" és például a mikrobiológiai ágensek sem tekinthetők állandóknak, változatlanoknak). A továbbiakban célszerű az emberi káros környezeti HATÁS mellett magában az emberi szervezetben detektálható káros HUMÁNBIOLÓGIAI HATÁST is megkülönböztetni [2].

Könnyen belátható az a következtetés, hogy a rendszer működését követő elemző, a működés során keletkező kérdésekre adekvát választ adó információrendszerek sokoldalúnak és rugalmasnak kell lenniük. Könnyen belátható tehát, hogy az adatfeldolgozás, a kommunikáció mellett az ilyen típusú információrendszerekben meghatározó a felhalmazódó tudásanyagot tartalmazó adatbázisok milyensége.

3. Az adatbázisok a népegészségügyi információrendszerekben

Az adatbázisok (adatbankok) az információrendszerek meghatározó részei, feladatuk a rendszer által kezelt, létrehozott - rendszerint nagymegű és változatos tartalmú - adathalmazok megbízható tárolása. Az adatbázisok ma már igen gyakran összekapcsolódó hálózatokat alkotnak, rendszerint többféle szempont szerint osztottak és intelligens adatbáziskezelő rendszerek tartoznak hozzájuk.

A rendszerelemeket jól definiáltam jellemző információcsoportok - rendezett alapadatok, alapadat csoportok - jellegzetes tartalmi és funkcionális sajátosságokkal rendelkeznek. Nagyvonalú csoportosításuk az információrendszer struktúrájának későbbi felvázolásához szükséges. A tartalmi sajátosságok áttekintésénél példaként a népegészségügy egészét tekintve a következő kérdések megválaszolása a célravezető:

- Melyek a legfontosabb, az ember egészségi állapotát veszélyeztető környezeti károsító ágensek kimutatásához, vizsgálatához, méréséhez, elemzéséhez kapcsolódó adatok;
- Melyek az alapvető egészségkárosító - humánbiológiai - hatások (expozíciók közeli és távolhatásai időben és térben, a lakosság védettségi állapotának és egészségi állapotának jellemzői) vizsgálatához, követéséhez és megelőzéséhez tartozó adatok;
- Melyek az egészségügyi ágazat más területeivel, főleg a gyógyító-megelőző ellátással, valamint más ágazatokkal, különösképpen a környezetszédelemmel közös célú tevékenységeket jellemző adatok;
- Melyek a közegészségügyi teljes rendszeréből kiemelendő, a szakmai döntés-előkészítési, a vezetési, irányítási és ellenőrzési tevékenységeket hordozó információk.

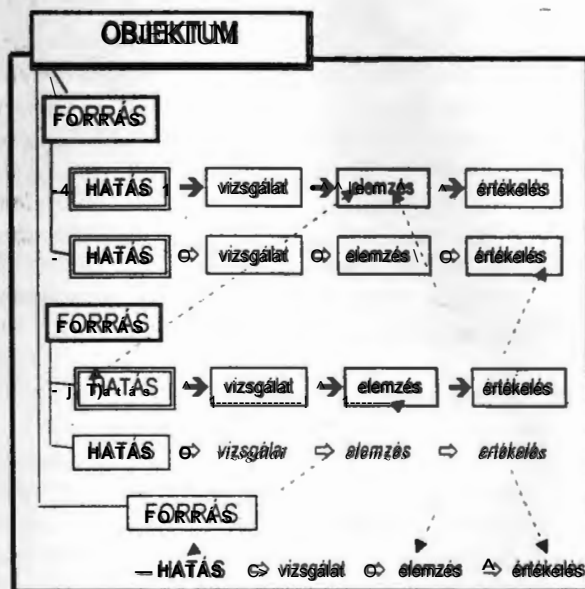
Az így csoportosított adathalmazok tartalma attól függ, hogy hol foglalnak helyet a rendszerben, illetve milyen fajta tevékenységet, minőséget jeleznek, hordoznak.

A funkcionális sajátosságoknál, utalva az adatok keletkezési helyére, áramlásukra, feldolgozási és értékesítési helyükre, általában rá kell mutatniuk arra, hogy az információk milyen szerepet kapnak a rendszerben:

- a rendszerelemek és kölcsönhatásuk vizsgálatát, mérését, értékelését végző tevékenységek színhelyén, az orvosi munkahelyeken végzendő feladatok informatikai támogatása;

- a lakosság és a környezet közegészségügyi helyzetét és biztonságát megítélő tevékenységének informatikai kiszolgálása különös tekintettel a veszélyeztetett területekre.

A tartalmi és funkcionális sajátosságok leginkább az információrendszer adatbázisában tükröződnek, méghozzá oly módon, hogy az adatbázis funkcióihoz kötődve az információcsoportok a tartalmak szerinti rendező szerepet töltik be. Ez a szerepkör egyes esetekben állandó (a rendszer standard szolgáltatásainak alapját képezik), más esetekben változó, relációs jellegű (a rendszer "ad hoc" szolgáltatásait alkotják). Rendszertechnikailag jellemelve sokfunkciós, rugalmas modell-szerkezetű, többnyire az alapvető funkciók szerinti osztott adatbázisok hálózata felel meg a népegészségügyi feladatokat támogató információrendszer céljainak [2,4].



Relációs kapcsolatok:

HATÁS ← elemzés → értékelés

1. számú ábra: Az adatbázisok relációs szerkezete

Az ábra az adatbázisok osztott jellegére alapozó relációs szerkezetet és funkciókat vázolja. Az "osztott" jelleg vonatkozik az egyes orvosi szakterületek szerinti differenciálódásra (például: településhigiéne, vízhiigiéne, levegőhiigiéne, járványügy, virológia, parazitológia, genetika), a szolgálat feladataira orientált szintjeire: az orvosi munkahelyek közvetlen támogatására (osztályok, laboratóriumok), a szakmai irányítás, felügyelet tevékenységének támogatására (a szolgálat különböző irányítási szintjei). Fontos rendezőelvnek kell tartanunk, hogy az információrendszerrel csak akkor várhatunk el releváns tartalmú döntést előkészítő információt, ha ez az információ - a valós folyamatok elemzésének, értékelésének - közvetlen közelében került

feldolgozásra. Ez az elv, az alulról építkezés elve elveti a csak centrálisan szervezett adatbázisokra nagy és merev központi rendszereket, de *nem mond elleni a relációs-jellegű és magas intelligenciájú háttérbázisok szervezésének, sőt igényli azok hálózatra telepítését.* Az ily módon konfigurált komplex rendszer folyamatos működése során olyan problémákra is rámutathat, amelyek csak kiegészítő számítógépes fejlesztésekkel oldhatók meg (például kiegészítő adatfelvételek, felmérések adott feladatra szervezése).



2. számú ábra: Az "orvosi munkahelyi" adatbázis funkcionális vázlata (légzőszervi megbetegedések és a levegőtisztosítás)

Az orvosi munkahelyi típusokra "osztott" ilyen típusú adatbázis rendelkezhet olyan modulokkal, amelyek standard elemzéseket szolgáltatnak (például az ábra e változata szerint az objektumokra rendezett folyamatos követést, "nyilvántartást"). Emellett *képzhető olyan modul-szerkezet, amely "ad hoc" szolgáltatásokat is produkál:* rokon humánbiológiai hatások kigyűjtése egy új vizsgálati metodika kipróbálására, amelyhez több variációs elemzési módszert alkalmazunk, és külön-külön értékeljük azokat. A hevenyészett példán kívül természetesen tetszőleges variáns is előfordulhat.

Az adatbázis intelligenciájától függően bizonyos *öntanulási jelleg is megvalósítható.* Ha az adatbázis elemeit egy vagy több paraméterrel (határértékkel)

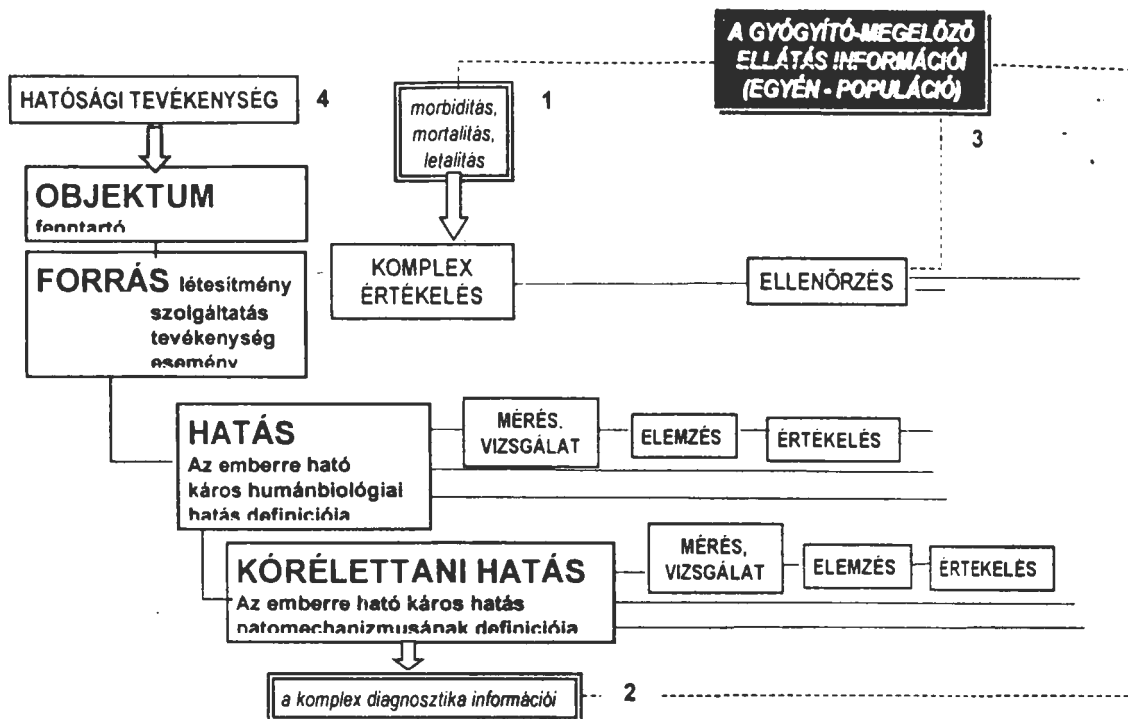
"tüntetjük ki" és ezek megjelenésekor olyan algoritmusokat építünk be, hogy bizonyos érték esetén bizonyos elemző metodikát válasszon ki és ennek értékelésétől függően esatoljon vissza egy másik vizsgálati metodikára és végül a folyamat befejeztével a kapott minősítést egy szakértői rendszerrel "hitelesítse". A példa leírásából is érezhető, hogy a folyamat tetszőleges variációban folytatható, akár a "végtelenségig". Meg kell azonban jegyezni, hogy az ilyen típusú feladatok megoldása az adott szakterület alapos ismeretén, a korszerű számítástechnikai eszközökön kívül modern, ún. osztott intelligenciájú (mérő "analog-intelligencia" és elemző "digitális-intelligencia") műszerek is szükségesek. Az adatbázis funkciójának bemutatását a 3. számú ábra kíséri meg, amely az adatbázis rekordképeinek felel meg [3.5].

Az ábrán a higiénés jellegű példát a munkahelyekhez tartozó objektumok károsító forrásaiból származó hatásainak és az emberi szervezetben kiváltott hatásmechanizmusainak (patomechanizmusoknak) jellemző információs csoportjai (az elemeket külön-külön jellemző adatscsoportok) demonstrálják. Az elemek mellett helyet foglalnak az adatbázisban a folyamatos követést biztosító tevékenységeket jelző információk (mérés, vizsgálat, elemzés, értékelés).

Az ábra nemcsak a szerkezet, hanem a funkció bemutatására is törekszik. Látható, hogy a hatáshoz, hatásmechanizmusához tartozó "visszacsatolási hurkok" egymással kapcsolatban vannak és a minősítést megtestesítő komplex értékeléssel újabb visszacsatolási kört alkotnak. Lényegében az ellenőrzés fázisával kiegészítve alakul ki a folyamatos követés algoritmus, amely biztosítja a korábbi állapotok összehasonlítását, az új - az aktuális - minőség deklarálását

Az információrendszer népegészségügyi feladatai akkor válnak szembetűnőbbé, ha az adatbázist "külső" kapcsolataival együtt vizsgáljuk. A folyamatában a "belépő" információk;

1. pont - nemcsak a hatások változásáról kell jelezni a gyógyító-megelőző ellátásnak, hanem például a lakosság egészségi állapotváltozása is rámutathat az objektumok káros hatásaira;
2. pont- amíg az 1. pontnál rendszerint már bekövetkezett események jeleznek, addig itt a diagnózis felállítása előtt, vagy a betegség lefolyásában bekövetkezett változások miatt ad jelzést a gyógyító-megelőző diagnosztika, történetesen egy káros hatást feltételezve;
3. pont- a gyógyító-megelőző ellátás számára küld információt ("kilépő" információt) például akkor, ha az adott fomás hatása veszélyezteti az egyén vagy a populáció egészségi állapotát;
4. pont- ha az alapegység higiénés állapotromlása hatósági beavatkozást, intézkedést igényel.



3. számú ábra; Környezetegészségügyi adatbázis funkcionális rekordszerkezete

Általában elmondható, hogy a *népegészségügy információrendszereinek adatbázis-hálózatában* - mivel humánközpontú szolgáltatási rendszerről lévén szó - különböző súllyal ugyan, de a *páciensorientált rendezőelvnek érvényesülnie kell*, amely az egyén, a populáció egészségi állapotának követését lehetővé teszi.

4. Általános következtetések

Az egészségügyi informatika feladatainak rendszerszemléletű megközelítése korántsem jelenti az információrendszerek valamiféle uniformizálását. Éppen a rugalmas szerkezeti felépítés, a funkciók elvileg korlátlan variációi teszik lehetővé, hogy a tartalmi sajátosságok az információk értékhordozó szerepe közvetítésével a megbetegedési, vizsgálati, diagnosztikai, ellátási és megelőzési folyamatokban a megfelelő helyükön érvényesüljenek.

Az orvosi tevékenységek és eredményeik, a minőség elemzése, a kontrolling, az összefüggések, a kockázatok vizsgálatai köré rugalmas modulszerkezetben építhetők fel a különböző típusú orvosi munkahelyek adatbázisai és az ilyen munkahelyi adatbázisokból álló adatbázis-hálózatoknak a segítségével biztosíthatók a változatos informatikai szolgáltatások. Ezek az orvosi munkahelyi adatbázisok egészségügyi ellátási rendszer különböző szintjein (alapellátás, szakorvosi járó- és fekvőbeteg ellátás, vezetés-irányítás) felépíthetők. A mindenkor szem előtt tartandó elv: a *hatékony információrendszer működésének záloga a rendszerek*

tartalmi és funkcionális sajátosságainak célszerű - az adott orvos-szakmai (végfelhasználói) feladatnak megfelelő - konfigurálása.

Referenciák

- [1] Simon, Pál; Vincze, István: "Informatics in the Hygiene Network in Hungary". International Symposium of Medical Informatics and Education. University of Victoria. B. C. Canada. Proceedings: pp. 59-60. 1989.
- [2] Simon, Pál: "The Question of Development of the Information Systems on Public Health". MIE'90 Proceedings, Glasgow, Scotland, August 20-23. 1990. Spinger-Verlag pp. 806.
- [3] Simon Pál: "A népegészségügy információrendszere és fejlesztési kérdései". *Lege Artis Medicinæ*. 1992. 2.(3). 254-263.
- [4] Simon Pál: "Investigation of Systems of Prevention from Informatics point of view". Fifth International Conference on System Science in Health Care. 1992. Prague. Eds.: M-K. Chytil, G. Duru, W. van Eimeren, Ch. D. Flagle. OMNIPRESS Publisher Prague. Proceedings: pp. 1204-1207.
- [5] Fekete Attila, Simon Pál, Juhász István, Ménesi László: "A környezetvédelem és környezetegészségügy határterületeinek népegészségügyi vonatkozásai". Népegészségügyi Tudományos Társaság II. Kongresszusa. Sopron. 1993. április 14-16. Összefoglaló: 32.o.

Dr. Simon Pál, Templar Partnership Company.
1114 Budapest, Szabolcska Mihály u. 5.
Tel/Fax: (1) 385-6303

Az intelligens egészségügyi kártyarendszer bevezetésének lehetőségei Egy lehetséges magyar megközelítés

Rónai Tibor¹, Prof Dr Naszlady Attila²

NJSZT Intelligens Kártya Fórum¹, NJSZT Orvosbiológiai Szakosztály²

Az egészségügyi szolgáltatások költségei az OECD országokban a GDP 7 %-át is elérik. Ezeket a költségeket még növeli a lakosság előregedése és ezzel az otthoni vizitek és gondozás növekvő igénye.

Ezek a tények a kormányokat, egészségbiztosítókat, kórházakat, orvosi kamarákat és az egész társadalmat olyan megoldás keresésére ösztönzik, amely ezeket a költségeket átláthatóvá teszi és csökkenti. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy az informatika és a telekommunikáció fejlődése az intelligens kártyarendszerek bevezetésével lehetővé teszi a fenti problémára a megoldást.

A mikroáramkörös kártyáról (röviden: IC-kártya), amely fogalom a mikroprocesszoros kártyákon (smart card = intelligens kártya) kívül a memóriakártyákat (pl. telefonkártya) is felöleli az előző, XX. Neumann kollégiumon már beszámoltam, ezért most csak a szorosban vett intelligens egészségügyi/biztosítási kártyával foglalkozom.

Az egészségügyi rendszerben jogosultság szempontjából kétféle intelligens kártya van: a páciens kártya és a professzionális egészségügyi kártya. Ez utóbbi lehetővé teszi a beléje táplált program és a személyazonosító szám (PIN) segítségével, hogy csak az illetékes (feljogosított) orvos, a gyógyszerész, vagy az egészségbiztosítás elszámolásával megbízott pénzügyi szakember férhessen hozzá a páciens kártyájának különböző szektoraihoz, mégpedig megkülönböztetve olvasási és beírási jogosultságot, és csak abban a memóriaszektorban, ahová saját professzionális kártyája feljogosítja. Természetesen minden kártyaművelethez a

páciens hozzájárulása szükséges. Mindezekből következik, hogy mindkét kártyafajtát személyhez kell kötni, azaz perszonalizálni szükséges., amely erre a célra alkalmas készülékkel történik. A perszonalizálás történeti alárás, fénykép és mindenképpen elektronikus eljárás (személyazonosító szám = PIN) segítségével. Még fejlettebb módszer a biometrikus azonosítók (ujjlenyomat, retina, hang, stb) alkalmazása. Ez utóbbiak ma még drágák és csak szűk körben indokoltak.

A rendszerhez a hálózaton kívül adattovábbításra alkalmas modemmel ellátott személyi számítógéphez szabványosan illeszthető kártya beíró/olvasó készülék, bizonyos helyeken (gyógyszertár, egészségbiztosítási kifizetőhely, stb. IC-kártyás pénztárterminál (EFT-POS) tartozik minden olyan ponton, ahol a kártya előfordul (házi orvos, rendelő intézet, gyógyszertár, klinika, laboratórium, kórház, egészségbiztosító stb).

Az intelligens kártyarendszerek nem teszik szükségessé - (sőt elkerülhetővé teszik) központi adatbázis létesítését. Igény esetén azonban lehetőség van a kártya egyes deperszonalizált adatainak statisztika, vagy

gyógyszerforgalmazás okából modemek és telekommunikációs hálózat útján központi számítógéphez továbbítására további feldolgozás céljából.

Létezik olyan intelligens kártyarendszer is, például intranettel rendelkező kórházi információs rendszereknél, vérellátó központokban, vagy speciális betegcsoportoknál (dialysis, diabetes, stb.), ahol a pácienskártyában csak az azonosító- és sürgősségi adatok vannak. A páciens diagnosztikai adatai, valamint a pénzügyi adatok pedig az egészségügyi intézmény lokális adatbázisában a páciens- és a professzionális kártya együttes alkalmazásával hozzáférhetők.

Az intelligens kártyarendszerek előnyei a különböző alkalmazásoknál:

- Egészségbiztosítási kártyarendszereknél csökkentik az adminisztratív költségeket, egyszerűsítik az ügykezelést, erősítik a kapcsolatot a biztosítóval.
- Egészségügyi kártyarendszereknél egyszerűsítik az orvos/páciens találkozás adminisztrációját, csökkentik az ismételt vizsgálatok számát, javítják az egészségügyi szolgáltatások minőségét, különleges szolgáltatásokra képesek súlyos krónikus betegségeknel, segítik elkerülni az egészségügyi inkompatibilitásokat, segítenek az adatok statisztikai feldolgozásában, továbbá megkönnyítik a kommunikációt az egészségügyi szakemberek és intézmények között. Speciális kártyarendszereknél (dialysis, diabetes, stb.)
- elősegítik a személyek egészségügyi szempontból biztonságosabb mozgását az Európai Unióban, majdan az egész földkerekségen, különösképpen az emberek olyan csoportjai részére, mint az idősek, krónikus betegségben szenvedők, de ugyanígy turisták, üzletemberek, tudósok, vagy a diplomaták részére is.
- Professzionális egészségügyi kártya-rendszereknél biztosítják a bizalmas adatok védelmét és biztonságot nyújtanak a páciens-kártyák adatainak hozzáféréséhez és általában a teljes egészségügyi információ-rendszer biztonságához.

A legújabb koncepció: Internet-intranet-intelligens kártya kombináció.

Egy teljesen új telekommunikációs környezet van kialakulóban, amely a legkorszerűbb technológiákon alapul, mint az ISDN, az Internet, az intranet és a többfunkciós intelligens kártya. Ezek az új információs technológiák érdeklődésre tarthatnak számot az egészségügy területén is, mivel interaktív szolgáltatások bevezetésére képesek. S ezek növelik az egészségügy hatékonyságát és minőségét, továbbá nem utolsósorban csökkentik a költségeket.

Az Internet/intranet alkalmazások legnagyobb előnye az up-to-date információk területén van a sebesség, a hatékonyság és az alacsonyabb adatátviteli költségek révén. Az Interneten keresztül a helyi-, az országos- és a nemzetközi adatbázisokban számos, releváns információ hozzáférhető, míg az intranet zárt, vagy kiválasztott felhasználói csoportokra korlátozott alkalmazásokra irányul.

Ha a biztonság és személyiségvédelem meggyőző a felhasználók számára, akkor az Internet és az intranetek általános áttérése az intelligens kártyával együtt egyszerre fog bekövetkezni, mivel a felhasználó (páciens, orvos, stb.) saját magát tudja azonosítani hálózaton keresztül, könnyen és hibák nélkül; a kényelmes felhasználás és a felhasználó-barátság már bizonyított; számos interaktív szolgáltatás vezethető be; a szolgáltatások úgy realizálhatók, hogy azonnal a helyszínen fizethetők (l. home banking); végül a biztonság és személyiségvédelem meggyőző a felhasználók számára.

Az egészségügyi kártyarendszerekben döntő tényezők:

- A hiteles szakmai tartalom.
- Az adatkiválasztás. Nyilvánvalóan szükséges olyan koncepció kidolgozása, hogy mely adatok hozzáférhetők, illetve hozzáférhetetlenek a hálózaton keresztül. Ilyen típusú információcserének nincs esélye a sikerre, ha az egészségügyi/biztosítási szervezetek nem helytálló, vagy elavult információkat adnak, ezért a folyamatos adatkarbantartás (aktualizálás) nélkülözhetetlen.
- A hozzáférési szabályok. A hozzáférést az egészségügyi rekordokhoz, vagy azok részeihez szigorú szabályoknak kell rögzíteni, és azokra a részekre kell korlátozni, amelyekre a biztonságos azonosítás és felhatalmazás révén betekintési jog áll fenn.
- Az adatok technikai hozzáférhetősége. A páciensadatokat az egészségügyi/biztosítási intézményeknél digitálisan kell tárolni és a hozzáférést a számítógépek, PC-k és az intranet segítségével kell biztosítani.
- A regisztrálás. Fontos rögzíteni, hogy ki férhet hozzá (kiolvasás és/vagy beírás) az egészségügyi információkhoz, mikor és miért? Ezt a regisztrálást egy megbízott harmadik cégnek (third trusted party) kell végeznie.

Bár az intelligens kártyák alkalmasak a páciens diagnosztikai adatainak tárolására, egyesek szerint még sem kívánatos, hogy a páciens kártyák bizalmas információkat tartalmazzanak. Szerintük a kártya kizárólag a páciens kétséget kizáró azonosítására szolgál. Természetesen a pácienskártya a kibocsátó kódját, az érvényesség időpontját és a kártyaszámot is tartalmazza. A páciens kártyájának, valamint az egészségügyi professzionális kártya kódjának kombinációján alapul az on-line elektronikus ellenőrzés. Az így nyert információk kerülnek feldolgozásra az "egészségügyi pontokon" (points of healthcare), azaz a hálózatra kötött egészségügyi munkahelyeken.

A kártyán rögzítendő a sürgős orvosi beavatkozást segítő olyan információk, mint a speciális életmentő gyógyszer, vércsoport, balesetnél értesítendő személy, stb.

Az infrastruktúra szerepe a kártyakezelésben túlmenően.

Mind a körlázi információs rendszer, mind az országos egészségügyi infrastruktúra lehetővé teszi a telefonhálózatra kötött számítógépes hozzáférést a decentralizált és digitalizált egészségügyi adatokhoz, ha az intelligens kártya biztosítja ehhez a jogosultságot.

Így az elemeknek a kombinációja lehetővé teszi új interaktív egészségügyi teleshizletek bevezetését:

- Információk kereshetők az úton lévő házi orvos fájljában mobil telefonon.
- Általános, nem személyes információk cserélhetők egészségügyi központok között (pl. laboratóriumi vizsgálati eredmények, röntgenfelvételek, stb.) szóbeli üzenetekkel, vagy emaillel.
- A házi orvos írásbeli közlései a specialistának nem alig olvasható kézírással készülnek, hanem digitalizálva elektronikusan kerülnek átvételre.
- A pácienskártyával az előrendelések jóval könnyebben bonyolíthatók: például előre programozott telefonszámokkal, a név és cím közvetlenül megjelenik a távrendelést regisztráló képernyőjén.
- A távrendelések üzenetküldéssel is regisztrálhatók, míg a doktor és aszisztense munkájukat végzik. A pácienskártyával a kórházban különféle szolgáltatások vehetők igénybe (és fizethetők), pl. telefonhívás, TV nézés, értékmegőrzés, vásárlás a büfében, stb. A pácienskártya elektronikus pénztárcaként is működhet. Ez az eljárás használható közvetlen szolgáltatások igénybevitelére és kifizetésére is, mint például szállítás a klinikára, stb.

A páciensek személye és jogosultsága egyszerűen és hatékonyan ellenőrizhető off-line, vagy on-line módon.

- A kezelési kódok a páciens kártyaszámával, a dátummal, az egészséggondozó kódjával együtt regisztrálhatók és továbbíthatók a központi számítógéphez, ellenőrizhetők, szortírozhatók és az illetékes biztosító társasághoz továbbíthatók. - A biztosító társaság hívásánál és a telefonkészüléken történő intelligens kártya azonosító funkció alkalmazásával a biztosított fél biztonságosan azonosítható, mivel a biztosítónál közvetlen hozzáférés van a biztosított fél biztosítási rekordjához. Nem szükséges megadni a nevet, címet és más adatot (biztosítási törzsszám).

A biztosító társaság részére így nyújtható előnyök:

- alacsonyabb költségek (pl. a családok csökkenése, vagy az elmaradó feleslegesen ismételt vizsgálatok miatt),
- lehetőség az ellenőrzött regisztrációra, az egészséggondozási kiadások átláthatósága, végül a
- lehetőség a menedzselte egészséggondozásra.

Az európai intelligens egészségügyi/biztosító kártya tapasztalatok.

Az európai mikroáramkörös egészségügyi kártyarendszereknél szembeötlő az egyre fejlettebb technológiákat alkalmazó projektek sokasága, és sokfélesége.

Ehhez kapcsolódik a személyi jogokat és az orvosi titoktartást védő egészségügyi professzionális kártya alkalmazása. Ez nemzeti stratégia alapja lehet az egészséggondozási kártyák bevezetésénél. (Franciaország, Németország, Spanyolország, Hollandia, Szlovénia).

A páciens-kártya rendszerek - ha nem is hangsúlyozott-célja, hogy a kártya használatával a páciens hozzáférhet saját egészségügyi információihoz, beleértve a költségeket is. Ez kétségtelenül segíti az egészséggondozási költségek ellenőrzését, és legalább esélyt ad a biztosítottak, hogy részt vegyen az ellenőrzésben.

Végül egy ilyen kártyarendszer Európa-szerte áthidalhatja az egyes országok közötti műszaki-technológiai különbségeket. Valamennyi európai ország érdeke, hogy az egészséggondozási terület és a vele kapcsolatos műszaki infrastruktúra közelítsen egymáshoz, és nemcsak az egészségügy területén, hanem a kommunikáció területén is legyen összekötő kapocs az országok és földrajzi régiók között.

A mikroáramkörös kártya műszaki lehetőségei módot adnak arra, hogy a fentebb felsorolt funkciókat: tehát az azonosítási, biztosítási, különböző fizetési funkciókat egyetlen többfunkciós kártyába integrálják.

Orvostikai és személyiségvédelmi szempontok határozottan tiltják az egészségügyi személyes adatokat hordozó kártyák egészségügyön kívüli célokra is használhatóvá tételét.

A magyar egészségügyi IC-kártya rendszerek bevezetésének egy lehetséges megközelítése.

A már futó egészségügyi kísérleti programok megfelelő alapot adnak a műszaki, szervezési, orvosi, szociológiai, stb. tapasztalatok szerzésére. Emellett mindegyikük fokozatosan bővíthető. Gondoljunk csak a transzplantált populáció kártyahasználatának kiterjesztésére az összes hazai dialyzáltak körére, vagy a teljes betegdokumentáció - szöveg+görbe+kép (!) - komplett elektronikus kezelőrendszerének kidolgozására és demonstrálására (Naszlady A. és Naszlady I. Bermuda konferencia 1997.).

Lokális kísérletek más kórházakban is indíthatók az adminisztratív feladatok csökkentése céljából. Nagyon fontos, hogy mindezek a tevékenységek koordináltan történjenek a tapasztalatok maximális felhasználásával és a meglévő nemzetközi szabványok feltétlen figyelembevételével. Ezt a célt tűzte ki a Neumann János Számítógéptudományi Társaság keretében 1997 júliusában alakult Intelligens Kártya Fórum Egészségügyi Munkacsoportja.

A végső célként országosan a professzionális kártyával együtt bevezetendő intelligens egészségbiztosítási kártyarendszert az alábbi lépcsőkben célszerű megközelíteni:

1. A vesetranszplantációs kártya továbbfejlesztése az összes dialyzált páciens részére.
2. A kardiológiai járóbeteg kezelési kártyarendszer kiterjesztése a Korányi Szanatórium tapasztalatai alapján más szanatóriumokra és kórházakra.
3. Csatlakozva az Európai Unió diabetes-kártya programjához a Magyar Diabetes Társaság közreműködésével pilot projekt indítása.
4. Lokális gyógyszer-kártya kísérlet indítása.
5. Lokális egészségbiztosítási intelligens-kártya kísérlet indítása, első lépésben az adminisztratív feladatok csökkentésére, majd a második lépcsőben egészségügyi adatok tárolására, az utóbbi esetben professzionális egészségügyi kártyarendszerrel kiegészítve. E kísérlet az országos bevezetés előkészítését szolgálja.

Tekintettel arra, hogy az egészségügy és egészségbiztosítás reformja, korszerűsítése elkerülhetetlen, feltétlen megfontolást igényel az, hogy a külföldi tapasztalatok maximális felhasználásával egy jól átgondolt országos intelligens kártyaprogram nagy mértékben elősegítené a hazai egészségügy racionális és gazdaságos átszervezését, és egyben előrevinné csatlakozásunkat az Európai Unió infrastrukturális feltételeihez.

Az egészségügyi adatvédelem szabályozása

Ködmön József

Debreceni Orvostudományi Egyetem, Egészségügyi Főiskolai Kar
Nyíregyháza

Abstract

Az egészségügy egyre több területén használnak számítógépet, a hagyományos adminisztrációs rendszereket szoftverek helyettesítik. A számítógépes technológia egészségügyi alkalmazása azonban még nem hozott egyértelmű javulást az adatvédelem, adatbiztonság területén, csak újabb problémákat hozott felszínre.

1992 óta létezik az adatvédelem törvényi szabályozása. Adottak a műszaki normák, különféle szabványok és irányelvek. Az egészségügyi adatkezelés ágazati szintű törvényi szabályozása is megoldott. A gondok az intézményi Informatikai biztonsági szabályzatok elkészítésénél jelentkeznek.

Az elektronikusan tárolt iratok jogi hatályáról szóló törvény elfogadása lehetővé fogja tenni a korszerű, biztonságos, csaknem papírmentes egészségügyi adminisztráció megvalósítását.

Az Európai Közösséghez való csatlakozás feltételként megköveteli a megfelelő színvonalú adatvédelem megvalósítását az egészségügyi ágazatban is.

1. Bevezetés

Mivel nemrégiben több olyan új törvény jelent meg, amely átfogóan szabályozza az egészségügyi szféra működését, mindenképpen érdemes áttekinteni a változásokat, valamint az új szabályozásból eredő tennivalókat. Az egyik legfontosabb terület - ahol markáns törvényi szabályozás lépett hatályba - az egészségügyi adatvédelem.

Az 1997. évi XLVII. törvény az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről néhány hónapja hatályos. Precízen, az európai normáknak megfelelően szabályozza az egészségügyi és a hozzá kapcsolódó ágazatokban keletkező érzékeny adatok kezelését és védelmét.

A törvények azonban csak a legfelső szintjét alkotják a szabályozásnak. Az egész egészségügyi informatikai rendszer csak akkor működhet jól, ha az alacsonyabb szinteken is megvalósul a megfelelő szabályozottság. A gondok általában az intézmény, illetve szervezeti egység szintjén szoktak jelentkezni.

A szervezeti egységnél az adatvédelem területén a legnagyobb probléma valószínűleg az Informatikai

biztonsági szabályzat (IBSZ) szakszerű elkészítése és a leírt szabályhalmaz szerint végzett biztonságos, hatékony informatikai tevékenység megvalósítása.

2. Az egészségügyi adatvédelem szabályozási szintjei

2.1. Törvények

Az Alkotmány és a személyes adatok védelméről és a közérdekű adatok nyilvánosságáról szóló 1992. évi LXIII. törvény az adatvédelmi rendszer működésének általános elveit, keretét határozza meg.

Az egészségügyi ágazati szabályozást az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről szóló 1997. évi XLVII. törvény jelenti. A magyar egészségügy szabályozásában alapvető változásokat hozott az, hogy az évtizedekig hatályban lévő, többször módosított 1972. évi II. törvényt felváltotta az egészségügyről szóló 1997. évi CLIV. törvény.

Miniszteri rendeletek is szükségesek lehetnek a törvények végrehajtásához, ilyenek az egészségügyi adatvédelem területén még nincsenek.

Előkészítés alatt van azonban egy törvénytervezet, amely az elektronikusan tárolt iratok jogi hatályáról szól. Ennek a törvénynek az elfogadása lehetővé tenné az egészségügy területén is a csaknem teljesen papírmentes adminisztrációs rendszer bevezetését, amely valószínűleg alacsonyabb költségű, hatékonyabb és biztonságosabb működést eredményezne.

2.2. Műszaki normák, szabványok, ajánlások

Ide tartoznak az építésügyi, tűzvédelmi normák, az iratkezelésre vonatkozó irányelvek, a titokvédelemre vonatkozó szabályozások és rendeltetések. Az európai egészségügyben meghatározó jelentőségűek a nemzetközi szervezetek ajánlásai:

- az Európa Tanács Adatvédelmi Egyezménye;
- az Európa Tanács (81) 1 számú ajánlása az automatizált gyógyászati adatbankok szabályairól;
- az Európa Tanács (86) 1 számú ajánlása a társadalombiztosítási célok érdekében használt személyes adatok védelméről;

- az Európa Tanács (81) 20 számú ajánlása az írásos bizonyíték megkövetelésére vonatkozó jogszabályok harmonizációjáról és az iratmásolatok, illetve a számítástechnikai eszközökön rögzített adatok elfogadhatóságáról.

2.3. Helyi intézményi szabályok

Ezen a szinten jelennek meg a védelmi rendszer konkrét intézkedési elemei. Minden, egészségügyi adat kezelésével foglalkozó intézménynek, szervezeti egységnek el kell készítenie az Informatikai biztonsági szabályzatot (IBSZ), amelynek az intézmény által kidolgozott, a többi szabállyal összhangban lévő Informatikai biztonsági koncepcióra (IBK) kell épülnie.

Az Informatikai biztonsági szabályzat készítésével kapcsolatos alapelvek:

- ebből a szabályzatból mellőzendő a magasabb szintű szabályozások ismétlése, de azokkal összhangban kell lennie;
- a szabályok ne általánosságokra, hanem konkrétumokra vonatkozzanak;
- nem hozhat létre a szervezet működésétől független vagy attól idegen struktúrát, mechanizmusának végrehajtónak kell lennie, amely csak egy adott szemszögből vizsgálja a folyamatot;
- a szabályzat adaptív és koordinatív típusú legyen, ne váltsa fel és ne írja felül a szervezetnek és működésének rendjét, csak teremtsen meg annak biztonságos környezetét;
- metodikailag vagy önmaga tartalmazza a többi szabályzatban átvezetendő új szempontokat, vagy azokban kell a szükséges módosításokat átvezetni és az IBSZ-ben csak utalni rájuk;
- az IBK-hoz logikailag kapcsolódnia kell.

Az IBSZ-ben föltétlenül szabályozni kell:

- a védelmet igénylő adatok, eszközök és objektumok körét;
- az információs rendszer egyes konkrét elemeinek védelmét;
- az adatvédelmi felelős tevékenységét, jogait, kötelezettségeit;
- az adatokat kezelő személyzet tevékenységét, jogait, kötelezettségeit;
- a rendelkezéseket megszegők ellen alkalmazható szankciókat.

3. Az adatvédelem megvalósításának szintjei

A fizikai védelem szintje a számítógép, annak közvetlen környezete és az adathordozók védelmét jelenti. A számítógépes helyiséget különféle beléptető rendszerekkel és mozgás, valamint hőérzékelő berendezésekkel szokás védeni. A fokozott védelmi igényű adatállományokról másolatot kell készíteni, és

azokat tűzbiztos pánccelszekrényben illik tárolni.

Az ügyviteli védelem az informatikai rendszert üzemeltető szervezet ügymenetébe épített biztonsági szabályok, tevékenységi formák együttese, amelyet az Informatikai Biztonsági Szabályzat ír le, amely az Informatikai biztonsági koncepcióhoz szorosan kapcsolódik. Az ügyviteli védelem a fizikai védelemre épül, a teljes védelem egy következő rétegét képezi. Míg a fizikai védelem a rendszerbe való engedélyezett belépési pontokat jelöli ki, addig az ügyviteli védelem a belépési pontok igénybevételének elfogadható, elvárt formáit rögzíti.

Az algoritmikus védelem azokból az eljárásokból áll, amelyek a rendszer szolgáltatásaival egyidejűleg, velük szorosan együttműködve látják el a védelmi feladatokat. A magas szintű adatvédelem algoritmikus eszközei a következők:

- adatok titkosítása, rejtjelezés,
- partner azonosítás, hitelesítés,
- digitális aláírás és időpecsét,
- eseménynapló.

Ezek az eszközök eredményesen csak számítógépes környezetben használhatók, mai fejlettségi szintjükön elvileg lehetővé teszik a papírmentes adminisztráció megvalósítását.

4. Az egészségügyi speciális védelmi követelményei

Az egészségügyi adat a személyes adatokon belül a különleges adat kategóriájába tartozik, melynek kezelését csak az érintett vagy törvény engedélyezheti. Az Európai Közösségben működő egészségügyi információs rendszerek számára az alábbi alapvető követelmények betartása ajánlott:

- A lakosságról gyűjtött egészségügyi adatoknak és információs rendszereknek az egészségügyi szolgáltatás javulását kell szolgálnia.
- A társadalomnak minden működő információs rendszerről tudnia kell, továbbá biztosítani kell, hogy képviselői útján azok működését ellenőrizhesse.
- Az információs rendszerben létezni kell olyan eljárásoknak, amelyek biztosítják az adatok valóságát, valamint lehetővé teszik az információk korrekt felhasználásának bizonyítását.
- Létezniük kell olyan garanciáknak, amelyek meggátolják, hogy egy személy egészségügyi adatainak egyéb adataival való összekapcsolása, kiértékelése automatikusan vagy nagyrészt automatikusan történjen.
- Minden érintettnek biztosítani kell a lehetőséget, hogy a rá vonatkozó adatokat megismerhesse, a hibákat kijavíthassa, függetlenül attól, hogy a feldolgozás manuális vagy automatikus.
- Bármilyen egészségügyi adatot csak egészségügyi

alkalmazott változtathat meg.

- Az adatokhoz való hozzáférést előre definiált procedúrákhoz kell kötni, amelyeket törvény szabályoz.
- Az adatok harmadik személy részére való átadását törvényes meghatalmazáshoz kell kötni.
- Az információs rendszerekben használt adatvédelmi technikáknak nem szabad rontani az egészségügyi szolgáltatások minőségén, sebességén vagy hatékonyságán; ha ez teljes mértékben nem valósítható meg, akkor optimális kompromisszumot kell találni a gazdaságosság és a biztonságosság között.
- Az egészségügyi szektorra vonatkozó speciális szabályokat nem az általános szabályok kivételként kell kezelni, hanem további garanciákat adó önálló szabályokként.

5. Papírintes adminisztráció megvalósítása az egészségügyben

Figyelembe véve a számítástechnikai, informatikai eszközök jelenlegi technikai színvonalát, talán nem könnyelműség kijelenteni, hogy az egészségügy intézményeiben elvileg lehetséges a biztonságos papírintes adminisztráció és kommunikáció megvalósítása. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy minden tevékenységhez kapcsolódó adatot kizárólag mágneslemezekre és a biztosítási kártyán tárolnak, és az adatok csak a számítógépek képernyőjén nézhetők meg. A beteg valószínűleg igényli az írásos kórházi zárójelentést, de például a betegforgalmi naplót feltehetőleg elegendő kizárólag a számítógép mágneslemezén tárolni.

Az egészségügyi eljárások papírintessé tételéhez a hagyományos, papír hordozójú iratok digitalizált, mágnesesen tárolt változatainak hitelesítő eljárásait, a kriptográfiai protokollokat kell kidolgozni. A titkosítás, a digitális aláírás, az időpecsét és a nyilvános kulcsú adatkommunikáció felhasználása az egészségügyi számítástechnikai és kommunikációs rendszereiben lehetővé teszi a majdnem teljesen papírintes adminisztráció bevezetését.

Minden egészségügyi tevékenységhez meg kell konstruálni a megfelelően biztonságos, hiteles számítógépes programmal kezelhető változatot. Például meg kell vizsgálni a háziorvos gyógyszerrendelésének, valamint a gyógyszerár gyógyszerellátási tevékenységének biztosítási kártyával való biztonságos, hatékony megoldását.

A számítógépesített rendszerek legalább olyan hatékonyságot, adatbiztonságot és hitelességet kell nyújtaniuk, mint a hagyományos papíralapú rendszerek. Sőt elvárható, hogy megfeleljen az Európai Közösség korábban említett követelményeinek is.

Természetesen meg kell teremteni a garanciát a

mágnesesen tárolt egészségügyi dokumentum igazságügyi eljárásban való bizonyíték értékű elfogadásának, hiszen enélkül aligha képzelhető el a papírintes adminisztráció.

6. Összegzés

Az adatvédelem szabályozása a magyar egészségügyben jónak mondható, mivel megadja mindazon - főként jogszabályi - kereteket, amelyek között lehetséges lenne a magas biztonságú, jó minőségű és hatékony informatikai tevékenység.

Az intézmények, szervezeti egységek azonban még mindig nem fordítanak elegendő figyelmet az informatikai biztonságra. Sok helyen nem tartják fontosnak az IBK és IBSZ elkészítését, az informatikai stratégia szerepét.

Remélhetőleg ez a helyzet hamarosan javulni fog, és a hazai egészségügy - talán éppen az informatika jótékony hatása miatt - teljes egészében meg fog felelni az európai normáknak.

Irodalom

[1] Kékes E. Kincses Gy. Várhelyi T. Egészségügyi informatika.

BudaDest: Springer Hungarica, 1993.

[2] Dietz Gné. Pao M. Adatvédelem, adatbiztonság. Budapest: NOVORG, 1995.

[3] Viszvi A. Vörös G. A számítógépes információbiztonság alapjai. Budapest: LSI Oktatóközpont, 1996.

[4] Nemetz T. Vajda I. Algoritmikus adatvédelem. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1991.

[5] Recommendation No. R(81)1 on the Regulations for automated medical data banks. Strasbourg: Committee of Ministers of the Council of Europe, 1981.

[6] Recommendation No. R(86)1 on the protection of personal data used for social security purposes. Strasbourg: Committee of Ministers of the Council of Europe, 1986.

[7] Recommendation No. R(81)20 on the Harmonisation of laws relating to the requirement of written proof and to the admissibility of reproductions of documents and recordings on computers. Strasbourg: Committee of Ministers of the Council of Europe, 1981.

[8] Study on New Technologies: A challenge to privacy protection?. Strasbourg: Council of Europe, 1986.

[9] Perrice A. Doate H. Rienhoff O. Healthcare Card Systems. Amsterdam: IOS Press, 1993.

[10] Köhler, C. Riechhoff, O. Schaaf, O. H. Health Care '95,
Amsterdam: IOS Press, 1995.

Levelezési cím:

Ködmön József
DOTE EFK
4400 Nyíregyháza, Sóstói út 2.

Központi kódolási rendszer a HIETE-n

Lőrincz Ildikó, Dr. Ladányi Pál, Dr. Surján György

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Budapest 1135 Szabolcs u.33-35

E-mail: Lori@hiete.hu

Összefoglaló

A betegellátási esetek kódolása összetett feladat aminek rendszere hazánkban még nem teljesen kidolgozott. Ugyanakkor az adatok minőségének javítása és a finanszírozási rendszernek való megfelelés együttes elvárás. A központi kódolási rendszer ennek az igénynek kíván megfelelni.

1. Problémakapcsolás

A betegellátási esetek kódolása összetett feladat, amely különböző szakterületek - orvostudomány, informatika - ismeretét, azaz többféle tudást igényel. A feladat szakember szinten sem megoldott hazánkban, holott például Amerikában külön szakmaként sajátítható el a szükséges ismeretanyag.

Emellett tény az is, hogy a kódolt adatok sehol a világon nem elég pontosak. Szakirodalomból ismert, hogy a BNO-ban kódolt adatok hibaszázaléka már az első 3 karakteren többnyire meghaladja a 10%-ot, a negyedik karaktert is figyelembe véve pedig 20-30% körül van. Jellemző hogy nagy a szakterületi szórás is pl. a szemészetben 90% fölötti, míg a kardiovaszkuláris területen 50% az adatok validitása.

Jelenleg az esetek kódolásának "szokványos" módjai a kórházakban a következők:

- Az adminisztrátor - akinek sok esetben nincs is egészségügyi végzettsége - feladata az esetek bekódolása.
- Az orvos feladata a kódolás, aki személyesen haszontalannak és értelmetlennek találja, elvonja a betegellátástól, ezért csak annyi figyelmet szentel az ügynek, amennyire nagyon kénytelen.
- Fejlettebb rendszerek esetén zárójelentés készítő software a diagnózisok meghatározására eleve csak a BNO-listát ajánlja fel és ebből választhat az orvos, a kiválasztás után ezt még kiegészítheti. Ebből következik, hogy pl. egyéb megjelölésű BNO kódot nem fog választani, mert azt neki kell pontosítania. Következésképpen ennek, hogy az orvosi alapdokumentum torzul. Jobb esetben a diagnózis választás előre kódolt házi szótárból

történik. Az elvi probléma - az orvosi tartalom beszűkülése - ekkor is fennáll.

- Az orvos kódol, majd a gazdasági igények alapján az adatokat "kiigazítják", a jobb egyezőség kedvéért netán utólag visszakorrigálva a primer dokumentációt is.

Megítélésünk szerint egyik módszer sem eredményezheti az elméletileg elvárható validitás megközelítését.

2. Az alkalmazott módszer

Mindezek alapján a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem a fekvőbetegellátási jelentések minőségének javítása érdekében 1996 júniusában Központi Kódolási Programot indított, melynek lényege, hogy a hiteles orvosi dokumentáció (elsősorban a zárójelentés, esetenként egyéb dokumentumok: kórlap, műtéti napló) alapján kódolási szakértő munkacsoport készítse el a kódolt jelentést.

A csapatmunkához szükséges tudáselemek: az orvosi tudás, az informatikai-számítástechnikai tudás és a finanszírozási rendszer ismerete.

A munkában szereplők feladatai:

- klinikus, feladata a korrekt klinikai dokumentáció elkészítése
- orvos szakértő, feladata az orvosi fogalmak és a kódrendszerek ismerete
- informatikus, feladata a kódrendszerek ismerete és alkalmazása, illetve a finanszírozási rendszer ismerete

Intézetünkben a rendszer elindításával célunk volt a fekvőbetegellátási jelentések minőségének javítása mellett az is, hogy minden ellátott eset - minden a beteggel történt beavatkozás, vizsgálat ami besorolási tényezőnek minősülhet és minden diagnózis ami a beteg ellátását befolyásolta - jelentésre kerüljön, és az esetek - a jogszabályok által megengedett határon belül - a lehető legjobb csoportba kerüljenek.

A rendszer kialakítása '96 márciusában kezdődött el. A diagnózisok és beavatkozások helyes kódjának megállapításához szükség volt egy ún. Szótár programra, mely a zárójelentésen szereplő - az orvos által írt, gyakorlatban használt - diagnózisokhoz és

beavatkozásokhoz a megfelelő - BNO ill. OENO - kódokat rendeli.

A szótár program felépítése:

1. Eldönthetem, hogy diagnózisra vagy beavatkozásra szeretnék keresni

2. Megadható, hogy mi szerint akarok keresni

Keresési kulcs: () Klinikai diagnózis

() Kód

() Magyar megnevezés

Keresett diagnózis:

3. Látható, hogy egy adott BNO kódhoz mennyi klinikai diagnózis tartozhat (például az I2090-es kódhoz 8 klinikai diagnózis is tartozik)

AP syndroma

I2090 Angina pectoris, k.m.n.

Megj.

Angina pect.

I2090 Angina pectoris, k.m.n.

Megj.

stb.

4. Egy OENO kódhoz is több klinikai diagnózist megadott beavatkozás tartozhat (például az 53522-es kódhoz 8)

Implant.valv.artef.mitralis

53522 Mechanikus műbillentyű mitralis pozícióba

Megj.

Mitralis bill. resectio + mubill. implant.

53522 Mechanikus műbillentyű mitralis pozícióba

Megj.

stb.

A program felépítése (feltöltése adatokkal) fokozatosan, klinikánként történt és az új kifejezésekkel most is folyamatosan bővül. Ezen kívül szükség volt még egy segédprogramra, ami a típusok meghatározásához nyújtott segítséget. 1997. márciusig a besoroló tábla mindenki számára ismert volt, így lehetőség volt egy olyan program megírására, amely az adott eset összes lehetséges besorolását megmutatja. Ennek segítségével került tehát meghatározásra az optimális és egyben reális típusminősítés. Jelenleg a GYÓGYINFOK Betegfelvételi programjának besoroló és törzslistázó modulját használjuk erre.

Például ha a III. Belsőgyógyászaton felkötött egy olyan beteg akit hypertoniával és angina pectorissal is kezeltek és nem történt beavatkozás, akkor kikereshető, hogy melyik milyen HBCS-be kerül - a példa szerint 134 Hypertonia 0,80595 a súlyszáma és 140B Angina pectoris, komplex non-invaszív vizsgálat nélkül súlyszáma 0,94610 - és ez alapján lehet meghatározni az ápolást indokló fődiagnózist. Egy másik jellemző példa: a szívsebészetben a

betegnél műbillentyű beültetés és coronaria bypass is történt - 105A Szívbillentyű műtétek katéterezés nélkül 8,56770 és 107A Coronaria bypass katéterezés nélkül 9,05557 - akkor a bypass műtétet kell 1-es típusú beavatkozásként megadni. A kódolás illetve a típusmegválasztás alapja minden esetben a zárójelentés, tehát az ott mellékleletként leírt betegségek pl. nem kaphatnak főbetegség megjelölést

Napi munka során a központi kódolás - a távozott betegek listája illetve időnként kódolatlan lista segítségével - a zárójelentések összegyűjtését, ezek kódolását és a meghatározott kódok rögzítését jelenti.

Központi kódolási folyamat lényege tehát a kódok szakszerű megállapítása, illetve a szabályok figyelembe vételével a típus minősítések közül a legmegfelelőbb kiválasztása.

3. Eredmények

Az intézet 9 klinikája közül 5 klinika kódolását végeztük. A fennmaradó klinikák a kapacitás hiánya miatt, illetve azért nem kerültek a rendszerbe mert az esetek nagy hányada igen közel áll egymáshoz, például a szemészet, ahol emiatt nem lehetne várni különösebb javulást.

A klinikákon a rendszer elindítása előtt vakpróbát végeztünk, azaz egy hónapig a klinika és mi is bekódoltuk az eseteket. A legnagyobb eltérést az intenzíven és a szívsebészetben tapasztaltuk, ahol megközelítően másfélszeres volt a case-mix index változás. Ugyanakkor az urológián nem volt számottevő case-mix eltérés, de a rendszertől itt is az adatminőség javulása várható.

A módszer előnye lehet még, hogy kimutathatja a kódrendszer hiányosságait. A Szótár programban szerepel egy megjegyzés mező mely szabadon feltölthető. Jelenleg 1033 rekordot tartalmaz a beavatkozás állomány - azaz ennyi különböző klinikai megnevezésű beavatkozás szerepel - és ezek mellett 102 esetben van kitöltve a megjegyzés rész ami közül 20 vonatkozik az érvényben lévő adatbázis hiányosságaira.

4. Diskusszió

A folyamatos kontroll megvalósítása azonban nehézségekbe ütközik. Mivel a BNO kódolásnak nincs igazi standardja, a minőség pontosan nem mérhető. Ezen kívül sokszor problémát jelent a zárójelentések pongyolása. Ez alatt azt értem, hogy nem szerepel minden - nem csak számunkra fontos - információ a zárójelentésben. Néha a zárójelentések begyűjtése sem egyszerű feladat.

Mind ezek mellett elmondható, hogy a Központi Kódolási Program a rendszerbe bevont klinikákon a minőség javulása mellett többnyire a kódolt teljesítmény emeléséhez vezetett.

Internetes technológiák használata kórházi információs rendszerekben

Farkas Zoltán

Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek tanszék
farkas@aimos.vein.hu

Abstract

A Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek tanszékén folyó kutatásaink során azt vizsgáljuk, hogyan használhatóak az elmúlt néhány évben kifejlesztett különféle Internetes, vagy Internethez kapcsolódó technológiák kórházi információs rendszerekben. A kutatás két fő iránya a legújabb generációs objektum – orientált adatbáziskezelő rendszerek használhatóságának, valamint az Internetes böngészőprogramok, mint kliensoldali felhasználói interfész programok alkalmazhatóságának vizsgálata. A megvalósított rendszernek a telekonzíliumok szervezését is támogatnia kell.

1. Bevezetés

Az információs technológiák fejlődésével párhuzamosan egyre erőteljesebben jelentkezett/jelentkezik az az igény, hogy a kórházakban a diagnosztika, terápia, stb. során keletkezett rengeteg információ – tulajdonképpen a betegkartonoktól a zárójelentésekig minden – elektronikus formában legyen tárolható, és az orvosok számára bármikor könnyen és gyorsan elérhető.

E feladat megoldására számos kórházi információs rendszer született már, melyek a kitűzött feladatot jól – rosszul megoldották, mindegyiknek megvoltak azonban a hátrányai és korlátai. A Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek tanszékén folyó kutatásaink tárgya egy olyan új kórházi információs rendszer modelkjének létrehozása, melynek mind kliens-, mind pedig szerveroldala a legmodernebb technológiákon alapszik, mely technológiák a hagyományos kórházi információs rendszerek hibáinak kiküszöbölését ígérik.

2. A megoldandó problémák

Az információs rendszer legfontosabb eleme, a központi adatbázis elkészítésének legnagyobb problémája a feldolgozandó információ sokfélesége – szöveg, képek, mozgóképek, esetlegesen audio állományok – volt. A ma elterjedt kórházi információs rendszerek legtöbbször a magja valamilyen relációs adatbázis, ezeket azonban alapvetően ötféle adat – karakterek, egész számok, lebegőpontos számok, dátumok és

árfolyamok- tárolására optimalizálták [1.]

A modern kórházi információs rendszerben keletkező (és mozgó) adatoknak viszont mennyiségileg csak kisebb része ilyen „hagyományos” formátumú. Ez a probléma persze nem újkeletű; már régebben is történtek kísérletek a relációs adatbázisok objektum – orientált rendszerekkel történő helyettesítésére, azonban az objektum – orientált technológiák kiforratlansága és a rendelkezésre álló hardver eszközök teljesítményének elégtelenség miatt ezek a kísérletek nem bizonyultak hosszútávon sikeresnek. [1.], [17.].

A páciensadatok tárolásán és lekérdezésén túl egy modern kórházi információs rendszernek lehetőséget kell biztosítania ún. telekonzíliumok megvalósítására is. Ilyen konzíliumokon a résztvevő orvosoknak célszerű látniuk, hallaniuk egymást (videokonferencia), ezenkívül bizonyos információkat (pl. röntgenképek) egymással megosztaniuk. Ezt az igényt az eddigi kórházi információs rendszerek egyáltalán nem, vagy teljesen önállóan megvalósítandó feladatként kezelték, ami a fejlesztési, implementálási költségek jelentős emelkedésével járt együtt, az elért eredmények pedig egyáltalán nem voltak kielégítőek.

Ami a kliensoldalt illeti, a gyakran túlbonyolított felhasználói interfészek kezelése okoz(ott) gondot a felhasználóknak. Ráadásul, mivel ezek a rendszerek egyedi fejlesztésűek, mind a beszerzésük, mind a karbantartásuk, mind pedig a különböző rendszerek egymáshoz illesztése rendkívül költségigényes, főleg a magyar egészségügy lehetőségeit figyelembe véve.

3. A felhasználható adatbáziskezelő rendszerek

A robbanásszerűen fejlődő Internetes technológiák mindezen problémákra megoldást kínálnak. A hagyományos relációs adatbáziskezelők mellett új adatbázis – rendszerek jelentek meg, melyek kimondottan multimédiás adatok tárolására, kezelésére szolgálnak. Ezek az új rendszerek három fő csoportba sorolhatóak [1.], [2.]:

- Relációs adatbázisok kiegészítő modulokkal
Ezek hagyományos relációs adatbázisok, kiegészítve

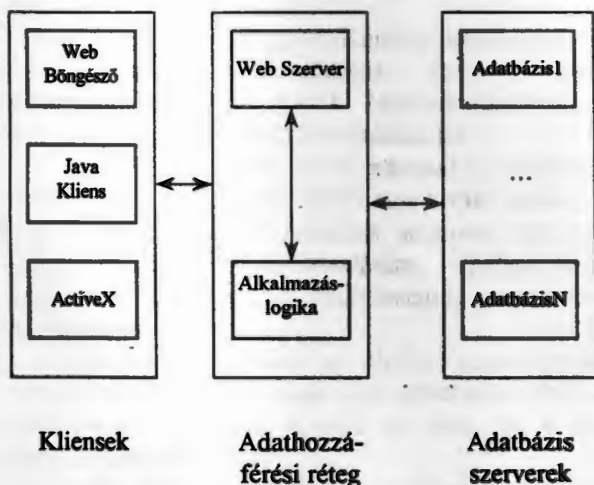
olyan modulokkal (ún. „plug-in” -ekkel), melyek komplex adattípusokat képesek kezelni. E rendszerekben a lekérdezések SQL nyelven történnek.

- **Objektum - relációs adatbázisok**
Amellett, hogy komplex adattípusokat kezelnek, ezek a rendszerek támogatják az objektum - orientált modell fő jellemzőit (öröklés, polimorfizmus, overloading) is. Ezek a rendszerek is elérhetőek SQL nyelv segítségével.
- **Objektum - orientált adatbázisok**
Ezek valódi objektum - orientált struktúrával rendelkeznek. Az egyes adattípusokat különböző osztályok (class) valósítják meg, ezek fejlesztése általában C++ vagy Java nyelven történik ugyanúgy, mint az alkalmazáslogikáé.

Megvizsgálva az egyes csoportokba tartozó piacvezető termékeket [3.]-[8.] teljesítmény szempontjából, úgy találtuk, hogy kórházi információs rendszerek szempontjából a legkedvezőbb mutatói az objektum - orientált adatbázisrendszereknek vannak. Egy ilyen rendszerre, mint központi adatbázisra építve készítettük el a mevalósításra kerülő információs rendszer modelljét.

4. Architektúra

A modell a rendszer strukturális felépítésére háromrétegű architektúrát javasol (1. ábra). Ezen architektúrában a szokásos kliens - szerver modell (mely modell általában jellemző a jelenleg használt kórházi információs rendszerekre) kiegészül egy közbenső harmadik réteggel is, mely egyrészt a klienseket közvetlenül kiszolgáló alkalmazásokat (pl. web-szerver), másrészt pedig az alkalmazáslogikát, vagyis az adatbázis - lekérdezések összeállításához szükséges szoftverelemeket tartalmazza.



1. ábra: Háromrétegű rendszerarchitektúra

Ez a háromrétegű architektúra a hagyományos kliens - szerver rendszerekhez képest jelentős hozzáférési sebesség - növekedést eredményez, mivel annak a közbenső rétegnek nem szükségszerűen kell ugyanazon a számítógépen elhelyezkednie, mint magának az adatbázisnak. Másrészt egy ilyen alkalmazáslogika (mely egy dedikált szervergépen kerül telepítésre) egyszerre több adatbázisforráshoz is nyújthat hozzáférést, így módon tovább növelve a modularitást (különböző adattípusok külön adatbázisokban tárolhatóak) és - részben ebből következően - a hozzáférési sebességet. Nagy adatmennyiséget kezelő adatbázisok esetén (márpedig a kórházi rendszerek ilyenek) a rendszer szűk keresztmetszete általában az, hogy a hatalmas, gyakran módosuló tartalmú adatbázisokban lassú a keresés, még modern, nagy teljesítményű (következésképpen megegyező) hardver eszközök beépítése esetén is. Egy elosztott adatbázisrendszer ezt a szűk keresztmetszetet feloldhatja, ráadásul az egyes adatbázis - szerverek ára sem elviselhetetlenül magas.

5. Adatbázis - elérés Web szerveren keresztül

Az adatbázis - elérés könnyen telepíthető és kevés karbantartást igénylő Web - szervereken keresztül történik. Ezeknek a szervereknek számos olyan tulajdonságuk van, mely különösen alkalmassá teszi őket kórházi információs rendszerben való felhasználásra. Desktop PC hardvert feltételezve stabil működés mellett nagymennyiségű, akár napi többszáz ezer lekérdezés (hit) kiszolgálására is alkalmasak, ámik rendkívül kedvező (vagy éppenséggel ingyenesek), ezenkívül dinamikusan skálázhatóak - a kapacitásbővítés egy újabb, azonos kategóriájú számítógép beállításával könnyen és gyorsan elvégezhető. A megvalósítás szempontjából szóba jöhető Web-szerverek közül a mély piacvezető termékét vizsgáltuk/vizsgáljuk meg [9.]-[12.]

6. Kliens interfész

Kliensoldalon az adathozzáférés- illetve feltöltés megvalósítható a hagyományos Internetes böngészőprogramokkal, (pl. Netscape Navigator, Internet Explorer) melyek használata ingyenes, mindenki számára könnyen elsajátítható és egyszerű, ráadásul e böngészőprogramok nem feltétlenül igényelnek csúcsmínőségű hardvert, ami - ismerve a magyar kórházak informatikai felszereltségének színvonalát - szintén nem utolsó szempont. Mivel ezek a böngészőprogramok az Internet használatának leggyakoribb eszközei, folyamatos fejlesztésük (hasonlóképpen a Web - szerverekéhez) garantált, s ingyenességük hosszú távon is biztosítottnak látszik.

Ami a telekonziliók kérdését illeti, az Internetes technológiák használata erre a feladatra is megoldást kínál, ráadásul azonos eszközök (Web szerver, böngészőprogramok) használatával, így a felhasználóknak nem kell két külön rendszer kezelését elsajátítaniuk. Tulajdonképpen ha az adateléréshez Web szervereket és kliensoldalon böngészőprogramokat használunk, a telekonzilió lehetősége már eleve adott, itt nem is a szoftver-, hanem a hardvereszközök (kamerák, mikrofonok, hangkártyák, kábelek sávszélessége, stb.) jelentik a szűk keresztmetszetet.

7. Biztonság

Az Internetes technológiák kiforrottságának nagy hasznát vehetjük a hozzáférési jogosultságok szabályozásánál is [15.], [16.]. Illetéktelen felhasználók kiküszöbölésére az Internet a maga százmillió felhasználójával a legjobb tesztlaboratórium – a kipróbált és bevált biztonsági rendszerek könnyen átültethetőek egy Intranet, esetünkben egy kórházi információs rendszer felépítésébe is. Megvalósítás szempontjából a Secure Electronic Transactions (SET), illetve a Secure Socket Layer (SSL) technológiákat tanulmányozzunk [13.], [14.]. E téren a kutatásaink még kezdeti fázisban vannak, a legfontosabb kérdés az, hogy ezek a rendelkezésre álló biztonsági rendszerek mennyiben felelnek meg a kórházi információs rendszerek vonatkozó nemzetközi szabványainak.

8. A további lépés irányai

A kutatás következő lépése egy kísérleti rendszer létrehozása lesz, melyen egy komplett kórházi információs rendszer működését szimuláljuk majd. Miután a rendszer teljesítményparamétereit rendelkezésünkre állnak, a kórházi környezetben való gyakorlati megvalósításhoz e területen járatos szoftvercégek bevonását tervezzük.

Referenciák

- [1.] Tim Ash: Mission – Critical Web Databases, *Unix Review*, April, 1998. pp. 39-48.
- [2.] 1998. Unix Buyers' Guide, *Performance Computing*, June, 1998. pp. 9-14.

A kutatások során megvizsgált témákuk elérhetősége:

- [3.] DataBlatt, www.informix.com
- [4.] Cantrixges, www.oracle.com
- [5.] Extenders, www.ibm.com
- [6.] Dynamic Server, www.informix.com
- [7.] DB2, www.ibm.com
- [8.] ObjectStore, www.objectsign.com

- [9.] Internet Information Server www.microsoft.com
- [10.] Domino Server, www.ibm.com
- [11.] Netscape Enterprise Server, www.netscape.com
- [12.] Apache Server, www.apache.org
- [13.] Secure Electronic Transactions, www.visa.com
- [14.] Secure Socket Layer, www.microsoft.com

- [15.] Ford, W. and Baum, M.S. Secure Electronic Commerce, *Prentice Hall PTR*, 1997.
- [16.] Hart, P. and Saunders, C. Power and Trust; critical factors in the adoption and use of electronic data interchange, *Organization Science*, Vol. 8 No. 1, January – February, 1997.
- [17.] Hart, P.J. and Rice, R.E. Using information from external databases: contextual relationships of use, access method, task, database type, organizational differences and outcomes, *Information Processing and Management*, Vol. 27. 1991. pp. 461-79.

Levelezési cím:

Farkas Zoltán

Veszprémi Egyetem

Információs Rendszerek tanszék

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Egy telemedicinális alkalmazás: EKG bázisú kardiológia

dr. Khoór Sándor, Nieberl József

Szent István Kórház, *BION Kft. Budapest
khoors@bion.hu, nieberlj@bion.hu

Összefoglalás:

A szerzők ismertetik az EKG-n alapuló kardiológia telemedicinális lehetőségeit saját rendszerük funkcionális anatómiája alapján. A két ellátási helyről származó - konzultációs szinten típusosan komplex - digitális EKG felvételek központi elemzése hasznos információt szolgáltatott a felhasználóknak. A 47 telekonzultációs-monиторizálási eljárást az általunk kifejlesztett BSP-ECG többfunkciós, konvencionális 12-elvezetéses EKG egységgel végeztük. Készülékünk előnyei a kereskedelmi piacon levő PC-alapú készülékkel szemben a korszerű DSP alkalmazásával igen jelentősen megnövekedett jelfélbontás, a nagy kapacitású memória az ambuláns-elektrokardiográfia (Holter) regisztrálási követelményének megfelelően és a vizuális elemzést, a manuális értékelést jelentősen segítő csatornaválasztási, nagyítási, stb. opciók kidolgozása. Jelen munkánk eredményeiből szisztematikus analízis nem szolgáltatható, célunk a rendszer egyes kulcselemeinek bemutatása.

I. Standard elektrokardiográfia, telekonzultáció, információ-robbanás.

1. Az EKG mind a mai napig az egyik legelterjedtebb vizsgálati módszer - s nemcsak a kardiológiai gyakorlatban. Mintegy száz év alatt e standardizált eljárás kiemelt jelentőséget kapott, melyek közül a legfontosabbak:

- a. a ritmuszavarok diagnosztikájában pótolhatatlan,
- b. egyes EKG morfológiai eltérések szervi szívbetegség gyanúját keltik (szívizom-iszkémia, -infarktus, kamrai (pitvari)-hipertrofiák, stb.),
- c. az EKG-hullámok kóros eltérésekre utalhatnak (ionháztartási zavar, gyógyszerek nem kívánt hatása),
- d. a sorozat-EKG elemzéséből adatokat kaphatunk egyes betegségek súlyosbodására, epidemiológiai vizsgálatok alapján a koszorúsér-betegség prognózisára következtethetünk,
- e. információs tartalma az életkor növekedéséhez társuló multimorbiditás miatt egyre növekszik, ebben az értelemben is nemcsak a múlt és jelen, de a jövő diagnosztikus eszköze is.

2. A fent jelzett széleskörű diagnosztikus indikációhoz azonban komoly korlát társul, ez pedig az EKG értékelés kompetenciájának kérdése. A kardiológusok

kivételével - átmenetileg tekintünk el ezen belül az egyes szakértők diagnosztikai készségtől - a többi orvos nem kompetens (vagy csak komoly korlátokkal) a szofisztikus értékelésre. Az automatikus értékelési programmal ellátott EKG készülékek - kicsit sarkítva fogalmazva - inkább több bonyodalmat okoztak, mint megoldást. A ROC-görbék elemzésénél erre részletesebben is visszatérünk, de jelezzük, hogy sehol a világon, semmilyen automatikus értékelést nem fogadnak el szakorvosi megerősítés (konfirmáció) nélkül, s ettől eltekinteni csak komoly jogi konzekvenciák negligenciájával lehet. Ebből következően elvileg minden EKG-készülék mellett ott kellene állnia a kardiológusnak - ha nem is a virtuális valóságban, de telemedicinálisan mindenképpen.

3. A szakiatadalmi adatok exponenciális növekedését - különösen a gyógyszeres terápia, EKG-val detektálható, expanzióját - nem tudja követni a nem-kardiológus orvosok tömege, a kardiológusok pedig csak nagy nehezem. Gyakorlati tapasztalataink szerint kb. féleves "tudás-frissítés" elengedhetetlenül szükséges. E periodicitással épülhetnek be a nagy kardiológus kongresszusok publikációi, ill. a "mega-study"-k friss információi az adott rendszerbe. Az evidencián-alapuló kardiológia egy újabb kihívást jelent: a kardiológiai tudás egyes megváltozhatatlannak tűnő elemei gyors és drámai változásokon esnek át.

II. Az EKG-n alapuló telekardiológia iioológiai elemei az egészségügyi ellátóhely (eüeh.), a betegpopuláció és az időfaktor figyelembevételével.

Az alábbiakban egyes betegcsoportok szerint elmezzük a telemedicinális lehetőségeket és feladatokat. Az eüeh. vonatkozásában mind vertikálisan (alapellátás, járóbeteg szakellátás, fekvőbeteg osztály), mind horizontálisan (pl. fekvőbeteg osztályok: kardiológia, nem-kardiológiai osztályok (pl. stroke-os betegek ellátó ideggyógyászati osztályok), műtétes osztályok (perioperatív kardiológiai teendők), krónikus osztályok (geriátriai, multimorbid populáció !), vagy a járóbeteg szakellátás kardiológiai és nem-kardiológiai szervezetei) más-más jellegűek lehetnek a teendők. Kísérleti jelleggel két helyen működtettük rendszerünket: a Szent István Kórház III. sz. Krónikus Belgyógyászati osztályán és a budapesti, pestlőrinci csoportpraxis

kardiológiai részlegében, s emiatt az ilyen egységek problematikája kerül munkánkban előtérbe. A tapasztalati gyakoriságok alapján részletezzük az EKG-val releváns egyes betegcsoportokat (a zárójelben szereplő indexek (pl. II/1b) rendszerünk tesztelése során jelentkező esetek azonosításához adnak segítséget).

II/1. Angina pectoris (AP) (stabil és instabil formái), fenyegető miokardiális infarktus (AMI):
Minden eüeh. esetben kiemelt jelentőségű e betegcsoport az időfaktor is elsőrendű fontosságú. A legnagyobb problémát az jelenti, hogy sorozat-EKG-k, labor diagnosztikai háttér nélkül az AMI diagnózisa (II/1a) immanens módon csak a lehetséges kategóriába esik, de a teendők "biztosak" (azaz kórházba utaljuk a beteget, vagy nem). A trombolitikus kezelés mielőbbi elkezdése (külföldön prehospitalisan is) fontos elvárás. A postinfarctusos anginával (II/4b) kapcsolatos teendők is bonyolultak. Az angina pectoris első megjelenési formája (II/4c) sokszor igényli a kardiológusi supervíziót.

II/2. Supraventrikuláris ritmuszavarok:
Az EKG-val detektálható szupraventrikuláris ritmuszavarok közül a pitvarfibrilláció (PF) a legfontosabb, mind gyakorisága, mind a teendők komplexitása miatt. Fontos problémát jelent az akut ellátás (II/2a), ill. a kardioverzió (II/2b), a stroke-profilaxis (II/2c) megvalósítása, ill. a gyógyszeres terápia hatékonyságának (II/2d) megítélése. Más kezelést igényel az Ashmann jelenség (II/2e), mint a kamrai extrasystole. A pitvari flutter egyes formáinak felismerése (II/2f) nehézséget jelenthet.

II/3. Kamrai ritmuszavarok:
A standard EKG elemzése során igen gyakran találkozunk a benignus formákkal (II/3a) (azaz a kamrai non-sustained tachycardiáknál egyhébb formákkal). A problémát a terápia (II/3b) jelentheti, hiszen az antiaritmias gyógyszerek alkalmazása komoly mellékhatással járhat (proaritmia), mely a CAST vizsgálat eredményeivel korábban sokkolta a kardiológusokat.

II/4. QRS-morfológiai eltérések differenciáldiagnosztikája:

A mindennapi gyakorlatban sok nehézséget okoz, hogy a merev, 120 msec-os "szabály" ezen értékhez közeliéknél homlokegyenest eltérő konzekvenciákkal járhat. Szárblokkok esetén az AMI diagnózisa is problémát jelenthet akár a Q-hullámot (II/4a), akár az ST-T-szakaszt (II/4b) vizsgáljuk. Rövidebb PQ esetén (itt kétszeresen - PQ- és QRS-intervallum - is él a 120 msec-os szabály) a WPW szindróma (II/4c) diagnózisa sem mindig egyszerű.

II/5. ST-, T-hullám eltérések jelentősége:
A bal kamra hipertrofia, a szárblokkok és az angina pectorissal kapcsolatos differenciáldiagnosztikai nehézségek - kiegészülve a digitális-hatással - meglehetősen gyakoriak (II/5a). A preexcitációs szindrómákhoz társuló ST-depresszió sokszor hamis interpretációhoz vezet (II/5b).

II/6. Bradikardiák:

Maga a bradikardia ténye, a sürgősségi ellátás (hospitalizáció, PM implantáció) megítélése igényelheti a kardiológus véleményét (II/6a). Esetenként a bradikardiát okozó eltérés felismeretlen marad (blockolt extrasystolia (II/6b), II fokú AV block (II/6b), pitvari flutter (II/6c)

II/7. Egyéb EKG képek:

A QT-intervallum megnyúlása (akár veleszületett, akár szerzett, pl. gyógyszer okozta formája) gyakran detektálatlan marad, melynek csak egyik oka a QTc számításának nehézsége (II/7a). Új és hasznos paraméter a QT-diszperzió kiszámítása (II/7b), de erről kevesen tudnak. A pericarditis típusos és atipikus EKG jelei (II/7c) gyakran elkerülnek a figyelmet.

III. A központi tudás- és adatbázis ismertetése

1. az adat-archiválás és -visszakeresés informatikai megvalósításáról e kardiológiai jellegű előadásban részletesen nem térnénk ki, de integráns része a rendszerünknek. Adott beteg korábbi EKG felvételeinek tetszőleges összehasonlítása lehetséges. Ennek különösen az ad jelentőséget, hogy nemcsak az egymást követő két felvétel elemzése fontos, hanem több regisztrátum adott paramétereinek trendszerű összehasonlítása is alapvető jelentőségű. Itt is számottevően növeli a flexibilitást, hogy a mindenkori szakmai igényeknek megfelelően módosíthatjuk a trend-analízis objektumát: a korábban is használatos R-R, QT, Qtc stb. trendek mellett pl. a QT-diszperziós változás folyamatát is regisztrálhatjuk.

2. A kommunikáció a távoleső regisztrálási hely és a kardiológus között az alábbiak szerint történik. A szokványos esetben az elkészített regisztrátumunk az Internet-en keresztül érkezik a "tele-kardiológushoz". Az off-line értékelés során a görbékhez rendeljük a szöveges megjegyzéseket, javaslatokat és kérdéseket, melyeket visszaküldünk a feladóhoz. Itt megtörténik a válasz, ill. szükség szerint további kérdések formálódna. Jogi szempontból is lényeges, hogy a konzultáció minden fázisában az időt és az eseményt (itt magyarázat, kérdés, válasz) hozzárendeljük az EKG felvételhez, mert így a kardiológusi konfirmációt utóbb elvileg sem lehet visszavonni. Kidolgoztuk azt a Sűgő rendszert is, melyben monográfikusan tájékozódhat a felhasználó az EKG-val kapcsolatban felmerült kérdéssről. Ebben találhatóak a magyarázó illusztrációk is. Az irodalomjegyzékben szereplő hivatkozások mind a konkrét gyakorlatban előforduló esetek elemzését szolgálták. Fontos megjegyezni, hogy a "központi-sűgő" mindig felfrissített információkkal rendelkezik, a Help keretrendszer hypertext felépítése a gyors és a lehetőség szerinti teljes információ összegyűjtését teszi lehetővé. Rendszerünk másik részében többszáz, speciális EKG között tallózhat az orvos, s a fentebb leírt konzultációs

formában mélyebb elemzést is kaphat az adott regisztrátumról.

IV. Interakciók a központ és a periféria között

A II. pontban leírt betegségesoportok szerint részleteznék a konzultációk legfontosabb tartalmi elemeit, az egyszerűség kedvéért figyelmeztetéseként, javaslatként aposztrofálva:

1. Angina pectoris (AP) (stabil és instabil formái), fenyegető miokardiális infarktus (AMI):

Figyelmeztetések, javaslatok:

- a mellkasi fájdalom fennállásának ideje, a gyógyszerek ex-juvantibus hatása, a szív és érrendszeri rizikó súlyosság retrospektív megítélése (ld. Bayes feltételes valószínűségi tétele),
- ismételje meg az EKG-t (csak a sorozat-EKG elfogadható ebben a betegségesoportban),
- széles QRS-sel járó formák differenciáldiagnosztikája (száblock, WPW),
- van-e bal kamra hypertrophiára utaló anamnesztikus jegy,
- aszpektikus ST-T eltérések miatt non-Q infarctus lehetőségének tisztázása,
- pathológiás Q-hullámmal járó egyéb betegségek (nem-AMI).

2. Supraventrikuláris ritmuszavarok:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- a PF első ellátásában nem a sinus ritmus helyreállítása a legfontosabb,
- régebb óta fennálló PF-nél a stroke veszély fokozottabb, 2 hetes antikoagulálás szükséges előtte,
- semelyik antiaritmias szernél nem nagyobb a tartós eredményesség 50 %-nál,
- csökkent szisztolés funkció esetén amiodaron-nal próbálkozzunk,
- pitvari flutter esetén sokszor csak az inferior végtagi elvezetésekben látszik eltérés,
- a kamrai jellegű ES morfológiai nem jelent feltétlenül extraszisztolét, így az Ashmann jelenség esetén ezt nem külön ritmuszavarként kell kezelni.

3. Kamrai ritmuszavarok:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- az echo-jelenség nem jelent feltétlen komoly, speciális kezelést igénylő ritmuszavart,
- a non-sustained tachikardiánál enyhébb esetekben a Vaughan Williams I, III osztályos gyógyszereket (különösen az előbbieket) kerüljük,
- rendszeresen ellenőrizzük a QRS-, QT-időtartamot.

4. QRS-morfológiai eltérések differenciáldiagnosztikája:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- a PQ-, ill. a QRS-időtartam ismételt vizsgálata,
- keressük a 12 elvezetés közül az e tekintetben reprezentánsakat.

5. ST-, T-hullám eltérések jelentősége:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- nem változó ST-, T-eltérések esetén elsősorban a bal kamra hipertrofia keresendő,
- a coronarioscrosis diagnózisa nem alapulhat még a pozitív, nem változó EKG jeleken sem,
- primer vagy szekunder eltérésnek minősítjük-e a jelenséget.

6. Bradikardiák:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- feltételezhető-e (periodikusan) blokkolt supra-ventrikuláris extrasystole,
- a "legjobb"-P-hullám (ti. a legtipikusabb, jellemzőiben a mediánra extrapolált) keresése a 12 elvezetésben (ugyanaz az F- és f-hullámmal).

7. Egyéb EKG képek:

Figyelmeztetések, javaslatok:

- QT, Qtc időtartam számítás, ill. a periódushatárok pontos detektálásának ellenőrzése,
- QT-diszperzió meghatározása, ennek prognosztikai jelentősége,
- szertett QT-megnyúlások okainak kiderítése.

V. Fax-EKG és/vagy "tele-EKG"

Az EKG központba juttatására két eszközt alkalmaztunk. Az egyik, a nem digitális EKG felvétel (kép) faxon keresztüli eljuttatása (az értéklődők számára a telefon: 1-2801373). A másik lehetőség az általunk kifejlesztett digitális EKG készülék használata. Ez utóbbi, a BSP-ECG többfunkciós, konvencionális 12-elvezetéses EKG egység. Készülékünk előnyei a kereskedelmi forgalomban levő PC-alapú készülékekkel szemben:

- kimagasló mintavételezési jellemzők a korszerű DSP alkalmazásával,
- nagy kapacitású memória az ambuláns-elektrokardiográfia (Holter) regisztrálási követelményének megfelelően,
- a vizuális elemzést, a manuális értékelést jelentősen segítő csatmaválasztási, nagyítási, stb. opciók.

A fax-EKG-val szemben számos előnye van:

- jobb minőségű a felvétel,
- az értékelést segíti a fent jelzett postprocesszualis (pl. nagyítás) operáció,
- kvázi-on-line monitorizálásra ad lehetőséget,
- az adatarchiválás korszerű, nem képaarchiválási jellegű, így összehasonlítható mérésekre alkalmas.

VI. A tesz-fázis eredményei

A rendszer tesztelésének 4 hónapja alatt az említett két perifériás egységtől (csoportpraxis kardiológiai rendelése és a krónikus belgyógyászati osztály ügyeleti ideje) 47, nem "szimulációs" telekommunikációt kezdeményeztek. A II. és IV. pontban foglaltak szerint zajlott tartalmilag a konzultáció. Statisztikai értelemben az adatok további elemzésre nem alkalmasak, de

megkezdett munkánk alapján szeretnénk az egészségügyi ellátási vertikum teljességére kiterjeszteni modellünket.

VII. Irodalom

APSYS Study. Rehnqvist, N., Hjemdahl, P., Billing, E., et al.: Effects of metoprolol vs verapamil in patients with stable angina pectoris. The Angina Prognosis Study in Stockholm (APSYS) *Eur Heart J* 17:76, 1996.

Brignole, M., Menozzi, C., Gaggiolo, G., et al.: Effects of long-term vasodilator therapy in patients with carotid sinus hypersensitivity. *Am Heart J* 136:264-268, 1998.

Casale, PN., Devereux, RB., Alonso, DR., et al.: Improved sex-specific criteria for left ventricular hypertrophy for clinical and computer interpretation of electrocardiograms: validation with autopsy findings. *Circulation* 75:565, 1987.

Campbell, R.W.F.: Supraventricular tachycardia: occasional nuisance or frequent threat? *Eur Heart J*, 17:21-25, 1996.

Fresco, C., Proclemer, A.: Management of recent onset atrial fibrillation. *Eur Heart J* 17 (Suppl C):41-47, 1996.

Giardina, E-G., V.: Atrial fibrillation and stroke: elucidating a newly discovered risk factor. *Am J Cardiol* 80(4C): 111D-118D, 1997.

Gomes, J.A., Mehta, D., Ip, J., et al.: Predictors of long-term survival in patients with malignant ventricular arrhythmias (MVAAs). *Am J Cardiol* 79:1054-1060, 1997.

Kennedy, H.L.: Beta-blockade, ventricular arrhythmias (VAs), and sudden cardiac death (SCD). *Am J Cardiol* 80:(9B) 29J-34J, 1997.

Laham, C.L., Hammill, S.C., Gibbons R.I.: New criteria for the diagnosis of healed inferior wall myocardial infarction in patients with left bundle branch block. *Am. J Cardiol.* 79:19-22, 1997.

Lee, S., Chen, S., Tai, C., et al.: Comparisons of oral propafenone and sotalol as an initial treatment in patients with symptomatic paroxysmal atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 79:905-908, 1997.

McLaughlin, NB., Campbell, RWF., Murray, A.: Comparison of automatic QT measurement techniques in the normal 12-lead electrocardiogram. *Br Heart J* 74:84, 1995.

Melvin, D., Shah, BR., Maynard, C., et al.: Left ventricular hypertrophy impairs detection of myocardial infarction in patients with non-ischemic cardiomyopathy. *NI C Med J* 58:134, 1997.

Opie, L.H.: Review of trials in the treatment of coronary artery disease: theoretical expectations versus lack of practical success - how can we explain the differences? *Am J Cardiol* 82:155H-20H, 1998.

Phoon, CKL.: Mathematic validation of a shorthand rule for calculating QTc. *Am J Cardiol* 82:400-402, 1998.

Prystowsky EN, Benson DW, Fuster, V. et al. Management of patients with atrial fibrillation (AHA Medical/Scientific Statement) *Circulation* 93:1262-1277, 1996.

Rawles, J., Sinclair, C., Jennings, K.: Audit of prehospital thrombolysis by general practitioners in peripheral practices in Grampian. *Heart* 80:231-234, 1998.

Reiffel, J.A., Hahn, E., Hartz, V., eiter M.J.: Sotalol for ventricular tachyarrhythmias: beta-blocking and Class III contributions, and relative efficacy versus Class I drugs after prior drug failure. *Am J Cardiol* 79:1048-1053, 1997.

Sgarbossa, EB., Pinski, SL., Topol, EJ., et al.: Acute myocardial infarction and complete bundle branch block at hospital admission: clinical characteristics and outcome in the thrombolytic era. *J Am Coll Cardiol* 31:105, 1998.

Savonitto, S., Ardissino, D., Ottani, F., et al.: Prognostic value of the admission electrocardiogram in acute coronary syndromes (ACS). Results from the GUSTO-IIb trial. *Eur Heart J*. 18: (Abstr. Suppl.) p. 124 (812) 1997.

Sim, I., McDonald, K.M., Lavori, P.W., et al.: Quantitative overview of randomized trials of amiodarone to prevent sudden cardiac death (SCD) (Meta-Analysis). *Circulation* 96:2823-29, 1997.

Singh BN : The coming of age of the class III antiarrhythmic principle : retrospective and future trends. *Am J Cardiol* Vol. 78 (4A) pp. 17-27, 1996.

Wanless, R.S., Anderson, K., Joy, M., Joseph, S.P.: Multicenter comparative study of the efficacy and safety of sotalol in the prophylactic treatment of patients with paroxysmal supraventricular tachyarrhythmias. *Am Heart J* 133:441-446, 1997.

Wang K, Asinger R, Hodges M.: Electrocardiograms of Wolf-Parkinson-White syndrome simulating other conditions. *Am Heart J* 132:152-155, 1996.

Wellens, H., J., I.: The value of the ECG in the diagnosis of supraventricular tachycardias. *Eur Heart J* Vol. 17, Suppl C 10-20, 1996.

Weston, CFM., Penny, WJ., Julian, DG, on behalf of the British Heart Foundation Working Group: Guidelines for the early management of patients with myocardial infarction. *BMJ* 308:767, 1994.

EPIDEMIOLOGIA

Stroke epidemiológiai vizsgálatok Magyarországon Eredmények és módszertani nehézségek

Nagy Zoltán, Óvári Csaba, Vokó Zoltán, Radnóti László

A stroke a harmadik leggyakoribb halál oka a világ iparilag fejlett országaiban és leggyakoribb oka a felmért korban kialakuló maradandó fogyatékos állapotoknak. Népegészségügyi, epidemiológiai jelentősége ellenére a betegség valós gyakoriságával, a stroke szempontjából veszélyeztetett populációval, a poststroke állapotokkal kapcsolatban ezidáig hazánkban nem álltak rendelkezésre megbízható adatok.

Az Agyrégtani Országos Központjában kialakított információs rendszer az itt működő epidemiológiai munkacsoport feladataihoz illesztve az alábbi vizsgálatokat támogatja:

1. Kórházi alapú országos epidemiológiai vizsgálat 11 regionális centrum közreműködésével (jelenleg több mint 8000 eset)
2. Kórházi alapú költség-haszon elemzés (cost-benefit analysis) az EU BIOMED II. program keretében, (jelenleg 200 eset)
3. Családorvosi stroke preventios vizsgálat a fokozott stroke-rizikónak kitett populáció szűrésére (350 eset)
4. Rekonstrukciós érműtéten átesett betegek adatainak elemzése, feldolgozása (750 eset)

Az orvosszakmai szempontok alapján kialakított feladatleírás egymástól eltérő célkitűzéseinek harmonizálására a KFKI ISYS Kft. SAS alapú epidemiológiai, adatbáziskezelő software-t fejlesztett, amelyet kialakítása során összekapcsolt az Intézet orvosi dokumentációs, adminisztratív feladatokat ellátó hálózaton működő "Hospis" software-ével, amely lehetővé tette a kórházi alapú vizsgálatok esetében az adatgyűjtés automatizálását, valamint a regionális központok adatainak feldolgozását.

A rendszer alkalmazásának jelenlegi problémáit a betegkövetés, kontroll adatgyűjtésének megszervezése, az adatszolgáltatás megbízhatóságának kontrollja, valamint az eredmények döntéshozók szintjén való elfogadtatása jellemli.

Keringési betegségek indikátor diagnosztikai prevalencia elemzése

Megyeri Miklós¹, Bartos Attila², Lun Katalin¹, Hidvéghy Ilona³

ÁNTSZ Fővárosi Intézete¹, Budapest
PATH, Gazdasági-matematikai Tanszék², Keszthely
ÁNTSZ Budapest XX.-XXIII. Kerületi Intézete³, Budapest

Az ÁNTSZ szervezetének tönknyelven rögzített feladata a lakosság egészségi állapotának figyelemmel kísérése. Ennek a tevékenységnek integráns része a morbiditási viszonyok felmérése. A morbiditási adatok felmérése során elsősorban az alapellátás adataira fordítottunk figyelmet abból kiindulva, hogy a háziorvosnál a praxis területén élő betegek akkor is megjelennek és nyilvántartásba kerülnek, ha azok további ellátása már más ellátási helyen történik.

Munkánk alapjául a Budapest XV. és XXIII. kerületben dolgozó háziorvosoknak a krónikus betegek gondozásáról 1993, 1995 és 1997 években készített jelentéseit használtuk fel. A felmérés 1993 évben 62887 betegre, 1995 évben pedig 76180 betegre terjedt ki, ez a létszám az akkor háziorvosi gondozásban részesült teljes populációt jelentti. 1997 évben a gondozottak száma 86436 volt, ez a gondozottak 90%-ának felel meg. Vizsgálatunkban csak a 18 év feletti betegek adatait dolgoztuk fel. Az 1993. és 1995 években használt nyilvántartás a gondozott betegeket betegcsoportonként (keringési, légzési betegek, stb.) regisztrálta, de a nyilvántartásban egyes gyakoribb betegségek, így az általunk vizsgáltak is nevesítve voltak. Ismeretes, hogy ennek a munkának a statisztikai rendszere 1997. évben megváltozott. Az új statisztikai rendszer a BSO kóddal meghatározott egyes vagy összetartozó diagnózisok számát rögzíti.

Munkánk továbbra is megköveteli a morbiditási viszonyok vizsgálatát, így gyakorlati problémává vált a különböző módon regisztrált adatok összehasonlítása és a már megismert trendek további alakulásának vizsgálata. A két adatgyűjtés eredményeinek összehasonlítását, legalábbis részlegesen az teszi lehetővé, hogy a korábbi rendszerben nevesített diagnózisok nagy része az új adatrendszerben is szerepel. Ezeket a diagnózisokat nevezzük indikátor diagnózisoknak. Az indikátor diagnózisok prevalenciái változásának vizsgálatával pedig ellenőrizni tudjuk a morbiditás alakulásának

irányait. A keringési betegségekre vonatkozóan a hipertóniát, az ischémiás szívbetegséget és a cerebrovaszkuláris betegséget használtuk indikátor diagnózisként. Vizsgálatainkban a betegségek gyakoriságának alakulását tekintettük át. Statisztikailag vizsgáltuk a hipertónia és a másik két betegség prevalenciájának összefüggését is. A feldolgozás módszerül a matematikai statisztika lineáris regresszió analízis módszerét választottuk.

Az 1. számú ábra az említett három betegség időbeli alakulását mutatja. Ezen látható, hogy mindhárom betegség prevalenciái az idő függvényében állandó, de egymástól eltérő mértékű emelkedést mutatnak.

A 2. számú ábra a három betegség prevalenciájának trendjeit szemlélteti. Látható, hogy mindhárom prevalencia értékei emelkedést mutatnak. Legintenzívebb az ischémiás szívbetegség prevalenciájának emelkedése, ezt követi a hipertónia prevalenciájáé. A cerebrovaszkuláris betegség prevalenciájának növekedése felel olyan intenzitású, mint a hipertóniáé. A prevalenciák növekedésének okainak tisztázására további, klinikus szakemberek bevonásával végzett vizsgálatok szükségesek. Az azonban bizonyosra vehető, hogy a diagnosztikus gyakoriságának növekedésében a diagnosztikus munka javulásának is nagy szerepe van. Meg kívánjuk jegyezni, hogy a hipertónia általunk 1993 évben talált prevalenciája alacsonyabb, mint amelyet egy, Intézetünk által végzett szűrővizsgálat során találtak. Ebben a vizsgálatban a szisztolés vérnyomást az esetek 28,4 % -ában találták emelkedettnek. Figyelembe kell venni azonban, hogy ez a vizsgálat stressznek az átlagnál nagyobb mértékben kitett populáción történt. Szóbeli közlés szerint Budapest egy másik területén betegellátás során végzett felmérés során 34 % -os volt a hipertóniások aránya.

A 3. számú ábrán a hipertónia és a cerebrovaszkuláris megbetegedések prevalenciái

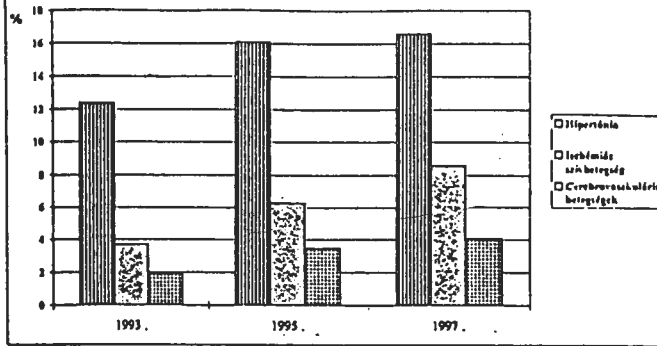
együttes alakulásának lineáris regresszióját mutatja. A 4. számú ábra a hipertónia és az ischemiás szívbetegség prevalenciái között szemlélteti ugyanezt az összefüggést. A hipertónia és a cerebrovaszkuláris betegségek prevalenciái közötti kapcsolatuk alapján megállapítottuk, hogy a hipertónia prevalenciájának 1 % - os növekedésekor a cerebrovaszkuláris betegségek prevalenciái átlagosan 0,46 % - al, magas szinten szignifikánsan növekszenek. A hipertónia és az ischemiás szívbetegségek prevalenciái közötti kapcsolatban hasonló összefüggést határozhattunk meg. A hipertónia prevalenciájának 1 % - os növekedésekor az ischemiás szívbetegségek prevalenciája átlagosan 0,96 % - al, szignifikánsan növekszik. Az ischemiás betegségek prevalenciájának alakulására a hipertónia prevalenciájának alakulása kétszeresen erősebb hatást fejt ki, mint a cerebrovaszkuláris betegségek prevalenciájának alakulására.

Levelezési cím: Dr. Megyeri Miklós
ÁNTSZ Fővárosi Intézete
11393 Budapest 62, Pf.: 412

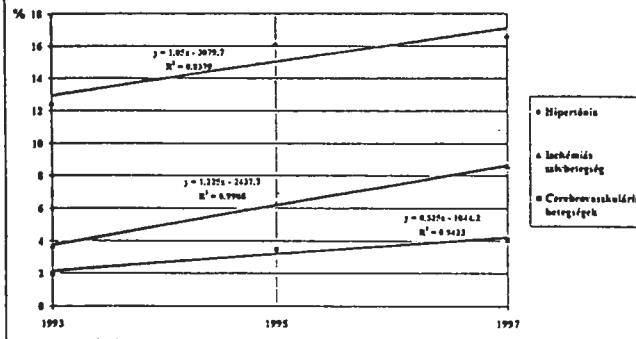
Vizsgálataink alapján a következő konklúziókra jutottunk:

- a vizsgált trendek csak rövid időszakot ölelnek fel, a jelen helyzetet tükrözik, de előrejelzésre csak nagy óvatossággal használhatók.
- a vizsgált betegségek prevalenciái emelkedő irányzatot mutatnak,
- a hipertónia gyakoriságának növekedése magával hozza a komolyabb következmények számának növekedését, illetve korábbi diagnózisát is,
- szükség lenne az egészségi állapotról szóló minden adatnak a háziorvoshoz való eljuttatására, hogy minél kevesebb beteg kerüljön későn, már a hipertónia esetleges következményeivel gondozásba,
- szükséges lenne a statisztikai nyilvántartás kompatibilissé tételére, amely lehetővé tenné a lakosság egészségi állapotában jelenlévő trendek folyamatos és az eddiginél szélesebbkörű vizsgálatát.

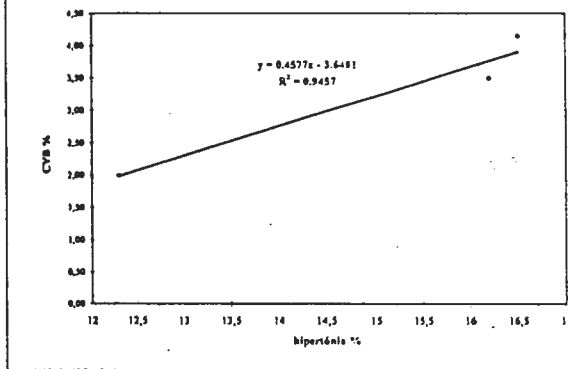
A keringési betegségek gyakoriságának alakulása Budapest XX-XXIII. kerületeiben



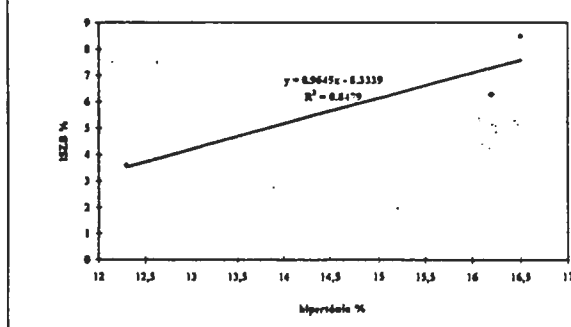
Egyes keringési betegségek trendjeinek alakulása Budapest XX-XXIII. kerületeiben



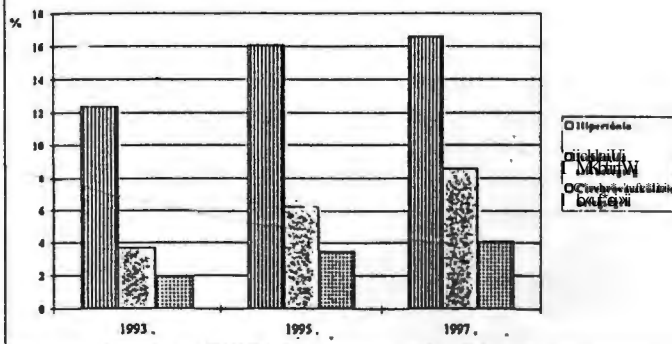
A hiperetónia és a cerebrovaszkuláris betegségek prevalenciái alakulásának összefüggése



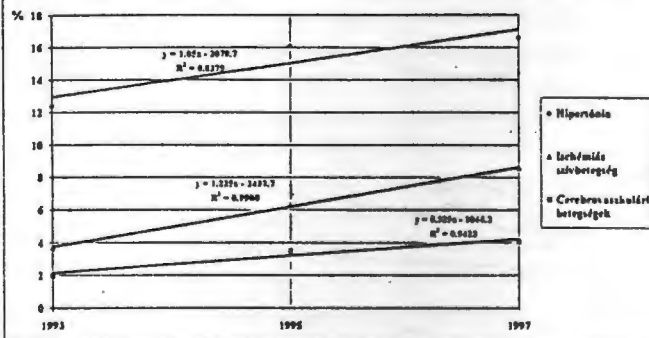
A hiperetónia és ischémiás szívbetegség prevalenciái alakulásának összefüggése



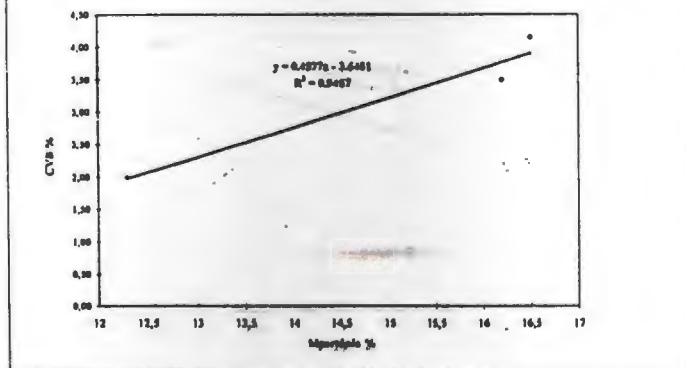
A keringési betegségek gyakoriságának alakulása Budapest XX-XXIII. kerületeiben



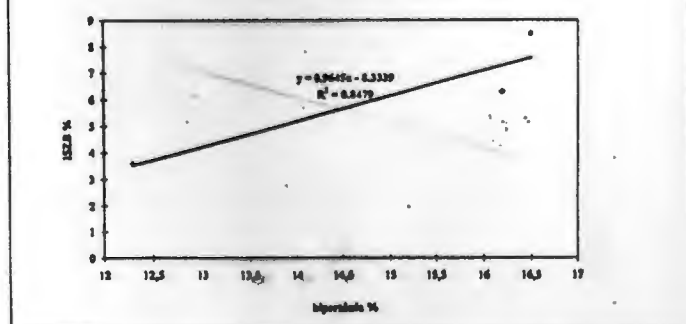
Egyes keringési betegségek trendjeinek alakulása Budapest XX-XXIII. kerületeiben



A hipertónia és a cerebrovaszkuláris betegségek prevalenciájának összefüggése



A hipertónia és az ischaemiás szívbetegség prevalenciájának összefüggése



A tüdőrák,-tbc-s megbetegedések korai szűrésének informatikai rendszere

dr. Dinya Elek¹, dr. Ábrahám Erzsébet², dr. Sali Attila³ és Wágner János³,

EGIS Gyógyszergyár Rt.¹, Bajcsy Zs. Kórház², SOTE Informatikai Központ³

Abstract

Az eredményes gyógyítás egyik alapvető feltétele a betegség korai felfedezése, a preventív orvosi tevékenység. Különösen igaz ez a megállapítás a gyors progressziójú tumoros megbetegedések esetén: kezdeti stádiumban a betegség kezelése sokkal eredményesebb mint a későbbi szakaszokban. A prevenció egyik eszköze a szűrés. A SÉF (MEF) állomásokra kifejlesztett KAPUS számítógépes szűrőrendszer elsődleges feladata a tüdőtumor rizikófaktórára történő szelektív, egyénszintű (csoportos) szűrés. A módszer a rizikófaktórok matematikai modelljére épül. A rendszer a szűrési feladatok mellett a szűrőállomások informatikai szükségleteit is kielégíti. DOS operációs rendszer alatt stand-alone üzemmódban vagy LAN hálózatban NOVELL alatt használható.

1. Bevezetés

A tüdőrák, a tbc-s megbetegedések világméretű szaporodása egyértelműen magyarázható a dohányzás, a környezeti ártalmak fokozódásával. Kutatási adatok szerint kb. 30 év múlva követi a tüdőrákos halálozás ugrásszerű növekedése a dohányzás fokozatos elterjedését. A tüdőrák egyik vezető okaként a dohányzás szerepe egyértelműen bizonyított, de a passzív dohányzás is emeli a kockázatot. Ehhez társulnak egyéb rizikótényezők is mint pl. bizonyos foglalkozások, a levegő szennyezettsége, a genetikai tényező stb. A WHO prognózisa szerint 2020-ra a

légúti betegségek okozta halálozás ötödik legfontosabb okként kezelendő.

Hazai statisztikai adatok szerint Magyarországon a halálokok között a rákbetegség a második helyen áll, amelyen belül a légszűrő-, hörgő és tüdőrák mint vezető haláloki tényező szerepel. A vele szembeni (az egyéb rákos betegségekkel egyetemben) védekezés egyik legfontosabb eszköze a betegség korai felismerése, a prevenció. Korai stádiumban a gyógyulási esély a legnagyobb. A megelőzés (a szekunder prevenció) és az ehhez szükséges szűrés fontos eszközök a betegség elleni eredményes küzdelemben. A szekunder prevenció feladata:

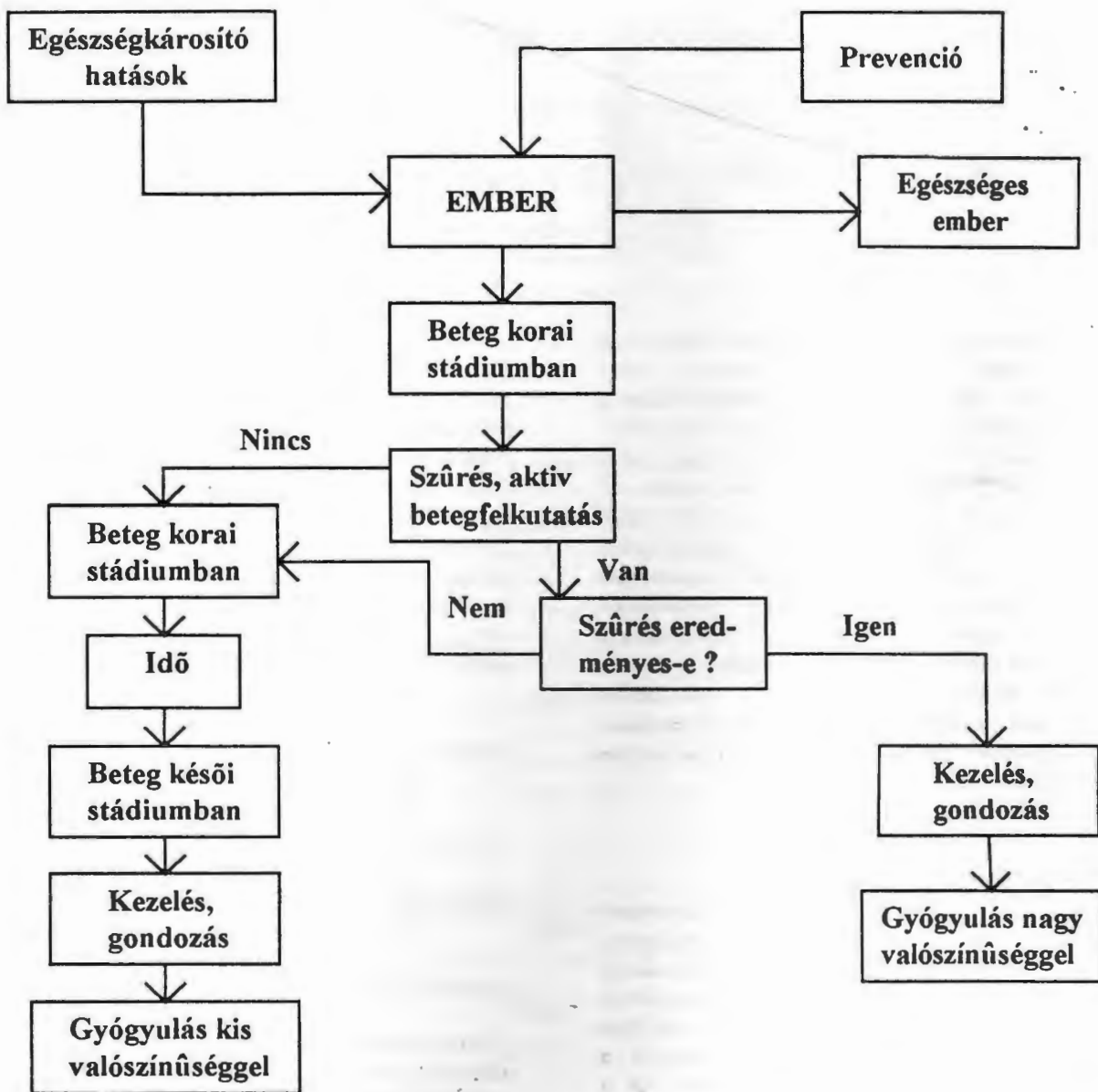
- a betegség korai felismerése,
- a megbetegedések és a külső fizikai, társadalmi folyamatok kapcsolatrendszerének feltárása,
- a hatékony primér prevenció elősegítése.

A szűrővizsgálatokkal szembeni követelmények:

- tudományos és pénzügyi szempontból elfogadható legyen
(hasznos és olcsó eljárások),
- a kidolgozott módszer legyen hatékony a betegség felkutatásában.

A fenti követelmények megvalósításához *matematikai modellvizsgálatok* szükségesek, amelyek a későbbi széleskörű, informatikai rendszere alapozott bevezetés lehetőségét is biztosítják.

Az 1. ábra a szűrés szerepét mutatja a gyógyítás folyamatában.



1. ábra Szűrési rendszer helye az egészségügyi ellátásban Forrás: Dr. Hutás Imre doktori disszertációja, 1985

2. Előzmények, adatgyűjtés folyamata

A X. kerületi Tüdőgondozóban 1968-ban longitudinális epidemiológiai vizsgálat indult, melynek fő célkitűzése a pulmonológiai megbetegedések a tüdőbc, tüdőrák rizikócsoportjainak meghatározása volt. A mintegy 5 éves időszakot felölelő vizsgálat során sikerült a tüdőbc rizikócsoportjait definiálni. Ezen eredmények alapján az évenkénti, válogatás nélküli tüdőszűrés helyett a tüdőbc rizikócsoportra célzott szűrés került bevezetésre a gondozóban. E munkamódszer lehetővé tette az eredeti célkitűzések módosítását: a SEF-re alapozott tüdőrák rizikócsoportok meghatározását célzó vizsgálatnak (1975), kardiológiai rizikócsoport vizsgálatokkal való kiegészítését (1976).

1975-1978 között a lakosság körében a tüdőrák rizikócsoport megállapítására alkalmas kérdőíves felméréssel egybekötött bázisszűrés történt. A vizsgálatba csak az életkor alapján veszélyeztetettnek ítélt, 40 éven felüli lakosságot vonták be (74 éves korhatárig). Az 1901-1938 között született férfi és női lakosság 92%-a vett részt ebben a felmérésben. A negatív mellkasröntgenű lakosok közül 18000 főn került sor krónikus bronchitis szűrésre is (1979-1980). A pulmonológiai és kardiológiai bázisszűrések (12 000 fő) eredményeinek alapján 1981-ben a kardiopulmonológiai szűrés második szakasza következett. A kardiológiai, pulmonológiai szűrés egységesítése mellett szólt a két betegségsoport rizikó tényezői közötti azonosság (életkor, dohányzás, mellkasi panasz, stb.)

A felmérés során kitöltött kérdőívek adatait a SOTE Számítógépszakosztályában rögzítették SLK típusú adatrögzítő berendezésen. Az így készült 80 byte-os rekordok gyűjtése és értékelése kezdetben R-22 típusú számítógépen történt. A létrehozott adatbázis (30561 fő) 1975 óta folyamatosan aktualizálódik.

3. Rizikótényezők csoportosítása

Az első korai értékelések megállapították, hogy a feltételezett rizikótényezők közül az egészségtelen lakásviszonyok önmagukban nem jelentenek a tüdőrák kialakulása szempontjából veszélyt. A nagy sebészeti mellkasi beavatkozások, mellkasi sérülések száma pedig oly csekély volt, hogy rizikótényezőként való értékelésük nem adhatott reális eredményt.

A későbbi értékelésekben - az életkor szerint már veszélyeztetett 40 éven felüli férfi, női lakosságnál - a feltételezett környezeti rizikótényezők közül koncentrált vizsgálat alá esett:

- a dohányzás
- a munkahelyi expozíció
- a vegyi anyagok, sugárzás, stb.

Szorosabb vizsgálat történt a krónikus bronchitisre illetve egyéb légzésfunkciós károsodásra utaló, tartósan fennálló légúti panaszokra (köhögés, köpetürítés, fulladás, stb.) és a mellkas röntgenvizsgálattal megállapítható bármilyen aetológiájú meszes, fibrótikus tüdőelváltozásra.

Ezen eredmények alapján kialakultak a koncentráltan vizsgálni érdemes fő rizikótényezők csoportjai:

1. Nem (férfi, nő)
2. Dohányzás
3. Munkahely
4. Tartósan fennálló légúti panaszok
5. Mellkas röntgenvizsgálat.

A mellkas röntgenvizsgálat alapján három kategória különíthető el:

1. Negatív mellkasi röntgenlelet
2. Kis kiterjedésű tbc-s vagy nem tbc-s aetológiájú meszes, parenchymás vagy pleurális elváltozás (az egészen kis mérszög, pleurális callus csík, stb.)

3. Nagyobb kiterjedésű tbc-s vagy nem tbc-s elváltozás.

Klinikai adatok ismeretében a nagyobb kiterjedésű parenchymás elváltozást mutatók közül a tuberculózisos betegek is tovább osztályozhatók:

1. aktív tüdőtbc miatt kezelésben részesült, már gyógyult, inaktív betegek
2. aktív tüdőtbc miatt a felmérés időpontjában még kezelt betegek
3. a felfedezéskor már inaktívnak bizonyult, előzetesen nem kezelt (spontán gyógyult) tüdőtbc-s betegek.

4. Munkamódszer

A tüdőrák korai feltárására irányuló szűrőrendszer megvalósítása során a következő munkamódszer érvényesült:

1. Matematikai modell kidolgozása:

- vezető rizikótényezők hatásvizsgálata,
- veszélyeztetettségi csoportok definiálása a céltzott, egyénszintű szűrés érdekében.

2. A modell alapján számítástechnikai alapú szűrőrendszer kidolgozása.

4.1. Rizikófaktorok matematikai modellje

A rizikófaktorok hatásrendszerének feltárása 6 dimenziós kontingencia tábla alapján, log-lineáris modellezéssel valósult meg.

PANASZ, MUNKAHELY, DOHÁNYZÁS, NEM, TUMOR, STATUS
változók szintjeinek megfelelően a vizsgált cellaszám:

$$3 * 2 * 3 * 2 * 2 * 5 = 360.$$

A log-lineáris modellel ennyi cella várható értékének logaritmusát kell felírni additív függvényként, ahol a tagokat a főhatások ill. kölcsönös hatások alkotják. A modell keresésénél figyelemmel kell lenni: a modell takarékos-, az interakciók érthetőek legyenek, a modell jól illeszkedjék a 6 dimenziós kontingencia táblára.

A fentieknek eleget tevő modell alakja:

$$\ln F_{ijklmn} = \mu + \lambda_i^P + \lambda_j^M + \lambda_k^D + \lambda_l^N + \lambda_m^S + \lambda_n^T + \lambda_{ij}^{PT} + \lambda_{ij}^{SM} + \lambda_{ik}^{PD} + \lambda_{il}^{PN} + \lambda_{im}^{PS} + \lambda_{in}^{PT} + \lambda_{jk}^{MD} + \lambda_{jl}^{MN} + \lambda_{jm}^{MS} + \lambda_{jn}^{MT} + \lambda_{kl}^{ND} + \lambda_{kl}^{NP} + \dots + \lambda_{nik}^{SND} + \dots + \lambda_{lkj}^{NDM}$$

4.2. Tüdőrák veszélyeztetettségi csoportok meghatározása

A modell alapján, az egyes rizikófaktor variánsok értékelése eldöntötte, melyek a veszélyeztetettek és a kevésbé veszélyeztetettek a tüdőrák kialakulásának szempontjából. Az alábbi csoportokat képeztük:

1. táblázat Tüdőrák veszélyeztetettségi csoportok

I. csoport:	<i>Nem</i> veszélyeztetett
II. csoport:	<i>Mérsékelt</i> "
III. csoport:	<i>Erősen</i> "
IV. csoport:	<i>Szuper</i> "

A 2. táblázat a tumor előfordulási gyakoriságokat mutatja a modell egyes csoportjaiban a követési idő három különböző évében a szűrési költségekkel együtt. A szuper kockázatú csoportba csak olyan egyének tartoznak, akiknél a mellkas röntgenvizsgálat kisebb-nagyobb kiterjedésű tüdőelváltozást mutatott ki ill. negatív mellkas röntgenvizsgálat esetén a tartósan fennálló klinikai panaszok a bronchopulmonális rendszer tartós károsodására utalnak. A bronchopulmonális rendszernek ez a tartós, feltehetően irreverzibilis károsodása prekancerózus állapotnak tekinthető.

4.3. Új szűrési elvmegvalósítás

A kialakított csoportok új szűrési módszer bevezetését eredményezik: el lehet hagyni az "évenként- és mindenkit szűrni kell válogatás nélkül" elvet. Ehelyett egy sokkal racionálisabb, effektivebb, ugyanakkor gazdaságosabb szűrési módszer követhető, mely célzott, rizikócsoportokra történő vizsgálatot tesz lehetővé.

A X. ker. Kőbányai úti Szűrőállomáson használt szűrési szisztéma a következő:

A veszélyeztetettségi csoportok szerinti osztályozás révén a rizikómentes és a mérsékelt csoportokban elegendő az 5 évenkénti szűrés a tüdőrák szempontjából, a tbc veszélyeztetettek évenkénti szűrésének fenntartása mellett.

A tüdőrák szempontjából az erős, szuper rizikós csoportokban az évenkénti szűrés, szoros kontroll szükséges. Ezáltal a szűrés szelektálódik, növeli az effektust és a költségkihatás is arányosan csökken.

A modell alapján történő szűrés anyagi kihatása jelentősnek mondható az elsődleges cél, a prevenció hatékonyságának segítésével.

5. Számítógépes szűrési rendszer

A rendszerrel szembeni követelmények:

- A lakosság tüdőszűrése célzottan, veszélyeztetettségi csoportokra történjen.
- Az egyének besorolása gyorsan, megbízhatóan történjen.
- A tüdőszűrés mellett a rendszer biztosítsa egy komplexebb egészségügyi szűrés feladatainak ellátását.
- A rendszer széles körben legyen alkalmazható az országos szűrőhálózat vonatkozásában, ahol nagytömegben megfordul a lakosság, s eredményes szűrőtevékenységet lehet folytatni.
- Biztosítsa egy szűrőállomásnak az adatfeldolgozással kapcsolatos teendőinek az ellátását.
- A rendszer illeszkedjék az egészségügyi fejlesztési koncepcióba.
- Korszerű számítástechnikai eszközbázisra épüljön, programrendszer legyen rugalmas, könnyen módosítható.
- Használata, üzemeltetése legyen egyszerű.

Ehhez a feladathoz olyan szempontokat kellett kiválasztani, hogy az ehhez szükséges vizsgálatok elvégzése ne jelentsen terhet, akadályt a szűrőállomásoknak. E szemlélet alapján került be az adatbázisba a vér, a vizelet, a légzésfunkciós vizsgálatok eredménye, a vérnyomás adatok, testmagasság-, súly, fogamzásgátló tabletta szedésének adata, családi-, betegségi anamnézis. Ezáltal a rendszer alkalmassá vált a kardió-pulmonológiai szűrésre. A vizsgálatok eredményét a rendszer automatikusan kiértékeli, s beépített "tudásbázis" alapján szűri ki a veszélyeztetett egyéneket, s irányítja további kivizsgálásra a családon belül.

A modellre épülő KAPUS (KARDIO-PULMONÁRIS rendszer) nevű PC-s számítógépes rendszert jelenleg a fővárosban 12 szűrőállomáson alkalmazzák.

A rendszer hardware szükséglete:

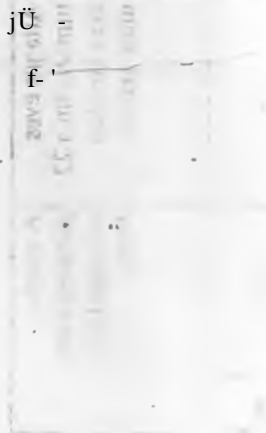
- IBM AT vagy kompatibilis PC:
 - min. 1Mbyte RAM
 - min. 40 Mbyte Winchester drive + floppy drive
- nyomtató
- DOS 3.30 vagy magasabb verzió
- LAN alkalmazás esetén-NOVELL Netware 2.15 vagy magasabb verzió

A rendszer szolgáltatásai:

- a lakosság adatainak nyilvántartása,
- szűrési behívók készítése, optimális elosztása a szűrési napokra,
- kapcsolattartás a háziorvosokkal, tüdőgondozóval,
- Állami Népeesség Hivatalal való adatcsere,
- napi, havi, éves jelentések, statisztikák készítése,
- teljesítményelszámolás végzése,
- légzésfunkciós analízator adatainak kiértékelése.

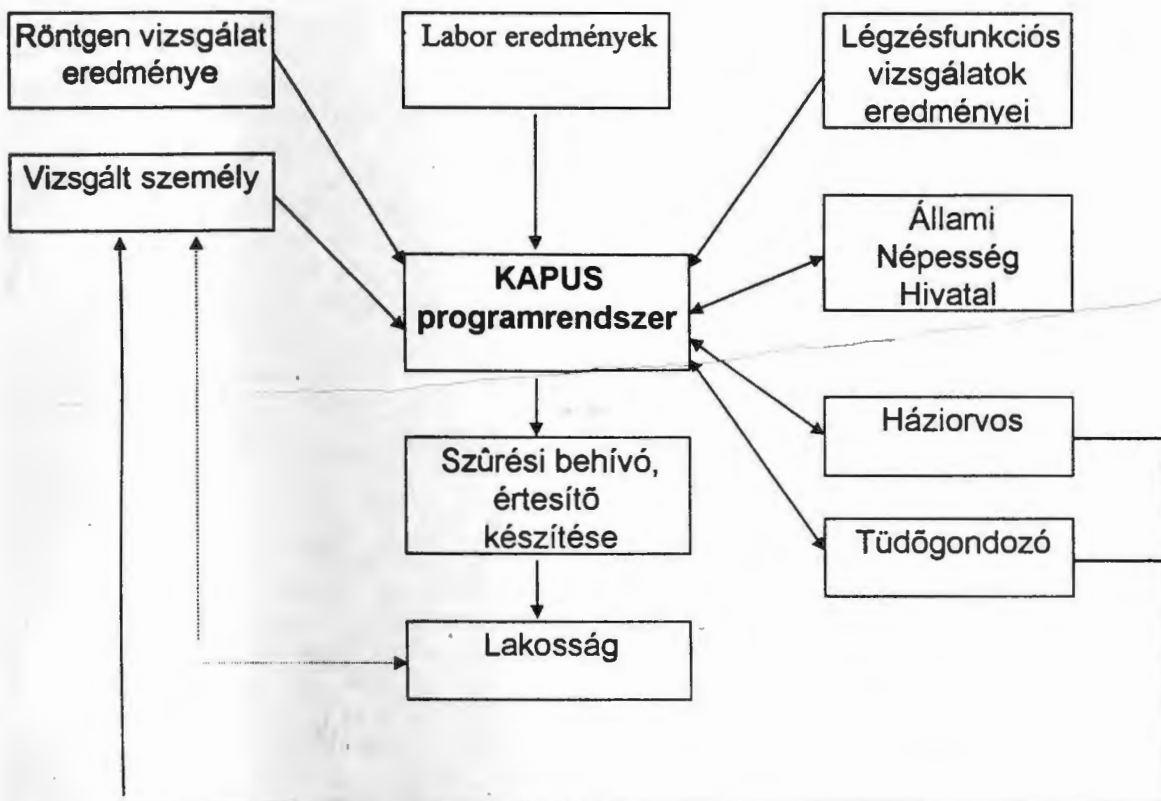
Levelezési cím: Dr Dinya Elek
EGIS Gyógyszergyár Rt., Orvosi Főosztály
1475 Budapest 10 Pf. 100

A 2. ábra a rendszer működési blokkvázlatát mutatja.



2. táblázat
Tumor előfordulási gyakoriságok és szűrési költségek az
egy-es veszélyeztetettségi kategóriákban

Veszélyeztetettségi csoportok	Lakosság megoszlása		Tüdőrák gyakorisága									Átlagos éves tumorszám a 22 éves követési időre vetítve	A szűrés jelenlegi éves költsége (200 Ft/fő)		
	Fő	%	1989			1993			1996				Fő	MFt	%
			Fő	%	%000	Fő	%	%000	Fő	%	%000				
lem	13114	42.9	30	6.9	228.7	38	7	289.7	48	7.9	366	2.2	1.8	49	
lérsékelt	6387	20.9	59	13.6	923.7	68	12.4	1064.6	74	12.2	1158.6	3.4	0.8	22	
rősen	9214	30.11	238	55	2365.9	327	59.8	3548.9	367	60.5	3983.1	16.7	0.9	24	
épter	1851	6.11	106	24.5	5186.4	114	20.8	6158.8	118	19.4	6374.9	5.4	0.2	5	
összesen	30566	100	433	100	1318.5	547	100	1789.6	607	100	1985.9	27.6	3.7	100	



2. ábra
A KAPUS rendszer blokkvázlata

DNS diagnosztika; a XXI. század vizsgáló eljárása

Dr. Hernold László

Központi Honvédkórház, H-Med Diagnosztikai laboratórium
hernold@mailtrans.sote.hu

Abstract

Jelen tanulmányban a szerző ismerteti az 1985-ben felfedezett, új DNS vizsgáló eljárás; a polimeráz láncreakció elméleti alapjait, továbbá az ide vonatkozó szakirodalom alapján összefoglalja a DNS diagnosztika jelenleg már megvalósult felhasználási lehetőségeit, illetve tárgyalja a módszer jövőbeli lehetséges alkalmazási területeit, különös tekintettel a humán egészségügyi vonatkozásokra.

1. Bevezetés

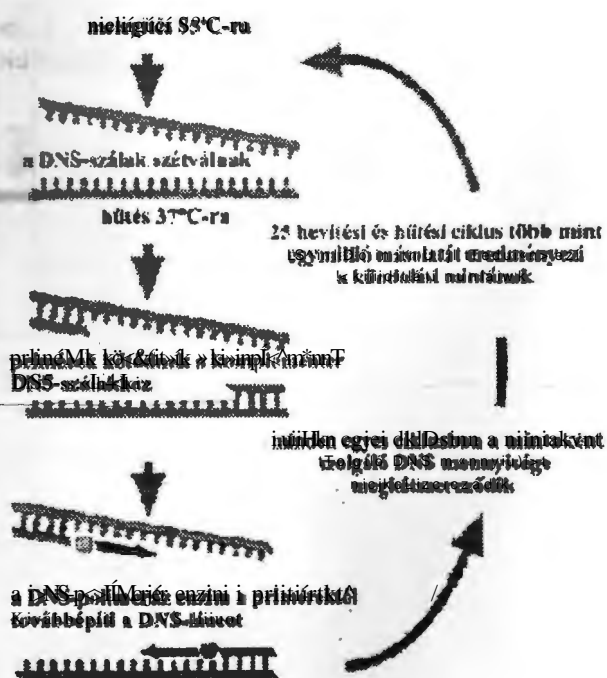
A XX. század kétségkívül egyik legjelentősebb természettudományos előrelépése volt az élet általános örökítő anyagának; a DNS (deoxi-ribonukleinsav) kettős spirálnak 1953-as felfedezése. A molekula szerkezetének, elvi felépítésének leírásáért 1962-ben közösen kapott Nobel díjat James D. Watson, Francis Crick és Maurice Wilkins. Azóta világszerte erőteljes kutatások folynak az egyes fajok genetikai szerkezetének felderítésére, a különböző tulajdonságokat kódoló DNS szakaszok, az ún. gének megismerésére [1].

2. A polimeráz láncreakció (PCR)

A DNS molekula szerkezetének, az általa kódolt információk vizsgálatára számos módszert dolgoztak ki az elmúlt évek során. Az egyik ilyen lehetséges vizsgáló eljárás az ún: polimeráz láncreakció (Polymerase Chain Reaction PCR), melyet szintén Nobel díjjal honoráltak 1993-ban. Magát a módszert 1985-ben Kary B. Mullis fedezte fel, s azóta az élet egyre több területén kerül felhasználásra [2,3]. Ezek az új vizsgáló eljárások ma már Magyarországon is többségében elérhetőek, azonban a mindennapi diagnosztikában még nem kellően elterjedtek, hozzáférhetőek. A vizsgálat, a különböző eredetű mintákból, speciális eljárást követően annak DNS, illetve RNS tartalmát mutatja ki. Lényege, hogy egy megfelelően összeállított reakcióelegyet - mely a vizsgálandó DNS-t is tartalmazza - különböző hőmérsékleti ciklusokon viszünk keresztül, aminek eredménye a kiválasztott speciális DNS régió amplifikációja (sokszorozódása). Egy vizsgálat során a ciklus általában 25-35 alkalommal ismétlődik, és három különböző hőmérsékleten lejátszódó reakcióból áll.

Az első reakció a DNS hődenaturálása (92-95 °C-on), melynek során a kettősszálú DNS molekula láncai kitékerednek, kettéválnak. A második lépésben (37-65 °C-on; a konkrét hőmérsékletet az adott reakció speciális igényei határozzák meg) a reakcióelegyben levő

20-30 bázisból álló oligonukleotidok ún. "primerek" odakötődnek (annealing) ahhoz a vizsgálni kívánt, meghatározott DNS szakaszhoz, amellyel komplementer sequentiájuk. A primereket úgy választjuk meg, hogy sequentiájuk a vizsgálni kívánt DNS szakasz két végével komplementer legyen, oly módon, hogy a primer pár egyik tagja a DNS egyik szálához, míg másik tagja a szakasz másik végén a komplementer szálhoz kötődjön. A harmadik lépés során (általában 72°C-on) a reakcióelegyben jelenlévő DNS polimeráz (Taq polimeráz) a primerektől indulva - imitálva a természetben lejátszódó sejtosztódás folyamatát - lemásolja a köztük levő DNS szakaszt, azaz új kettősláncú DNS molekulát szintetizál. A következő ciklusokban ezek a reakciólépések ismétlődnek meg, és minden ciklusban az aktuálisan jelenlévő és amplifikálandó DNS szakaszok száma megkétszereződik, így a kezdeti mennyiséghez képest a növekedés exponenciális. A reakció végén a kapott DNS fragmentumok számos molekuláris biológiai technikával elemezhetőek, és ezek eredményéből vonhatók le következtetések az egyes örökletes betegségekre, illetve bizonyos kórokozók jelenlétére vonatkozólag. Az ember, vagy más élőlények genetikai mutációinak, illetve polimorfizmusainak kimutatása napjainkban a PCR technika tűnik a legmegfelelőbb eljárásnak.



1. ábra: a polimeráz láncreakció vázlata

3. Humán genetikai

A kettősszálú emberi DNS összesen mintegy 3 milliárd bázispárból áll. Az építőelemek sorrendjének teljes meghatározása amerikában, a Human Genome Organization szervezésében, az ún. HUGO program keretében folyik. A teljes szekvencia feltérképezése mintegy 2002-2003-ra várható [10].

A kémiai szerkezet felderítésével párhuzamosan zajlik az egyes örökletes tulajdonságokért felelős DNS szakaszok, a gének helyének, szerepének kutatása. Az ezzel foglalkozó kutatók 2005-2010 közé jósolják, a mintegy 80000-re becsült összes emberi gén helyének, szerepének meghatározását [11]. Ennek óriási lesz a jelentősége, hiszen ezekben a génekben van kódolva az emberi szervezet összes örökletes tulajdonsága mint pl.: a szemszín, hajszín, testméretek, stb., de olyan tényezők is mint pl.: az egyed egyes betegségekre való kisebb vagy nagyobb fogékonyága, hajlama, és bizonyos mértékig még a várható életkor is. A tudomány fejlődésével, az emberi genom mind teljesebb feltérképezésével a klasszikus örökletes monogénes (Duchenne féle muscularis dystrophia, Wilson kór, Cystikus fibrosis, Huntington betegség, Familiáris colon polyposis, stb.), illetve poligénes (spina bifida, farkastorok, stb.) genetikai elváltozásokon túl egyre több emberi megbetegedés genetikai alapjaira derül fény (cukorbetegség, magas vérnyomás, arteriosclerosis, thrombosis, stb.). Nem túlzás állítani, hogy a XXI. században a genetikai vizsgálatokra épülő diagnosztika, illetve terápia forradalmasítani fogja az egész egészségügyi ellátást. A hangsúly szükségszerűen a betegség gyógyításáról a hajlamok, rizikótényezők felderítése, illetve rizikócsoportok szerinti szűrővizsgálatok irányába fog eltolódni. Ezt a váltást gazdasági megfontolások is sürgetik, hiszen egyszerű pénzügyi számításokkal igazolható, hogy a prevenció kiterjesztése, az egészség megőrzése hosszú távon csökkenti képes az össz egészségügyi kiadásokat is.

Nem is olyan sokára eljöhét majd az az idő, amikor a születés után az újszülött kezébe kapja saját genetikai térképét, melyből kiderül, hogy élete során mely betegségek iránt fogékony, mely rizikótényezőket kell figyelembe vennie, lehetőség szerint elkerülnie. Már ma is megvalósítható, bár még messze nem mindennapi rutin gyakorlat, hogy az anyai vérből, speciális eljárással, a 10-12. hét után, már kivonható néhány magzati vörösvérsejt, melyekben még benne van a sejtmag, s benne a születendő gyermek teljes genetikai állománya. Így az anyától, egy egyszerű vérvétel során vett vérmintából elvileg meghatározható a születendő gyermek teljes genetikai szerkezete, felderíthetőek a ma már jól ismert esetleges fejlődési rendellenességek (Down kór, stb.), továbbá egyéb génhibák (Leiden mutáció, hemocromatosis, stb.). A technika segítségével elkerülhetővé válik a chorion-biopsia, illetve az amniocentézis, mely beavatkozásoknak megvan a maguk kockázata mind az anyára, mint pedig a magzatra nézve. Egy másik nagy felhasználási terület az ún. pre-implantációs diagnosztika, melynek során a megtermé-

kenyített petesejt osztódása után, az anya méhébe történő beültetést megelőzően, a beültetendő embryo egyetlen sejtjéből történik a DNS meghatározás, szintén a lehetséges genetikai hibák kiszűrése céljából. Külföldön már az is szinte rutin gyakorlat, hogy házasság előtt a házasulandó felek genetikai tanácsadással, vizsgálaton vesznek részt a biztonságosabb családtervezés, gyakoribb génhibák kiszűrése, akockázati tényezők meghatározása céljából.

4. Onkológiai vizsgálatok

A molekuláris diagnosztika egyik legjelentősebben fejlődő ágazata a daganatok genetikai eltéréseinek vizsgálata, illetve az emberi génállomány azon részeinek felderítése mely részek a daganatos megbetegedések kialakulásában játszanak döntő szerepet [5,6]. A módszer segítségével már ma is vizsgálhatók egyes daganatfajtákra való örökletes hajlamok (pl.: emlő-petefészek daganat BRCA₁, BRCA₂ gének eltérései, medullaris pajzsmirigy carcinoma, familiáris colon polyposis talaján kialakuló colon carcinoma, stb.), illetve a daganatokon belüli, de novo keletkezett genetikai eltérések az ún. szomatikus mutációk (H-ras, K-ras, N-ras gének mutációi, stb.) is. A kialakult daganat genetikai eltéréseinek meghatározása után, a beteg vérének vizsgálatával ki tudjuk mutatni a vérben keringő tumoros sejteket, mely a távolabbi áttétek felderítésében nyújt segítséget, illetve szolgálhat a daganat eltávolítása után az esetleges recidiva korai kimutatására is. A módszer kvantitatív vizsgálatokra is lehetőséget nyújt, így alkalmas lehet egy esetleges tumor ellenes terápia hatékonyságának ellenőrzésére is.

5. Kórokozók vizsgálata

A genetikai vizsgálatokon kívül az orvostudomány egyéb területein is nagy jelentőséggel bír a molekuláris diagnosztika. Segítségével lehetővé vált egyes ritka, vagy hagyományos módszerekkel, tenyésztéssel nehezen detektálható kórokozók (baktériumok: Mycobaktérium, Chlamydia, Toxoplasma, Borrelia, Salmonella, stb., vírusok: Cytomegalovírus, Human Papilloma vírus, Hepatitis B, C, G vírus, Parvovirus B19, stb.) gyors, biztonságos azonosítása, jóval megelőzve a tenyésztési eljárások gyorsaságát, szenzitivitását [4]. A gyorsaságra jellemző, hogy míg a Mycobacterium tenyésztéssel való kimutatása mintegy 6-8 hetet vesz igénybe addig a PCR alapú detektálás néhány óra alatt eredményt szolgáltat. Az eljárás további jelentős előnye a gyorsaságon és a gyakorlatilag 100%-os specificitáson kívül, hogy a kórokozók nukleinsav tartalmának direkt kimutatásával elkerülhetőek a vérszerológiai vizsgálatok ismert hátrányai ("ablak effektus", szerokonverzió bizonytalanságai stb.), illetve a módszer alkalmas kvalitatív vizsgálatok (virális DNS, RNS kópiaszám meghatározás) végzésére, azaz egy esetleges vírusfertőzés karakterisztikája, az alkalmazott antivirális szer hatásosságának ellenőrzésére is [7].

Egyes országokban (USA, Németország) a molekuláris

diagnosztikát (PCR) egyes esetekben már rutinszerűen alkalmazzák a vérdonorok esetleges korai vírusfertőzöttségének (HIV, Hepatitis C) szűrésére is, elkerülendő az "ablak periódus" (már fertőzött, de szerológiailag még negatív) alatti esetleges tovább fertőzést.

6. A DNS vizsgálat egyéb lehetséges felhasználási területei

A módszer az élet számos más területén is ugrásszerű haladást hozott. A DNS molekulát vizsgáló eljárások robbanásszerű lökést adtak a növénynevelésnek, és az állattenyésztésnek is. Továbbá igen jelentősek az eljárás kriminálisvizsgálati vonatkozású felhasználási lehetőségei is. Egyrészt az eljárás felhasználható az apasági keresetek nagy biztonságú eldöntésére, másrészt a bűntény helyszínén a tettes által esetlegesen hátrahagyott biológiai minták vizsgálatával nagy valószínűséggel lehet kiválasztani a gyanúsítottak közül a potenciális elkövetőt. Ez utóbbi felhasználási kör kiterjesztésére, a súlyosabb bűncselekményeket elkövetők véreinek vizsgálatával a világ egyre több országában hoznak létre DNS alapú adatbázisokat - melyek akár csak mint az ujjlenyomatok - alkalmasak a visszaeső bűnelkövetők gyors személyazonosítására (DNA fingerprint). A számos további kutatási célú felhasználási lehetőség számbavétele meghaladja e tanulmány kereteit.

7. Összefoglalás

A molekuláris diagnosztika az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazata napjaink egészségügyének. A módszer már most is számtalan területen hozott forradalmi változást a mindennapi diagnosztikában, de szerepe a genetika dinamikus fejlődésével párhuzamosan mindinkább erősödni fog. A holnap orvosai számára a különféle betegségek gyógyítása, kezelése nem csak a tünetek megjelenése után fog kezdődni, hanem az egészséges egyén genetikai varianciáinak ismeretében már korábban megkezdődik a megelőzéssel, fennálló különféle rizikótényezők mind teljesebb kiküszöbölésével. Még messzebbre vezet annak a lehetőségnek a figyelembe vétele, hogy egy idő múlva bizonyára lehetővé válik majd a különféle génhibák korrigálására, az ún. génterápia is. Ennek következményei egyelőre még beláthatatlanok, a technikai nehézségek mellett számtalan etikai, morális kérdés vár ezen a téren még megoldásra. A módszer hazánkban is egyre népszerűbb, ismertebb, bár ma még az egyes centrumokban leginkább kutatási célú felhasználása folyik, kevés helyen van kapacitás, lehetőség diagnosztikus célú felhasználásra. Külföldi adatok alapján 2 000 000- 2 500 000 lakosra kellene, hogy jusson egy DNS diagnosztikai centrum. Hazánkban elsőként a HM Központi Honvédkórház területén kezdte meg működését egy ilyen DNS diagnosztikai állomás, mely vírális, bakteriális fertőzések kimutatása mellett humán genetikai eltérések vizsgálatát is végzi. A magyarországi morbiditási és mortalitási adatokat figyelembe véve ajánlatos olyan korszerű

diagnosztikus technikák elterjesztése, amelyek egyrészt alkalmasak az egészséges populáció szűrővizsgálatára, a betegek esetében a gyors, korai diagnózis felállítására.

8. Irodalom

- [1] Kyle R.A. et al; Wilkins, Crick, and Watson; Nobel Prize for work on the structure of DNA. Mayo Clin Proc. 1998 Apr;73(4):362.
- [2] Saiki R.K. et al; Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. Science. 1985 Dec 20;230(4773):1350-4.
- [3] Shore E.M. et al; Tutorial. Molecular biology for the clinician. Part II. Tools of molecular biology. Clin Orthop. 1995 Nov;(320):247-78. Review.
- [4] Vaneechoutte M. et al; The possibilities and limitations of nucleic acid amplification technology in diagnostic microbiology. J Med Microbiol 1997 Mar;46(3):188-94. Review.
- [5] Jung R. et al; Quality management and influential factors for the detection of single metastatic cancer cells by reverse transcriptase polymerase chain reaction. Eur J Clin Chem Clin Biochem. 1997 Jan;35(1):3-10. Review.
- [6] Keilholz U. et al; Polymerase chain reaction detection of circulating tumour cells. Melanoma Res 1997 Aug;7 Suppl 2:S133-41. Review, Tutorial
- [7] Orlando C. et al; Developments in quantitative PCR. Clin Chem Lab Med 1998 May;36(5):255-69. Review academic
- [8] Neumaier M. et al; Fundamentals of quality assessment of molecular amplification methods in clinical diagnostics. International Federation of Clinical Chemistry Scientific Division Committee on Molecular Biology Techniques. Clin Chem 1998 Jan;44(1):12-26. Review, tutorial
- [9] Kopper L., Marcsek Z., Kovalszky I.; Molekuláris medicina Medicina könyvkiadó, Budapest, 1997.
- [10] Gottesman M.M. et al; The role of the human genome project in disease prevention. Prev Med 23:591-594, 1994.
- [11] Guyer M.S. et al; The Human Genome Project and the future of medicine. Am J Dis Child. 147:1145-52, 1993.

Levelezési cím:

Dr. Hemold László, HM Központi Honvédkórház, H-Med
Diagnosztikai laboratórium
H-1134 Budapest, Róbert Károly körút 44.

A *Chlamydia trachomatis* fertőzés gyakorisága és lehetséges rizikófaktorainak meghatározása epidemiológiai módszerekkel

Nyári Tibor¹, Deák Judit², Nyári Csaba³, Mészáros Gyula⁴

Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem¹ Orvosi Informatikai Intézet, ²Központi Klinikai Mikrobiológiai Laboratórium, ⁴Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, ³József Attila Tudományegyetem ÁJKK Közgazdász-gazdálkodási Szak.
E-mail: Nyari@dmi.szote.u-szeged.hu

Abstract

Országos jellegű *Chlamydia trachomatis* szűrővizsgálatot végeztünk hét központ részvételével. Célunk egyrészt a magyarországi helyzet felmérése a terhes populációban, másrészt a fertőzés lehetséges rizikófaktorainak feltárása volt. A *Chlamydia trachomatis* szűrésre PACE 2 nukleinsav hibridizációs próbát használtunk.

A *Chlamydia trachomatis* fertőzés átlagos előfordulása 6161 terhességnél 5.9% volt, amely a központok között szignifikánsan változott. Figyelembe véve a diagnosztikus módszer érzékenységét Bayes analízissel 8.0%-ra becsüljük a valós fertőzöttséget. A potenciális rizikófaktoroknak a földrajzi elhelyezkedés mellett a fiatal életkort és a házasságon kívüli kapcsolatot találtuk. A perinatális halálozás szignifikánsan magasabb volt a *Chlamydia trachomatis* fertőzés esetén. Eredményeink alapján fontosnak tartjuk valamennyi terhes és a 20 év alatti, házasságon kívüli kapcsolatban élő női populáció *Chlamydia trachomatis* szűrését.

1. Bevezetés

A szexuális úton átvihető megbetegedések (STD) között az egyik leggyakoribb a *Chlamydia trachomatis* (*C. trachomatis*) által okozott megbetegedés. Az USA-ban 1990-ben több, mint 4 millió *Chlamydia trachomatis* fertőzést regisztráltak. Az európai országokban, Svédország kivételével, évről évre növekszik a fertőzések száma. Magyarországon a *C. trachomatis* fertőzés nem tartozik a bejelentendő megbetegedések közé. A diagnosztikus vizsgálatok az érintett populáció kis körére terjedtek csak ki. 1996-tól szűrővizsgálatunk után azonban országos méretűvé vált [1]. A szűréseket a nukleinsav hibridizáción alapuló PACE 2 Gén próbával végeztük. A diagnosztikus eljárások bővülésével napjainkban ez a módszer már csak 70%-os érzékenységű és 93%-os specifikusságú. Szükségesnek tartottuk a konkrét epidemiológiai eredmények mellett modellezni a fertőzés várható trendjét és a használt diagnosztikus módszer hibáit kiküszöbölő, valós fertőzöttség becslését a Bayes analízissel.

2. Anyag és módszer

A szűrést hét központ, SZOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika (Szeged), SOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika (Budapest), MÁV Kórház (Budapest), DOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika (Debrecen), valamint a miskolci, nyíregyházi, szombathelyi Megyei Kórház szülészeti és nőgyógyászati osztályainak részvételével 1994 január 1. és 1995 június 30-a között végeztük. A mintavételre a terhesség folyamán jelentkező panaszok esetén (pl.: idő előtti burokrepedés), valamint panaszmentes terhesek szűrése és szülése során került sor. A nukleinsav hibridizáción alapuló PACE 2 gén próbát használtuk a *C. trachomatis* szűrésre.

A vizsgátkhoz szükséges minta elemszámot Hsieh képletével határoztuk meg [2]. A központokban az adatokat kérdőíven rögzítettük. A számítógépes adatrögzítés és kiértékelés a SZOTE-n történt. Az adatokat a Mathematica és SPSS programokkal dolgoztuk fel. A *C. trachomatis* fertőzés lehetséges rizikófaktorait logisztikus regresszióval vizsgáltuk. Az elemzések során a Chi-négyzet és kétmintás t-próbákat is alkalmaztunk. A megfigyelt fertőzés gyakoriságot a Bayes analízis kiinduló értékének tekintettük a valós prevalencia becslésénél.

3. Eredmények

6161 terhést szűrtünk, akik *C. trachomatis* fertőzés és más STD-k szempontjából aszimptomatikusnak számítottak. A *C. trachomatis* fertőzés átlagos előfordulása 5.9 % volt amely a központok között 1,3-9,9 %-ig változott. A *C. trachomatis* fertőzött csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt az átlagéletkor ($24,5 \pm 7,4$ év), mint a menteseknél ($26,3 \pm 6,9$ év) ($p < 0,01$). A potenciális rizikófaktoroknak, a logisztikus regresszió alapján, a földrajzi elhelyezkedés mellett a fiatal életkort (a 20 év alatti eseteknél 11.4%-os volt fertőzöttség), a házasságon kívüli kapcsolatot, valamint az ezekkel összefüggésben lévő primiparitást találtuk (1. táblázat).

II. táblázat. A *C. trachomatis* fertőzés rizikófaktora logisztikus regressziós analízis alapján és a számított odds ratio és 95%-os konfidencia intervallum értékek. Az 1.0 érték jelzi a választott referencia kategóriát. (95 % KI: 95 %-os konfidencia intervallum).

	N	C. tr. fertőzött	%	Odds ratio (95% KI)
Központ				p<0.01
SOTE	188	15	7.97	2.01(1.29-3.11)
MÁV	683	20	2.92	0.94(0.66-1.34)
DOE	471	6	1.27	0.49(0.23-1.03)
Miskolc	2114	209	9.88	3.01(2.11-4.47)
Nyíregyháza	1416	76	5.36	1.19(1.05-1.36)
Szombathely	292	4	1.36	0.49(0.19-1.24)
SZOTE	997	32	3.21	1.0
Életkor (év)				p<0.05
<20	743	85	11.4	1.59(1.34-1.88)
20-28	3243	176	5.42	0.97(0.89-1.07)
≥29	2175	101	4.64	1.0
Családi állapot				p<0.05
nem férjezett	1055	89	8.43	1.43(1.16-1.75)
férjezett	5032	273	5.42	1.0
Korábban terhes volt				p<0.01
nem	2515	178	7.07	1.38(1.13-1.68)
igen	3625	773	5.07	1.0

A diagnosztikus módszer érzékenysége az a valószínűség, amellyel a fertőzés diagnosztizálható. Esetünkben a PACE 2 nukleinsav hibridizációs eljárás 70%-os érzékenységgel, a "gold standard"-nak tekintett PCR módszerhez képest. Bayes tétele alapján a való prevalenciát 7.99% becsüljük.

Évenkénti bontásban jól látszik, hogy 1995-ben a felismert pozitív fertőzések aránya szignifikánsan magasabb lett, mint 1994-ben (p<0.001) (2. táblázat).

2. táblázat A *C. trachomatis* fertőzöttség éves gyakorisága

Év	Pozitív	Negatív	Összesen	Havi gyakoriság
1994	193	4105	4298	4.5%
1995	168	1695	1863	9.0%
Összesen	361	5800	6161	5.9%

Értékes adat: 1995 január 1 és 1995 június 30 között A korcsoportonként és évenként vizsgálva a *C. trachomatis* fertőzés előfordulása szintén magasabb 1995-ben (3. táblázat).

3. táblázat. A felismert *C. trachomatis* fertőzések korcsoportok szerinti százalékos megoszlása éves lebontásban.

Év/Korcsp.	<16	17-20	21-24	25-28	29-32	>32
1994	16.7	9.5	5.1	2.6	3.9	5.1
1995	42.11	18.2	10.2	8.3	12.3	11
Összesen	19.7	10.5	6.5	4.4	5.4	4.6

A *C. trachomatis* fertőzés esetén a fenyegető koraszülés 8.1%-ban fordult elő szemben a nem fertőzöttekkel (5.2%) (p<0,05). Mivel a terheseknél a* szülést megelőzően történt a mintavétel, lehetőségünk volt az újszülöttekre is kiterjeszteni a vizsgálatot. Nem találtunk szignifikáns különbséget az idő előtti burokrepedés, intrauterin retardált szülés illetve alacsony születési súly esetén a csoportok között. A perinatális halálozás szignifikánsan magasabb volt a *C. trachomatis* fertőzés esetén (8,5%), mint a negatív csoportban (2,0%) p<0,05). A perinatális intenzív központokba is szignifikánsan magasabb számú (17,1%) *C. trachomatis* fertőzött újszülött került, mint nem fertőzött (6,3%). A *C. trachomatis* fertőzött újszülöttek 7,1%-nál állapítottak meg kongeniális tüdőgyulladást.

4. Megbeszélés

A fertőző betegségekkel foglalkozó irodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a gyakoriságokban lényeges különbségek állnak fenn földrészek és országok között [3]. Magyarországon 1985 óta végzik a *C. trachomatis* diagnosztizálását. [4] 1993-ig az elvégzett éves laboratóriumi vizsgálatok száma 200-300 eset körül volt, mely adatokból korrekt következtetést a hazai fertőzöttségre vonatkozólag nem vonhattunk le. A hazai terhes populáció fertőzöttségéről ez idáig egyáltalán nem volt információ. A pontos epidemiológiai felméréssel egyrészt a genitális fertőzés szempontjából tünetmentes populáció fertőzöttségét, másrészt a *C. trachomatis* terhességben, illetve újszülöttkori patológiás állapotokban játszott szerepét vizsgáltuk.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a magyar lakosság megoszlása *C. trachomatis* fertőzés szempontjából földrajzi területenként eltérő. Az átlagos prevalencia 5,9% volt, de a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei helyzet közelíti a kritikus 10%-ot. A kiemelkedően magas miskolci fertőzöttség valószínűleg a térségben tapasztalható magas munkanélküliséggel lehet összefüggésben. Véleményünk szerint itt a terhes populációt megkülönböztetés nélkül szűrni kellene.

Metodikai eltérésekből adódó különbség az azonos meghatározási módszer, az azonosan felkészített technikai személyzet, illetve a vizsgálati időszakban tartott rendszeres konzultáció miatt kizárható. A PACE 2 nukleinsav hibridizációs módszer 70%-os érzékenységgel a PCR és más amplifikált módszerekhez hasonlítva. Feltételezzük, hogy érzékenyebb eljárásokkal a kimutatott *C. trachomatis* fertőzöttség magasabb lenne, ezért Bayes tétele alapján végeztünk számítás. Így a való prevalencia 7,99%-os, amely már közepes fertőzöttségnek számít. (Az USA-ban már 6%-ot meghaladó fertőzés esetén, költség-haszon elemzések alapján, javasolják a populáció szűrését [5]). Az 1994-es adataink az 1995-ös adatokkal összevetve szintén ezt a hipotézist támasztják alá.

Más tanulmányokhoz hasonlóan, a fiatal életkor (20 év alatti) komoly rizikó tényezőnek találtuk [6]. A

korcsoportonkénti bontásban is a fertőzések száma 1995-ben magasabb, mint az 1994-es adatoknál. A családi állapot szintén rizikó faktornak tekinthető. A házasságon kívüli kapcsolatban élők (hajadon, elvált, özvegy) 1,43-szor veszélyeztetettebbek a házasságban élőkhez viszonyítva eredményeink alapján.

Mivel az esetek többségében a fertőzés tünetmentes volt, ezért különösen fontosnak tartjuk a 20 év alatti, házasságon kívüli kapcsolatban élő női populáció *C. trachomatis* szűrését.

Köszönetnyilvánítás

A dolgozat az MKM PFP 2181/1998-as project keretében készült.

Irodalom

[1] Nyári TT, Deák JJ, Nagy EF, Veréb I, Kovács LJ, Mészáros Gy, Orvos H and Berik I: Epidemiological study of *Chlamydia trachomatis* infection in pregnant women in Hungary. *Sex Transm Inf* 1998;74:213-15.

[2] Hsieh FY. Sample size tables for logistic regression. *Stat Med*. 1989;8: 795-802.

[3] Del-Piano M, Magliano EM, Latino MA, Nicosia R, Sessa R, Clerici P, Colombo R, Gordini C, Serio A. A study of the incidence of urogenital *Chlamydia trachomatis* in patients attending specialized departments of Rome, Milan and Turin, Italy. *Eur J Epidemiol* 1992;8:609-618.

[4] Deák J. The role of *Chlamydia trachomatis* infection in development of infertility: an epidemiological study. *Alpe Adria Microbiol J* 1995;1:37-47.

[5] Nettleman MD, Jones RB, Roberts SD, et al. Cost-effectiveness of culturing for *Chlamydia trachomatis*: a study in a clinic for sexually transmitted diseases. *Ann Intern Med*. 1986;105:189-96.

[6] Herrmann B, Espinoza F, Villegas RR, Smith GD, Ramos A, Egger M. Genital chlamydial infection among women in Nicaragua: validity of direct fluorescent antibody testing, prevalence, risk factors and clinical manifestations. *Genitourin Med*. 1996;72:20-26.

FOSSZTER

Internet-es orvosi tudásellenőrző programrendszer - Dr. Quiz

Bíró Gábor¹, Bukovinszky Anna¹, Martin Dániel¹, Zrinszky Oszkár², Zrinszky Éles Mónika²,
Csenki Tamás³, Kemény András³

¹Pécsi Orvostudományi Egyetem, Továbbképző Központ, Pécs; ²CompuFon Bt., Budapest; ³ISYS Kft., Budapest
birog@educa.pote.hu

Abstract

A távoktatás és az Internet természetes kapcsolatából kiindulva azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy kifejlesszünk egy szerverre telepített tudásellenőrző programrendszert, amelynek használatával az orvosok - vagy más téma kidolgozása esetén egyéb szakemberek - különféle multiple choice kérdéstípusok felhasználásával kidolgozott tesztfeladat-gyűjteményből válogatva és a feladatokat megoldva elősegíthetik egyéni továbbképzésüket. A szerverrel való hálózati kapcsolat fenntartása a feladatok letöltésének idejére korlátozódik. A programrendszer sajátosságai közé tartozik, hogy a válaszokhoz részletes magyarázat kapcsolódik; a megoldás menetébe a tudásszintől függő feltételes elágazások iktathatók be; a válaszok értékelése differenciált; a szerverre visszatöltendő válaszok statisztikai feldolgozása az adatbank minőségének javítását célozza; megadja a feladat szerzőjének nevét és címét az esetleges szakmai kapcsolatfelvétel érdekében. A Dr. Quiz programrendszer jelenleg a tesztelés és az adatbázis feltöltésének stádiumában van.

1. Bevezetés

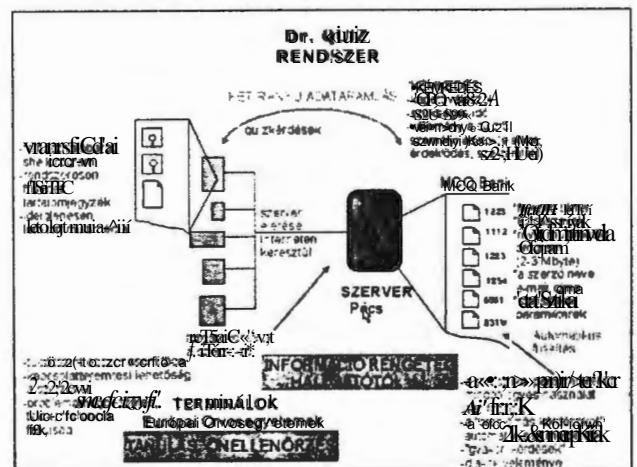
A "life-long-learning", a folyamatos szakmai továbbképzés - és ilyen az orvostovábbképzés is - egyik módja a távoktatás. A távoktatás fontos része a tudásellenőrzés. A távoktatás eszközei közül kiemelt helyet foglal el a számítógépes hálózatok (INTERNET) felhasználása. A távoktatás és az Internet természetes kapcsolatából kiindulva azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy kifejlesszünk egy olyan programrendszert, amelynek használatával az orvosok - vagy más téma kidolgozása esetén egyéb szakemberek - egy tesztfeladat-gyűjteményből válogatva és a feladatokat megoldva elősegíthetik egyéni továbbképzésüket.

A tesztfeladatokat szakorvosok dolgozzák ki, követve az orvosi probléma-megoldás gondolatmenetét. A szerzők - konkrét esetekből kiindulva - leírják a körrelőzmény felvételétől kezdve, a diagnózis felállításán keresztül, a terápia megállapításáig történő orvosi tevékenység főbb lépéseit úgy, hogy a nemzetközileg elfogadott multiple choice kérdéstípusok [1, 2, 3] felhasználásával

szimulálják az orvosi döntéshozatal különböző lépéseit. Az elkészült tesztfeladatokat a rendszergazda - az adatbázis feltöltés után - a programrendszer segítségével egy szerveren tárolja.

2. A Dr. Quiz programrendszer felépítése

A Pécsi Orvostudományi Egyetem Továbbképző Központjában lévő szerveren tárolt tesztfeladat-gyűjtemény az Interneten keresztül bármely számítógéppel és hálózati kapcsolat lehetőségével rendelkező orvos számára elérhető lesz (1. ábra). Egy felhasználóbarát szoftvernek a saját számítógépre történő felvittele, valamint az orvostudomány különböző szakterületeihez kapcsolódó tesztfeladatok - témakörök, illetve kulcsszavak szerint végrehajtott - leválogatása után rendelkezésre áll egy tudásellenőrzést szolgáló feladatsor, amely az Internet kapcsolat megszakítása után, bármikor megoldható. A legelső letöltést követően újabb letöltést csak akkor tesz lehetővé a program, ha az előzőekben letöltött kérdéseket a felhasználó már megválaszolta és a válaszok visszairódnak a szerverre.

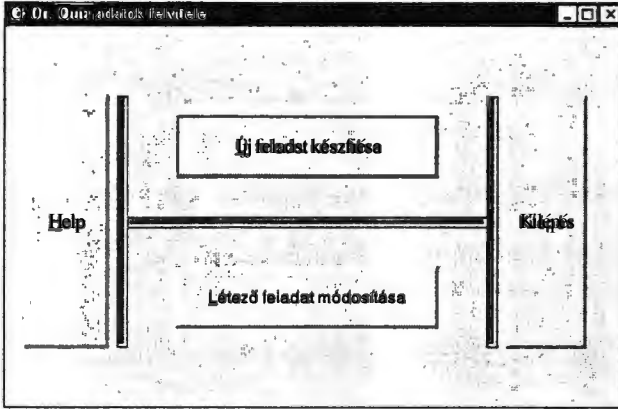


1. ábra. A Dr. Quiz programrendszer vázlata. (Részletes ismertetés a szövegben.)

A program tanító változata mellett beállítható egy vizsgáztató verzió is, amelyben nincs visszajelzés a válaszok helyességére vonatkozólag és természetesen elmarad a válaszokhoz kapcsolódó magyarázó szöveg is.

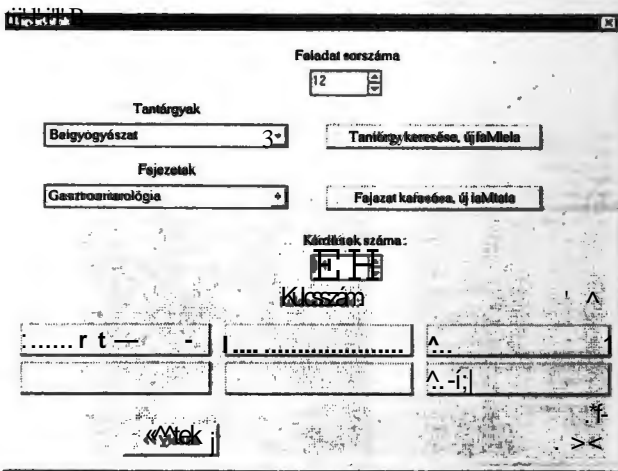
3. A Dr. Quiz programrendszer moduljai

A programrendszer két fő modulból áll. A *Felvitel* modul (2. ábra) a tesztfeladatok gépi rögzítésére és a már felvitt tesztfeladat módosítására szolgál.



2. ábra. A feladatrögzítő modul.

Új feladat felvitelekor alapadatként (3. ábra) először meg kell adni a szakterület (tantárgy) és a témakör (fejezet) nevét. Ez történhet - a már meglévő lista alapján - kijelöléssel vagy egy új név megadásával. Meg kell még adni a feladat témakörön belüli sorszámát, a feladathoz tartozó kérdések számát - ez maximum 99 lehet -, valamint 6 kulcsszót, amelyek közül az utolsó a feladat szerzőjének a neve. Azért, hogy a kulcsszavak egységesen kerüljenek meghatározásra, egy már meglévő listából kell kiválasztani, amely lista természetesen új kulcsszavakkal is bővíthető.



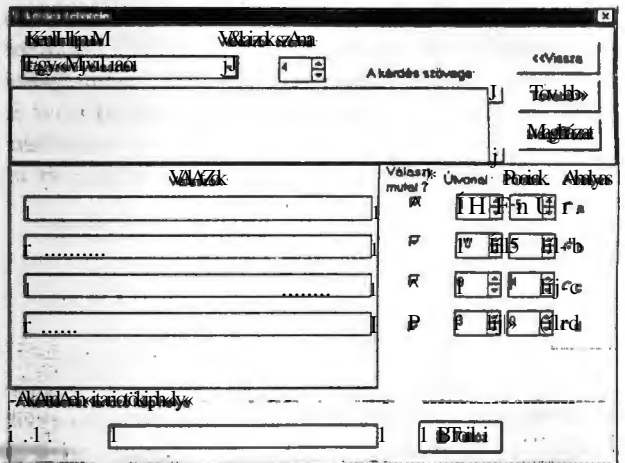
3. ábra. Tesztfeladat alapadatai.

A felvitel következő fázisa az (orvosi) eset leírása, amelyhez kapcsolódnak a tesztfeladat kérdései.

A kérdés rögzítésére szolgáló ablakban (4. ábra) be kell állítani a kérdés típusát, amely a következők egyike lehet:

egyszerű választás, többszörös választás, ötféle asszociáció, négyféle asszociáció, mennyiségi összehasonlítás, variációs összefüggés, relációanalízis és szöveg (ábra, táblázat) elemzés. A különböző kérdéstípusokhoz különböző formátumú válasz-ablak tartozik. Ebbe az ablakba kell beírni az összes helyes és helytelen választ.

Meg kell jelölni a helyes válasznak megfelelő betűt, az egyes válaszok pontértékét (± 5) és az ún. Útvonalat. Az Útvonal oszlopban szereplő számok annak a kérdésnek a sorszámát jelölik, amelyiket a program a következő lépésben képernyőre fog hozni a megoldás során. Így lehetőség van arra, hogy jó válasz esetén könnyű kérdéseket átugorjon a megoldó személy, vagy rossz válasz esetén elágaztatással, illetve visszafordítással módosuljon a megoldás menete. Egy külön - a Magyarázat gombbal aktiválható - ablakba be kell írni az egyes válaszokhoz tartozó magyarázatot. A 'Választ mutat?' oszlopban a feladat szerzője azt is eldöntheti, hogy a kérdések megválaszolásakor mely válasz kiválasztása esetén lássa a felhasználó a válaszokhoz tartozó magyarázatot. Ennek a lehetőségnek az elágaztatás esetén van jelentősége. Mindegyik kérdéshez tartozhat egy-egy - JPG formátumú - kép is, amelynek a számítógépen való elhelyezéséhez a Tallóz gomb aktiválása is szükséges.



4. ábra. Egy kérdés felvitelére szolgáló ablak.

Az összes kérdés rögzítése után még be kell írni - külön ablakokba - a feladat összefoglalását és a feladat szerzőjének nevét, postai címét, telefon és fax számát, valamint email címét (ha van).

Minden egyes tesztfeladat egy-egy - KVZ kiterjesztésű - file-ként kerül tárolásra. A file neve a következők szerint épül fel: 1-2 pozíció: a szakterület (tantárgy) kódja;

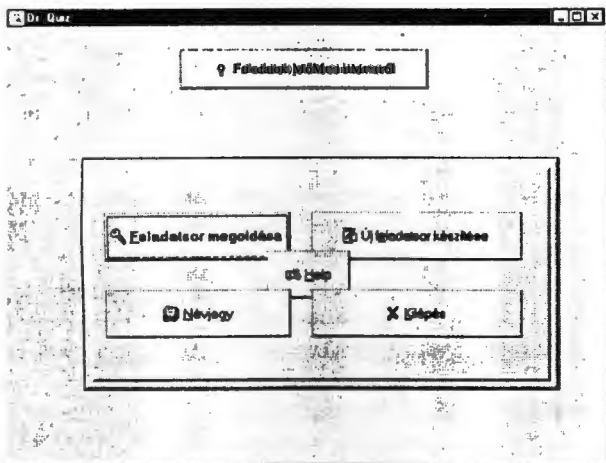
3-4 pozíció: a témakör (fejezet) kódja;

5-8 pozíció: a feladat sorszáma;

Az említett kódokat a program a felvitel sorrendjében automatikusan generálja és ezeket a számokat különálló TXT file-okban lehet megtekinteni.

A már létező - rögzített - tesztfeladat módosítható, bármelyik mező átjavítható.

A programrendszer másik fő modulja (5. ábra) a **Megoldás** célját szolgálja.

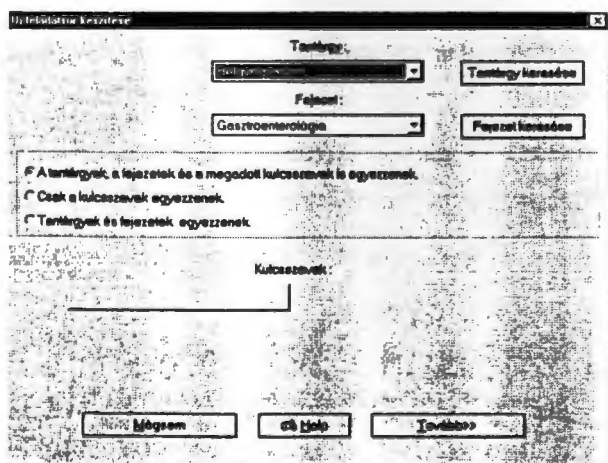


5. ábra. Megoldás modulja.

E modul szoftverét a felhasználók saját gépekre telepítve használják. A felhasználók - első lépésként - az INTERNET-en keresztül kapcsolatba lépnek a Dr. Quiz szerverével, ahonnan - a válogatás szempontjait megadva (6. ábra) - letölthetnek alkalmanként maximum 50 tesztfeladatot. A válogatás szempontjai a következők lehetnek:

- A leválogatandó feladatok a megadott szakterületnek (tantárgy), témakörnek (fejezet) és kulcsszavaknak maradéktalanul megfelelnek.
- Csak a szakterület (tantárgy) és témakör (fejezet) szerint történik a leválogatás.
- Csak a megadott kulcsszavak alapján történik a leválogatás.

A válogatás egyes lépései mindig - egy betűrendbe szedett lista alapján - kijelöléssel hajthatók végre.



6. ábra. Új feladatsor készítése.

Lehetőség van arra is, hogy a felhasználó a szerverről már korábban letöltött tesztfeladatokból a saját számítógépén - a szempontok variálásával - új összetételű feladatsorokat állítson össze.

Egy tesztfeladat megoldása során a feltett kérdésre a feleletet a felsorolt válaszok mellett megjelenő - betűvel is jelölt - kis körre való kattintással lehet megadni.

Miután a felhasználó egy tesztfeladatot megoldott, megjelenik a képernyőn egy összefoglaló értékelés a helyes és helytelen válaszok felsorolásával, valamint a megoldásokért kapott pontok összegének a feltüntetésével. A program megadja az adott tesztfeladat megoldása során elérhető maximális pontszámot és - több tesztfeladat megoldása után - a felhasználó összes pontszámát.

4. A Dr. Quiz programrendszer sajátosságai

A Dr. Quiz programrendszer néhány olyan sajátossággal rendelkezik, amelyek révén igen alkalmas - az tesztfeladatok témájától függően - bármely szakterületen megszerzett tudás ellenőrzésére.

A program egyik sajátossága a Felvitel modul ismertetésénél említett Útvonal mező beállítása, ami a kérdésfeltevés sorrendjének feltételes, a tudásszinttől függő változtatására vonatkozik. Ezzel a tanulás hatékonyságát kívánjuk növelni.

A program egy másik sajátossága az, hogy a kérdések maguk, illetve a kérdésekre adott válaszok különböző pontértékkel rendelkezhetnek. Így súlyozni lehet a kérdésre adott helyes válasz esetén kapható ponttal a kérdés nehézségi fokát és a helytelen válasz esetén kapott alacsony - vagy akár negatív - pont az ismerethiány mértékét fejezi ki. Ilyen módon hangsúlyozni lehet egy-egy kérdés fontosságát, aminek különös jelentősége van az orvosi gyakorlatban.

Egy további sajátossága az a kétirányú kapcsolat, ami a felhasználó számítógépe és a szerver között létrejön akkor, amikor egy újabb tesztfeladatsor kerül letöltésre. Ilyenkor a szerveren tárolódik, hogy az egyes kérdésekre milyen válaszokat adtak a felhasználók. Hangsúlyozni kell azonban azt, hogy a válaszok lekérdezése és tárolása a titkosság megőrzésének biztosításával történik, és - a tanulást támogató verzió beállítása esetén - egyáltalán nem a felhasználó tudásának értékelését célozza, hanem kizárólag a tesztfeladatbank minőségbiztosítását szolgálják. Az így szerzett információkból és adatokból kiszámított statisztikai paraméterek (nehézségi index, differenciáló képesség, megbízhatósági index) kiértékelésével [1] elősegíthető az adatbank minőségének folyamatos javítása.

A program sajátosságai között említjük azt a körülményt, hogy a tesztfeladatok szerzőjének neve és

elérhetőségének adatai is letöltődnek a felhasználó számítógépre. Így alkalom nyílik, arra, hogy a „tanuló” (felhasználó) és a „tanár” (szerző) között létrejöhessen egy személyes kapcsolat, amely lehetővé tehet szakmai eszmecserét a feldolgozott esettanulmány kapcsán, ezzel is elősegítve a tesztfeladatokban esetleg előforduló hibák kiszűrését.

A Dr. Quiz programrendszer jelenleg tesztelés és az adatbázis feltöltésének stádiumában van. Bár a családorvosok szakképzését és továbbképzését szolgáló tesztfeladatokkal történik a programrendszer feltöltése, megfelelő adatbázis kidolgozása esetén bármely más szakterületen is alkalmazható mint - az Internet kapcsolat létrehozásával támogatott - önképzéses tudásellenőrzés távoktatási formában megvalósuló eszköze.

A Dr. Quiz programrendszer kifejlesztése a családorvosok szakképzését és továbbképzését támogató távoktatási tananyagok kidolgozására elnyert Phare projekt (HU-94.05 0301-LO01-42) keretében történt.

Referenciák

- [1] Lissák K., Czopf J., Ozsváth K.: Írásbeli tesztek kiértékelése standard kérdés-bank kialakítása céljából, Felsőoktatási Szemle, 1974, XXIII., 392-396
- [2] Szeberényi, J., Tigyi, A.: The use of application tests, a novel type of problem-solving exercise as a tool of teaching and assesment of competence in medical biology, Medical Teacher, 1987, 9, 73-82
- [3] Tigyi A.: A kognitív szféra magasabb szintjének mérési tapasztalatai oktatásunkban, Magyar Pedagógia, 1981, 3, 299-305

Levelezési cím:

Bíró Gábor
 Pécsi Orvostudományi Egyetem
 Továbbképző Központ
 7624 Pécs, Szigeti út 12. Pf.: 99.
 Tel./fax: 72-315-852
 email: biro@educa.pote.hu

Body composition analysis based on the impedance method

Ákos Cservedi

MTA SZTAKI, CIM Research Laboratory

E-mail: cservedi@sztaki.hu

Abstract

The study of the electrical properties of different biological tissues has started in the last century. These studies were undertaken by researchers with different scientific backgrounds. This had some advantages and drawbacks too. One of the drawbacks was that it led to the existing range of misunderstood and confusing terminology and concepts. The researchers with different scientific backgrounds led to the cross-fertilization of ideas between the various physicists, electrochemists, electrophysiologists and biomedical engineers studying dielectrics, electrode-electrolyte interfaces, cell membranes and animal tissues.

1. Introduction

The impedance cardiography was the first among bioimpedance analysing methods, that was used widely all over the world in diagnostics.

The body composition analysis is a relatively new method. This method is based on the fact, that the electrical conductivity of bones and adipose tissues is lower than that of the non-adipose tissues'. This method's primary advantage - compared to the traditional methods (skinfold thickness measurement or dilution techniques) - that this is more simple, faster and non-invasive. The impedance is measured between the ankle and wrist (generally on the right-side) by electrodes and is used for estimating the body composition in the form of Ht^2/R (where Ht is height in centimeters and R is the resistance (or impedance) in

ohms). The output of the procedure is the estimated amount of total body water (TBW), extra- and intracellular water, fat mass (FM) and fat-free mass (FFM). Perhaps, the main disadvantage of the method is that if we want to estimate these amounts more precisely we have to use more parameters in our prediction equations, but despite of this the correlation with traditional methods is high (>0.9).

With the cooperation of the employees of the ASKJT Ltd. we developed an equipment which is applicable to data acquisition and estimation of the body composition during haemodialysis.

2. The principles of bioimpedance

By plotting the electric impedance of the tissues on the complex impedance plane we can get an arc above the real axis, the center of which lies below the real axis. This arc has a high (R_{i0}) and a low frequency intercept (R_0) on the real axis. The location of the arc's center below the real axis is expressed in terms of the angle Φ . (Fig. 1.)

It has been found that impedance arcs, like this can be well modelled by the following empirical equation proposed by Cole in 1940 :

$$Z \equiv R_{\infty} + (R_0 - R_{\infty}) / [1 + (j\omega T_0)^{\alpha}] \quad (1)$$

where $\omega_0 (=1/T_0)$ is the angular „turnover” frequency, T_0 is a time constant and α is a dimensionless time constant and its value is between 0 and 1 [1].

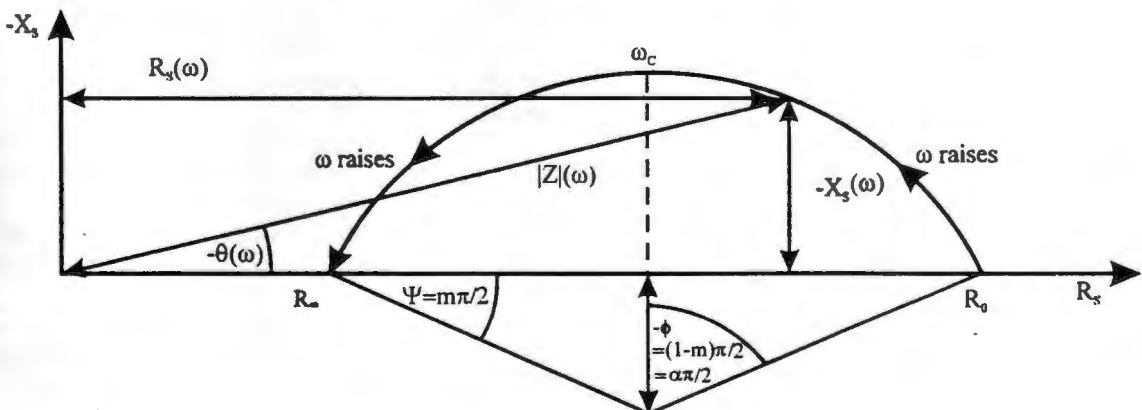


Figure 1. Complex impedance diagram of a typical biological tissue[1]

In the domain of low frequency R_0 represents the resistance of the non-cellular fluid, while in high frequency R_∞ represents the resistance of the non-cellular fluid and the impedance of the cells. In the equation (1.) if $\alpha=1$, then the impedance arc becomes a semi-circle, the center of which lies on the real axis. In this case the value of Φ equals to 90° . If $\alpha < 1$, then the center of the arc moves below the real axis. In this case the intercept angle, Φ will be less than 90° .

3. The tetrapolar circuit

The bioimpedance (or its change) can be measured by a tetrapolar circuit (Fig.2.), which provides the most precise result among the circuits applicable for bioimpedance measurement, because the electrode-skin effects can be eliminated by the usage of a constant current generator.

Using this circuit the current of the generator (which is in fact the oscillator and the two R resistors) is injected into the patient over the electrodes 1 and 4. The tissue impedance dependent output voltage is measured between the electrodes 2 and 3. We can achieve that the current of the generator be independent from the impedance between the electrodes, if the current generator's output impedance is much higher than the summary of three impedance values: the two electrode-skin impedances (Z_{1s} , Z_{4s}) and the patient's impedance (between electrodes (1,4)).

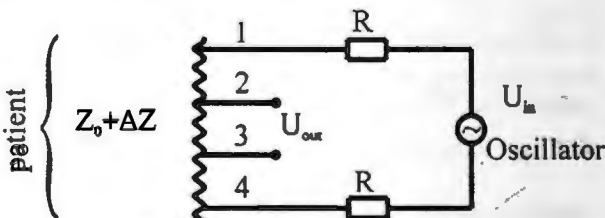


Figure 2. The tetrapolar circuit

The output voltage (U_{out}) appearing between electrodes (1,3) is proportional with the injected current (I) and the impedance between the electrodes. So:

$$U_{out} \approx I \cdot Z_{2-3}$$

If we have an equipment, the input impedance of which is high enough compared to the impedances mentioned above, then the measured value shows the real U_{2-3} ($= U_{out}$) voltage. We can write:

$$U_{2-3} = I \cdot Z_{2-3}, Z_{2-3} = Z_0 + AZ \text{ és } U_{2-3} = U_{out}$$

where AZ is an additional value (i.e. noise) what we can eliminate from the result.

Calibrating the system is very easy. We have to disconnect the electrodes from the patient and connect

them to a precise, but not inductive resistor. After that we have to connect the electrode (1) to electrode (2) and the electrode (3) to electrode (4). So our system is transformed to a bipolar circuit. [2]

3.1 „Standardization” of circumstances

In order to proceed a reproducible measurement, we have to consider two main circumstances. The first one is the patient's body position during the measurement. The patient has to lay horizontally to be in a stable position (not to be able to move during the measurement and the fluid in his body will be distributed equally). The second one is that we have to define adequate reference points on the patient's body, to where we can connect the electrodes. These reference points are (in the case of tetrapolar circuit): the trigger electrodes are on the middle of the dorsal surfaces of the hands and feet near (proximal) to the metacarpal-phalangeal and to the metatarsal-phalangeal joints, respectively, and the voltage measuring electrodes are also medially between the distal prominences of the radius and the ulna and between the medial and lateral malleoli at the ankle. [3]

3.2 Equations providing the results

We can derive our results (TBW, FFM, FM) from the following expressions ([4], [5])::

$$TBW = 0.5561 \cdot \frac{Ht^2}{R} + 0.0955 \cdot Wt + 1.726, \quad (2.)$$

$$FFM = 0.61 \cdot \frac{Ht^2}{R} + 0.25 \cdot Wt + 1.31,$$

$$FM = [\{ (1.11) \cdot \frac{Ht^2}{R} + 0.04 \cdot Wt + 51.66 \} / 100] \cdot Wt,$$

where Ht-height is in centimeters, Wt-weight is in kilograms, R-impedance is in ohms.

4. Circumstances affecting the measurement result

Despite of the patient-friendly, fast and noninvasive properties of the body composition analysis by impedance method its two properties are criticised a lot. The first one is we do not know how the current exactly flows inside the body. Of course, it depends on the electrical properties of the tissues. This is almost impossible to inspect.

The second source of the criticisms is that there are some disturbances that have effects on the measured data. Some of them are (only briefly):

- position of the body – the „non-standard” position of the body can cause a 5% difference in the measured impedance

- respiration – its effect is not significant to this kind of measurement but it is important to impedance cardiography, where it can raise the thoracic impedance by around 10%;

- electrode positioning – it is a difficult task to position the electrodes onto the same point despite of the „standardisation”;
- electrode desiccation – this can occur during long term data acquisition, the electrode desiccation can raise the impedance of the electrode-skin transition, but this effect is not remarkable with usage of up-to-date electrode-gels;
- there is no general equation which can predicate the body composition of a person of any kind of physique (and sex and age).

5. An example measurement

Here I present the result of one data acquisition procedure. The measured person was a 14 years old boy, who was under haemodialysis treatment. His weight was 44 kg and his height was 155 cm at the beginning of the procedure.

Table 1. Summary of the measured data during haemodialysis

Impedance [ohm]	time	TBW [liter]	TBW/Weight [%]
416,57	Apr,27,06:57:15	38,00	86,4
427,93	Apr,27,07:07:15	37,15	84,4
403,02	Apr,27,07:17:15	39,08	88,8
441,92	Apr,27,07:27:15	36,16	82,2
426,18	Apr,27,07:37:15	37,28	84,7
439,29	Apr,27,07:47:15	36,34	82,6
470,76	Apr,27,07:57:15	34,31	78,0
466,39	Apr,27,08:07:15	34,57	78,6
468,14	Apr,27,08:17:15	34,47	78,3
474,25	Apr,27,08:27:15	34,10	77,5
470,54	Apr,27,08:37:15	34,32	78,0
475,13	Apr,27,08:47:15	34,05	77,4
478,62	Apr,27,08:57:15	33,84	76,9
490,86	Apr,27,09:07:15	33,15	75,3
478,84	Apr,27,09:17:15	33,83	76,9
485,40	Apr,27,09:27:15	33,45	76,0
492,61	Apr,27,09:37:15	33,05	75,1
494,36	Apr,27,09:47:15	32,95	74,9
496,10	Apr,27,09:57:15	32,86	74,7
498,95	Apr,27,10:07:15	32,71	74,3
495,23	Apr,27,10:17:15	32,91	74,8
501,35	Apr,27,10:27:15	32,58	74,0
505,72	Apr,27,10:37:15	32,35	73,5
504,84	Apr,27,10:47:15	32,39	73,6
512,49	Apr,27,10:57:15	32,00	72,7
525,82	Apr,27,11:07:15	31,34	71,2
529,97	Apr,27,11:17:15	31,14	70,8
514,02	Apr,27,11:27:15	31,92	72,5
526,69	Apr,27,11:37:15	31,29	71,1
539,80	Apr,27,11:47:15	30,68	69,7
497,85	Apr,27,11:57:15	32,76	74,5

1998.04.27, 06:57 - 11:57 (data acquisition in every 10 minutes)

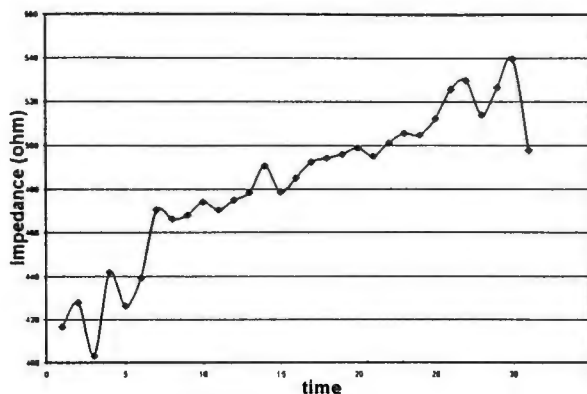


Figure 3. The changes of the bioimpedance during haemodialysis in one patient

There was 4 liters of fluid extracted from his body by the end of the treatment. The TBW value is calculated from equation (2.). Table 1. contains all measured and calculated data. The fourth column of the table indicates the ratio between the TBW index and the body weight. Generally it is said in the practical medicine, that the water content of a child is around 60-70% relative to the body weight. This could be the only comparative fact.

6. Summary, conclusions

In this paper the results of a body composition measurement were discussed based on one single, but reliable set of measured and calculated data. This time we can not say anything sure about the validity of this method because we could not find any hospital or clinic to make further reference measurements. These reference measurements can be performed by using the dilution techniques or skinfold thickness measurements. The dilution techniques need to inject some radioactive material into the body and get blood sample after a given time. It is expensive because of the marker, this procedure takes a long time to perform and invasive which is uncomfortable for the patient. During the skinfold thickness measurement we have to determine the thickness of the skin with a caliper on well defined body regions – there can occur many errors during measurement. We are convinced that we can set up new equations to estimate the body composition under haemodialysis for children more accurately. We need more measurements and research to prove the applicability of this method. But it seems it is worth to invest some efforts to better know this area because this method is non-invasive, patient-friendly and cheap.

References

- [1] E.T.McAdams, J.Jossinet: Tissue impedance: a historical overview, *Physiol.Meas.* 16(1995), pp.A1 - A13.
- [2] L.A.Geddes: Principles of Applied Biomedical Instrumentation, Chapter 11, Detection of Physiological Events by Impedance, pp. 537 - 639.
- [3] H.C.Lukaski 1987: Methods for the assessment of human body composition: traditional and new, *The American Journal of Clinical Nutrition* 1987 (46), pp.537 - 56.
- [4] L.B.Houtkooper, T.G.Lohman, S.C.Going, W.B.Howell: Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity, *The American Journal of Clinical Nutrition* 1996 (64), pp.4366-4448.
- [5] J.J.Reilly, J.Wilson, J.H.McColl, M.Carmichael, J.V.G.A.Durnin: Ability of bioelectric impedance to predict fat-free mass in prepubertal children, *Pediatric Research* 1996 (39), No.1, pp.176-179.
- [6] A.Lozano, J.Rosell, R.Pallás-Areny: Errors in prolonged electrical impedance measurements due to electrode repositioning and postural changes, *Physiol.Meas.* 16 (1995), pp.121 - 130.

Mailing address:

MTA SZTAKI, CIM- Kutatólabor, 1111 Bp., Kende u. 13-17

Menedzsment informatikai "Rubik-kocka"

Háromdimenziós megoldás AMIS/AS400-as környezetben

Dobos Rita - Szilágyi Éva - Pável Ildikó - Dr. Surján György

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem, Budapest

Összefoglaló

As egészségügyi reform idő, költség - bevétel - teljesítmény - és költséghely adatok részleg szintű követését vonta maga után. Az AMIS szoftver olyan adatbáziskezelő, ami három dimenzióban tárolja és kezeli az adatokat. A leírás ennek tapasztalatait, előnyeit és hátrányait tartalmazza.

A rendszer előnyei a következők voltak:

- nyitottság (egyszerű adatátvitel ASCII, DBF WORD és egyéb formátumokból)
- grafikus megjelenítés lehetősége
- beépített statisztikai funkciók (tracéálményesség-számításhoz, költségvetési tervezéshez)

A hátrányok:

- bonyolult belső hivatkozási rendszer a táblázat elemei között
- a rendelkezésre álló, erőforrásokat meghaladó memóriakapacitás
- jelentősen növekvő sálaszadási idő
- egyfelhasználós környezet
- személyfüggőség, csak egy felhasználónak van rálátása az egész rendszerre

II. Probléma, előzmények

Az 1993-ban kezdődött egészségügyi reform új helyzet elé állította a kórházvezetőket, amelyben szükségessé vált a költségek és teljesítmények részleg szintű követése. Ezeket az adatokat integrált információrendszer hiányában is figyelni kellett. Következésképp egyszerű és jól használható megoldásokat kellett keresni. Ez volt a helyzet a mi Intézetünkben is: különböző típusú részrendszerek léteztek egyszerre, ideértve a papíron történő feldolgozást is. A heterogén input adatok feldolgozására először MS Excel táblákra épülő rendszert dolgoztunk ki, amely kézzel illetve félautomatikusan összegyűjtött adatokat rendezett - megfelelő keresztellenőrzések után - adatbázisokba, táblázatokba.

A súlyos hátrányok miatt a rendszer végülis megbukott. A kudarc legfőbb okának a kétdimenziós táblák és a háromdimenziós adatstruktúra

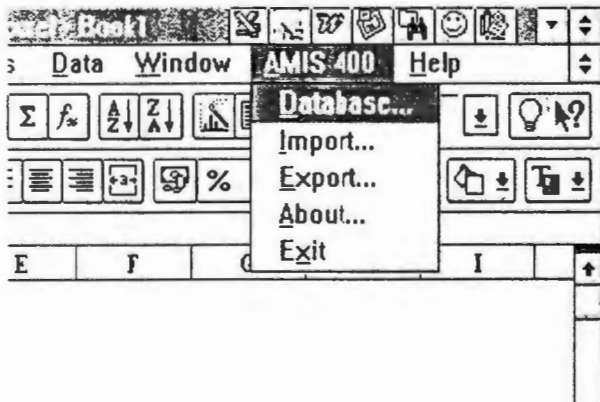
- 1.) idő, 2.) költséghelyek, 3.) adatfajták, - közötti ellentmondás bizonyult.

Telesítmény, bevétel és költség adatokat kell részlegre bontottan, meghatározott időszakonként összehasonlítani, elemezni. Nincs olyan rendszer, ami

ezeket az adatokat prezentálja, viszont a döntéseket meg kell hozni. Olyan rendszere van szükség, amely a háromdimenziós adatstruktúrát kezeli, a problémának megfelelő adatokat megfelelő bontásban, nagyobb bonyoltság mellett időben elő tudja állítani.

2. Megoldási módszer

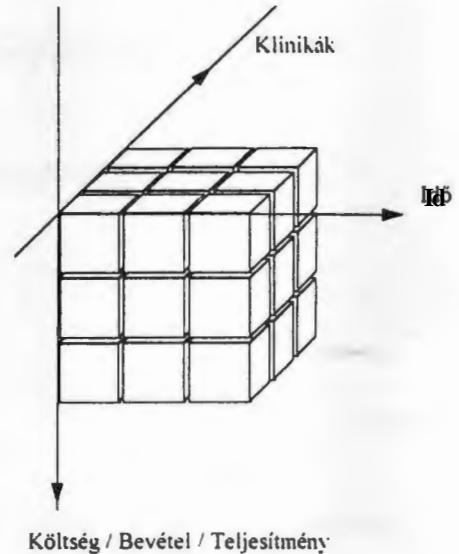
A probléma kezelésére választott rendszer az AMIS (Advanced Management Information System), egy IBM AS/400-as gépen. OS400 operációs rendszer alatt futó kliens-szerver architektúrájú háromdimenziós adatbáziskezelő. A rendszer lelke az AMIS szoftver, amely elérhető terminálról. PC-ről Client Access terminál emuláció- keresztül. A kliens oldal az AMIS Desktop, egy felhasználói munkaállomás grafikus interfészzel. Ezen kívül kliens oldali szoftverként egyszerűen az EXCEL is használható, mely az AMIS installációjakor mindössze egy további főmenüpontra bővíti



Ez a rendszer alkalmas háromdimenziós adatstruktúrák feldolgozására. Az "adatkocka" három oldalról vizsgálható a három dimenzióinak megfelelően, hasonlóan a Bűvös Kocká-hoz.

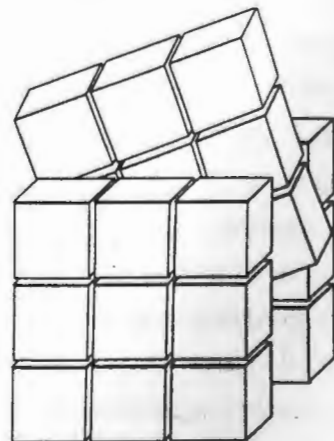
A már megalkotott modell háromdimenziós felépítése a következőképpen képzelhető el: egy olyan

kocka, melyet egymás mögé helyezett kétdimenziós lapok alkotnak.



A kocka egyik éle mindig az időtengely, a másik kettő szabadon definiálható, esetünkben a szervezeti egységek (a klinikák és részlegeik), illetve az egyes költségnevek, bevételek, teljesítményadatok.

A háromdimenziós modellből a képernyőn megjeleníthető kétdimenziós táblát lehet produkálni: bármely tengely mentén kiválaszthatunk egy elemet (fókusz), és ezáltal a modell egy szelete "kihúzható".



Minden "adat-oldal" kiválaszható, csoportosítható és grafikus megjeleníthető a felhasználói oldalon (AMIS Desktop). Bármely adat-oldal alakítható MS Excel táblázattá és fordítva. Ez azt jelenti, hogy bármely Excel alkalmazás felhasználható, a már meglévő adatok a rendszerbe egyszerűen bevihetők. A modellek általában nem fixek, lezártak, hanem állandóan, dinamikusan változnak, növekednek: ahogy haladunk az időben, a kocka időtengelye is úgy nő, valamint új pl. részlegek létrejötte vagy új bevételi forrás megjelenése a másik tengelyen is növekedést eredményez.

A rendszer előnyei:

- Megfelelő adatstruktúra: a számítógépes modell megegyezik a valóságos probléma struktúrájával
- nyitottság (egyszerű adatátvitel Excel-en keresztül bármely használt adatformátumba és vissza)
- többfelhasználós rendszer: több felhasználó egy időben dolgozhat ugyanazon "adatkocká"-ban
- grafikus megjeleníthetőség (akár AMIS Desktop-on vagy Excel-ben)
- gyakorlatilag korlátlan növelhetőség a felhasználói környezet megváltoztatása nélkül.

3. Eredmények

Az 1997 év adatait - még nem teljes körűen ugyan - sikerült megjelenítenünk ebben a struktúrában.

Problémát okoz az input adatok késése illetve hiánya, az intézeti struktúra többféle értelmezése, az egyetemi jellegből adódó értelmezési problémák (pl. oktatási teljesítmény) stb.

Ezek miatt az idejű adatbázis feltöltése sajnos nagyon lassan halad. Az általunk kidolgozott strukturális felépítés és a számvitel által használt szakfeladat szerinti bontás néhol nehezen egyeztethető össze. Ennek

összehangolása folyamatban van. Ez késlelteti a kocka egyértelmű adatokkal való feltöltését.

Mint mondtuk, az adatok Excelben megjeleníthetők, "formálhatóak". Folyamatban van egy macro program kidolgozása, amelynek segítségével egyetlen gombnyomásra a megfelelő formátumban állnak rendelkezésre az adatok. Ennek segítségével az adatok az AMIS ismerete nélkül lekérhetők.

4. Diskusszió

A rendszer eddigi tapasztalt technikai hátránya a viszonylagos lassóság grafikus környezetben.

Ugyanakkor a tapasztalatok megmutatják, hogy a korszerű információtechnológia alkalmazása a menedzsmentben szükségszerűen egy sor intézmény szervezési és irányítási kérdése villágit rá. A problémák megoldása inmentől kezdve már nem információtechnológiai kérdés.

Levelezési cím:

Helyi Halló Egészségtudományi Egyetem
Adatszolgáltatási Osztály
1135 Budapest
XIII. Szabolcs ut. 33 - 35.

Orvosi szövegek adatbázis alapú látens szemantikai elemzése

Héja Gergely

Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar

e-mail: s6438hej@mit.bme.hu, sudara@hotmail.com

1. Abstract

Az orvosi szövegek indexelésére (pénzügyi, kutatási, epidemiológiai, stb. célokra) az orvosi informatikai nehéz területe. Pl. a BNO kódolás estében megfigyelhető nagy hibaszázalék (akár 20-50 százalék) okai között szerepel a szükséges széleskörű ismeret hiánya és a kódrendszer belső inkonzisztenciája. Ennek következtében sok indexelést végző rendszert fejlesztettek ki, amelyek nagy része precízebb, mint a kódoló szakemberek. Ezek a rendszerek csak az indexeléssel foglalkoznak: az orvosi szöveghez (amit helyesnek felfátelvez) a kódrendszer legmegfelelőbb kategóriáját próbálja rendelni. Az alább ismertetett módszer fő célja nem egy új (fél)automata indexelési módszer kidolgozása (bár erre is használható), hanem az információ konzisztenciájának biztosítása a fátelbfgozás különböző szintjein.

2. Feladat

Az orvosi szövegek feldolgozásának statisztikai módszerei főként a dokumentum visszakeresésre lettek kifejlesztve. Ezen módszerek alapja az ún. szó-dokumentum mátrix. A dokumentumok oszlopvektorok a szavak – mint bázisok – által meghatározott térben. A legegyszerűbb esetben a mátrix bináris: csak azt jelzi, hogy az adott szó szerepel-e a szöveg objektumban, függetlenül az előfordulási számától. Ennek az értéknek súly is adható, ami a szó előfordulási gyakoriságára vagy fontosságára jellemző. Két dokumentum hasonlóságát az ún. koszinusz hasonlósággal lehet leírni:

$$C = \frac{a \cdot b}{\|a\| \cdot \|b\|},$$

ahol a és b a dokumentumok vektorai, \cdot jelöli a skaláris szorzást és $\|x\|$ az euklidészi normát jelöli. Ezen módszer irodalmi keresésknél igéretes, mert hatékonyabbnak látszik, mint a hagyományos keresési módszerek.

Amennyiben a szavakra ill. kifejezésekre vagyunk kíváncsiak, akkor fenti módszer módosításra szorul.

A szemantikus teret másképpen tekintjük, azaz a dokumentumok a tér bázisai. Ez esetben a koszinusz érték egy szópárra egy bizonyos szemantikai kapcsolatot ír le. Ha ez az érték egyhez közele, akkor a megfelelő szavak az azonos dokumentumokban szoktak előfordulni, azonban hosszú szövegobjektumok esetén ez nem mond semmit (ui. lehet, hogy semmi közük egymáshoz). Ezért ezt a vizsgálatot rövid szövegobjektumokon érdemes végezni (mondatok, diagnózis kifejezések).

A közös előfordulás nem feltétlenül szimmetrikus, ezért bevezethető egy olyan hasonlósági mutató, amely kifejezi a kapcsolat asszimmetriáját. Nevezzük a szavakhoz rendelt értéket lineáris affinitásnak, amelyet a következő képlet ír le:

$$\text{Aff}(w_i, w_j) = \frac{w_i \cdot w_j}{\|w_i\| \cdot \|w_j\|}$$

ahol w_i, w_j a két szó vektora. A koszinusz formulától csak a nevező tér el, ami az egyik szó normájának négyzete; ezáltal lesz a kifejezés asszimmetrikus. Az $\text{Aff}(w_i, w_j)$ az $\text{Aff}(w_j, w_i)$ inverze. Az affinitásnak 0 és 1 közötti számnak kell lennie: a nulla affinitás azt jelenti, hogy soha nem fordulnak elő közösen (ez esetben mindkét affinitás 0). Más esetben a két eltérő lehet. Ha $\text{Aff}(w_i, w_j) = 1$, akkor a másik értékre csak az van kikötve, hogy nullánál nagyobbak kell lennie.

A szövegobjektumban található szavak koszinusz affinitásait egy ún. karakterisztikus mátrixba lehet foglalni. E mátrix egy szó-szó mátrix, ami csak a dokumentumban levő szavakat tartalmazza. A főátlóban egyesek találhatóak, a mátrix szimmetrikus. Az objektumban előforduló szavak összetartozásának erősségét jellemzi a mátrix euklidészi normájának és a szavak számának hányadosa. A másik lehetséges mérték a szintén normalizált geometriai átlag.

Ezenkívül azt is érdemes megvizni, hogy nem maradt-e ki egy szó a mondattól. Ehhez a környezeti mátrixot kell meghatározni, amelyben a lineáris affinitást kell kiszámolni. A

karakterisztikus mátrixot ki lehet egészíteni olyan szavak sorával, amelyek az analizált szöveg legalább egy szavával előfordultak már. Az így megalkált szavaknak a mondattal való viszonyát sorvektoraiik szószámával korrigált normája vagy geometriai átlaga jellemzi.

A környezet vizsgálata során azt is meg lehet vizsgálni, hogy az adott szó mennyire gyakran fordul elő csak magában. Ez esetben az adatbázis feltöltésakor az egyszavas mondatokhoz egy speciális (null) szavat kel hozzáadni.

3. Implementáció

A mátrix legtöbb eleme nulla, ezért nagy mennyiségű adat esetén nem érdemes egyszerűen a mátrixokat tárolni. Egy lehetséges megoldás az, hogy csak a közösen előforduló objektumokat tároljuk: alapvetően a szó-szó, ezenkívül a szó-mondat, a mondat-dokumentum párokat. A szavak és más objektumok önálló előfordulását külön táblázatokban tartjuk nyilván.

A következő táblákat használjuk:

1. A **WordTable** nevű tábla a szavakat írja le, három mezőt tartalmaz. A **Word** mező a szót tároló string, az **Occurance** a szó előfordulási számát, a **WordIndex** a szó indexét tartalmazza.
2. A **SentenceTable** nevű tábla a mondatokat (szövegegyetkeket) írja le. A **Sentence** mező a mondatot tároló string, a **SentenceIndex** az indexe.
3. A **WordWordTable** a közösen előforduló szavakat tartalmazza. A **WordOIndex** és a **WordIIndex** mezők a szópár indexei. A **CommonOccurance** mező a közös előfordulási gyakoriságot tárolja. Mivel a két szó közti kapcsolat erősségét a köztük levő távolság is meghatározza, ezért egyes elemzésekben ezt is fel lehet használni. Tehát a továbbfejlesztés megkönnyítése miatt egy **SumDistance** mezőt is bevezettünk, ami a szavak távolságának összegét tárolja. Bizonyos mondatok "szószerűen" tartalmaznak a kifejezéshez tartozó szakmai kódokat (pl. BNO). Az **IsCode** mező tárolja azt, hogy az első szó kód-e (a gyorsabb válaszidő miatt nem a **WordTable**-ben tároljuk).
4. A **WordSentenceTable** a szó-mondat kapcsolatot írja le. A **WordIndex** mező a szó indexét, a **SentenceIndex** a mondatét, a **Position** pedig a szó mondatbeli pozícióját tartalmazza.

A szavak koszinusz hasonlóságát és az affinitásukat a **CommonOccurance** és az **Occurance** mezőből lehet kiszámítani:

$$C = O(w_j, w_j) / O(w_j) * O(w_j), \text{ ill.}$$

$$Aff(w_j, w_j) = O(w_j, w_j) / O(w_j)^2$$

ahol $O(w_j)$ a w_j szó előfordulását, a $O(w_j, w_j)$ a w_j, w_j szópár közös előfordulását jelenti.

4. Realizáció

A programfejlesztés VC++ 5.0 alatt történik, Win32 (alapvetően WindowsNT) platformra, a programok HW igényét egy jobb PC kielégíti. Mindegyik dokumentum MDI-os (Multiple Document Interface), ugyanis többfajta dokumentumokat kezelnek.

A kísérleti program MS Access adatbáziskezelőt használ, amelyet egy VC++ applikációból közvetlenül el lehet érni, nem kell ODBC driver hozzá. A fejlesztés alatt kiderültek az Access hátrányai: a korlátozott rekordszám és bizonyos lübak a lekérdezések során. Emiatt a jövőben SQL Server-t használunk majd adatbáziskezelőként (emiatt egy Windows NT Server-re van szükség).

A karakterisztikus és a környezeti mátrixot egy kiválasztott adatbázis alapján számítja ki a program. A karakterisztikus mátrixot elég gyorsan (kb. 1 másodperc) alatt kiszámítja, a környezeti mátrix meghatározása kicsit tovább tart és erősen függ az adatbázis és a környezeti méretétől. A környezeti mátrix meghatározásánál lehet külön kódokat (a kifejezés kódolása), normál szavakat (a kifejezésből liányzó szavak keresése) és minden környezeti szót lekérdezni.

Az adatbázis feltöltése elég hosszadalmas folyamat: egy 3000 mondatos dokumentumot 9 óra alatt dolgozott fel a program.

Fejlesztés alatt áll egy nagyobb teljesítményű elosztott rendszer, amelyben szerver és kliens applikációk működnek együtt.

A kliens applikációnak nincs jelentős hardver igénye, egy közönséges Pentium processzoros gépen is megfelelő sebességgel fut. Az adatbázist kezelő szerver applikációt TCP/IP protokollon keresztül éri el. A hálózati forgalom minimalizálása érdekében csak a legszükségesebb adatok mozognak a két applikáció között: pl. a környezeti mátrix meghatározásánál a szerver szűri a kapott szavakat és csak azokat küldi vissza a kliensnek, amelyeket ténylegesen figyelembe kell venni.

A kliens funkciója a szavakra tördelés, megjelenítés és az eredmények file-ba írása.

A szerver applikáció kezeli az adatbázist ODBC driveren keresztül, ezáltal sokféle adatbázist képes kezelni. Az adatbázis karbantartását a szerver gépen kell végezni. Az adatbázis kezelő HW igénye jelentős.

5. Alkalmazás

A látens szemantika előnye a nyelvi elemzéssel szemben az, hogy nyelv váltásakor nem kell a szabálykészletet lecserélni, csak az adatbázist (emiat szük alkalmazási területen is használható). Az orvosi szövegek kevert magyar-latin nyelvezete amúgy is megnehezítené a nyelvi elemzést.

A módszer lehetséges alkalmazásai:

1. Félautomatikus kódolás.
2. Az egyes kifejezések konzisztenciájának elemzése (oda nem illő és hiányzó szavak felismerése).
3. Más kódolást támogató rendszerekben használt diagnózis kódtáblák konzisztenciájának vizsgálata.
4. A feltüntetett diagnózisok és az epicris kölcsönös megfelelésének vizsgálata.

Az orvosi szakmában előforduló kódolást támogató számítógépes rendszerek csak a diagnózis alapján adnak javaslatot a kódra. Az orvosok azonban általában csak az általuk kezelt betegség(ek) diagnózisát szokták felírni a kórlapra, a ko-morbiditások esetleg csak az epicrisis-ből derülnek ki.

Ha az adatbázis létrehozásakor a diagnózishoz tartozó kódot az epicrisis minden mondatához hozzáadjuk, akkor a kódolás során az epicrisis mondataira jellemző kódokat is le lehet kérdezni.

6. Diskusszió

A statisztikus módszereknek léteznek ismert korlátai:

1. A tagadás kezelése (pl. non insulin dependens d.m. et Hodgkin-kór és insulin dependens d.m. et non-Hodgkin kór nem különböztethető meg).
2. A gyakran előforduló, az adott témakörben igazából jelentéssel nem bíró szavak kezelése. Az automatikus eltávolítás nehézségekbe ütközhet, ezért félautomata módszereket érdemes használni (pl. a legtöbb esetben a lokalizációs oldal nem lényeges, de egyes speciális esetekben mégis meg kell tartani).
3. A gyakran előforduló és az adott körben fontos szavak kezelése. Az előbbi ponthoz hasonlóan sok környezeti szót behoznak. Egy megoldási lehetőség szakmánként adatbázisokat létrehozni, ezáltal a bennmaradó gyakori szavak nem hoznak be olyan sok és távoli (tehát valószínűleg hibás) környezeti szavakat.

Internet-Intranet hálózaton működő távoktatási rendszer EduSystem

Kékes Ede és Hegedüs Attila

HBETE Orvosi Informatikai Tanszék, MT System Budapest

Az MT System a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Orvosi Informatikai Tanszéke, valamint a Műszaki Egyetem Mérnök-továbbképző Intézete közreműködésével egy olyan távoktatási rendszert alakított ki, mely lehetővé teszi intézeteken belüli és intézetek közötti on-line, vagy off-line kommunikációt az internet hasznosításával. A rendszer segítségével a központi web server felhasználásával a továbbképző központokból (egyetemekből) az ország bármely helyén lévő egészségügyi egység (szakrendelő, gondozó, kórházak, orvosklubok, betegrendezvények) felé multimédia típusú oktatási anyagokat lehet transferálni, amennyiben a fogadó egység internet kapcsolattal rendelkezik.

A rendszer célkitűzései

- 1./ Továbbképző kurzusok kialakítása a folyamatos képzés (continuous education) biztosítására általános és specifikus tananyagok kialakításával
- 2./ Speciális eljárások metodikái kiemelésének kiemelt szerepe, ha a metodika a képi diagnosztika körébe tartozik, mert a multimédia megjelenítés atlasz-szerű bemutatásokat tesz lehetővé.
- 3./ Egyetemi és főiskolai hallgatók képzésének magas szintű előadások on-line közvetítésével, tananyagok és irodalmi összefoglalók biztosításával
- 4./ Egészségügyi tájékoztató anyagok, felelősségteljes anyagok, gyógyszer ismertetők transferálása orvos és betegklubok, iskolák felé

A kurzusok módszertana

- 1./ Multimédia rendszerű továbbképző előadások on-line biztosítása, ahol a beszédanyag folyamatosan képi megjelenítéssel, videoklippekkel, szimulációs filmekkel tarkított és biztosítva van az előadó aktív rajzainak vázlatainak továbbítására is.
- 2./ Előírt menetrendű kurzusok keretében hirtetett tematika alapján witterfeldváltások, CD lemez részletek kerülnek lejátszásra a hallgatók leírása alapján a megadott menüből. Ez a rendszer természetesen off-line rendszerű.

3./ Konzultációs rendszer működése megadott témakörökben. A tematikák alapanyagai előzetes letöltésre kerülnek, ezeket a hallgatók tanulmányozhatják, majd az előadóval élő, on-line konzultáció valósítható meg. Ennek a technikai megoldása jelenleg az, hogy a hallgató a saját gépén megszovegezi a kérdést, a problémát, mely azonnal megjelenik az előadó monitorján, aki választott sorrend alapján válaszol a kérdésekre.

4./ Az interaktív biztosítás minden formában végrehajtható. Ha nincs on-line konzultáció, akkor is továbbíthatja a hallgató a központba a kérdéseit, melyre a feleletet 2 napon belül megkapja az interneten keresztül.

5./ A hallgatók tudásanyagának tesztelése olyan rendszerben történik, hogy a multi-choice típusú kérdések képekkel tarkítottak és logikai kérdéssorokat illetve kapcsolattartást is tartalmaz.

A kurzusok technológiája

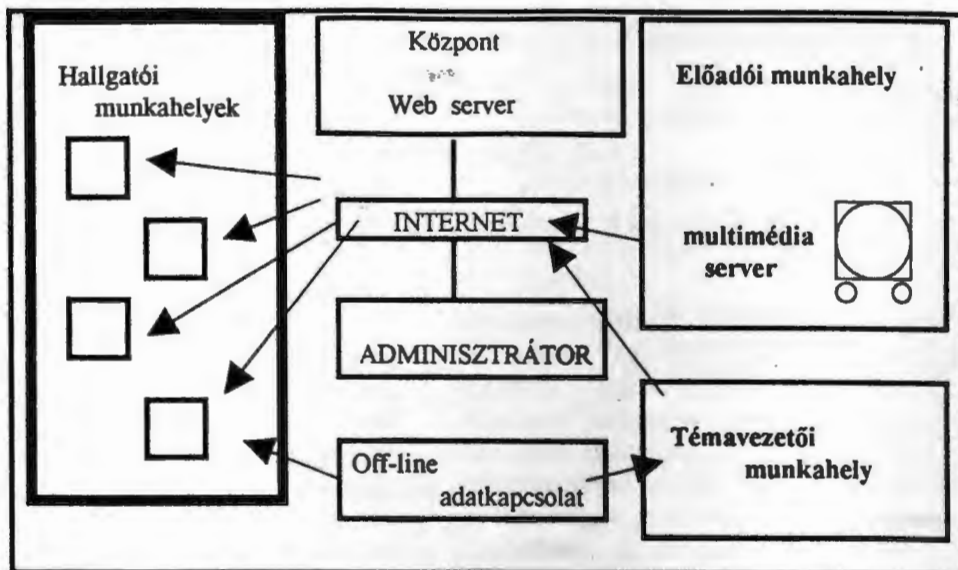
- 1./ A rendszer felhasználása nem igényel magas szintű számítástechnikai ismereteket
- 2./ Az internet kapcsolat szükséges
- 3./ A rendszerből a felhasználásához kötött
- 4./ A felhasználó a lehető legkevesebb időt tölti a kommunikációval, a tanulást elősegítő információk tömörített csomagokban kerülnek terjesztésre. Így a rendszer valóban kihasználja az off-line megoldásokat és teret biztosít a tanulói önálló munkának. Így csak időleges kapcsolat szükséges a tanárral a konzultáció és a vizsga időszakában.

A rendszer felépítése

A rendszer általános használt elemeket alkalmaz és biztosítja a kapcsolódási felületeket az egyes elemek között. A rendszer moduláris felépítése lehetővé teszi az egyes elemek lecserélését az igényeknek megfelelően, illetve a folyamatos bővítés lehetőségét.

A rendszer az alábbi építőkövekből áll:

- Temavezetői munkahely
- Előadói munkahely
- Hallgatói munkahelyek
- Központ - irányítórendszer



A Központ

A Központ feladata

A Központ teszi lehetővé az oktatók és hallgatók számára egyaránt a rendszerben felhalmozott információ-tömeg elérését, támogatja a nem valós és valós idejű interaktivitást.

A Központ funkciói

- a./tanfolyamokról szóló információk hozzáférhetősége (búvárkodás, regisztrálás, jelentkezés)
- b./információcseréi biztosítása
- c./a konzultációk során a szöveg és zenei információk átvittele
- d./csoportmunkák megszervezése

A hallgatói munkahely hardver igénye

paraméter	minimális	javasolt
processor	Pentium 90Mhz	Pentium 133 Mhz MMX
memória RAM	8MB	16 MB
Winchester		60MB/tanfolyam
Monitor	14" VGA	17" SVGA
CDROM	4x sebességű	24x sebességű
Hangkártya		16 bites SB kompatibilis
Hangszóró	5 watt	20 watt
Modem	33.6 Kbit/s analóg	64 Kbit/s ISDN
Hálózati kártya		LAN hálózat használatához

A hallgatói munkahely

A munkahely feladata

A tanulók számára biztosítja az EduSystem elektronikus oktatási anyagainak, szolgáltatásainak elérését. Ez a munkahely (számítógép) nem része az értékesített rendszerek, erről a felhasználóknak (intézménynek) kell gondoskodnia

A munkahely működéséhez szükséges szoftver felállítások

- Operációs rendszer
Windows 95 Explorer 4.0
- Hálózati kapcsolat

Windows 95 TCP/IP stack,
Realplayer 5.1

A hallgatói munkahelyen megvalósuló funkciók

- a./AA hallgatók megismerik a kurzusokat, azok tematikáját, az előadókat, a kurzusok technikai menetrendjét és a részvételi költségeket. Azonnali bejelentkezés lehetséges a kurzusra
- b./AA tananyagok használatának két módja van:
1./offline tananyagok vagy valamely hagyományos hordozón (CD-ROM) kerülnek terjesztésre, vagy korábban letöltik a hálózatról. Ily módon, ha a megfelelő hardver és szoftver

elemek rendelkezésre állnak, akkor a hallgatók könnyedén használhatja a rendszert várakozási idő nélkül

2./online használat esetében a hallgató a hálózatot használja letöltés nélkül.

Ebben az esetben mindig a legfrissebb információ áll rendelkezésre.

Nem valós időben történő konzultáció

A hallgató bármikor kérdéseket megjegyzéseket küldhet a tanár, vagy a többi hallgató felé, azonban csak a tanár által engedélyezett észrevételek kerülnek a hálózatra. Természetesen a tanár válaszai észrevételei is hozzáadódnak a felvetésekhez. Az információk nem, valós időben jelennek meg, a hallgatók azokat csomagokban kapják és offline módon dolgozzák fel.

Valós idejű konzultáció

A hallgató számára, vagy inkább hallgatói csoportok számára célszerű megoldás. Ebben a formában bizonyos tananyagokat a hallgatók előzetesen tanulmányoznak, majd a tanár részt-vételével online oldják meg a feladatokat

Tudásellenőrzés

A tudásellenőrzésnek két formája lehetséges:

- Az ön-tesztelés amikor a hallgató maga ellenőrzi tudását.
- Előmozdító tesztelés a tanár felügyeletével és a megoldás azonnali online elküldése

Témavezetői munkahely

A munkahely feladata

- Itt történik a tananyagok előkészítése, innen történik a hallgatók támogatása, ellen-őrzése, a tesztek statisztikai feldolgozása. Felszereltségi alapelem a hang-, kép- és videodigitalizálás.
- tesztek előkészítése
- a hallgatók által felvetett kérdések listavezetése
- konzultációk (valós idejű nem valós idejű) előkészítése

A tananyagok formátumai:

HTML (Az internet web technológiáján alapuló dokumentum szabvány) , dokumentumok (Word-97) , hang, állókép, animáció, CD részletek, video.

Előadói munkahely

A munkahely feladata

Ezen a munkahelyen történik a témevezető és a hallgatók közötti valós idejű interakció.

A munkahely hang-, kép-,videodigitalizálásra alkalmas felszerelést tartalmaz. A hallgatók összegyűjtik előzetesen a kérdéseket, problémákat és eljuttatják a Központba, ahol a tanár összegyűjti és a lényeges felvetésekre információ-tömeget, direkt válaszokat ad online módon. A tanár előadását fűszerezi képek, ábrák, rajzok, videoklippek transferálásával.

Adminisztrátori munkahely

A munkahely feladata

A távoktatási rendszer működtetése, a kurzusokhoz kapcsolódó adminisztratív feladatok elvégzése

Az adminisztrátori funkciók

- tananyagok közzététele,
- tanfolyamok regisztrálása,
- belépési jogosultság megadása
- hallgatók regisztrálása
- oktatók regisztrálása
- a rendszer karbantartása

A rendszerben elhelyezett információk

1./ A tanfolyamokkal kapcsolatos általános információk

- a távoktatás bemutatása
- a távoktatás megvalósítását bemutató információk
- a tanfolyamok listája, időpontok
- részvételi költségek
- regisztrálás módja

2./ A tanfolyamokkal kapcsolatos specifikus információk

- a tanfolyam célja, témája
- a tanfolyamon való részvétel előfeltételei
- oktatói bemutatkozó
- a tanfolyam részletes tematikája
- a tanfolyam menetrendje

A tananyag

- Nyomtatott formájú tananyag
- Elektronikus formátumú tananyag
- Online tananyag

Tananyag disztribúció

Online tananyag disztribúció esetében a hallgatók infonnetikai hálózaton keresztül kapják az anyagokat. A terjesztés adott formáját az anyag mennyisége, a hálózat átviteli sebessége és a költség szabja meg. Lehetséges Interneten, szórt spektrumú műsorszórást felhasználva, kábel TV -n keresztül,

vagy más, széles körben hozzáférhető digitális információátvitelre alkalmas rendszer segítségével Offline tananyag disztribúció esetében a hallgatók elektronikusan CD-ROM-n és/vagy nyomtatott formában kapják meg postai úton az információkat

Levelezési cím

Kékes Éde, HIETE

E-mail kekes@hiete.hu

Hegedüs Attila, MT System

E-mail attila@mtsystem.hu

Magyar nyelvű BLISS program a kommunikációban hátrányos helyzetűek megsegítésére

Mester László, Szentmarjay Tibor, Varga István
Konzulens: Sikné dr. Lányi Cecília

Veszprémi Egyetem, Veszprém
szenmar@almos.wein.hu

Abstract

Mivel az emberi kommunikáció a beszédre épül, a beszédképtelen emberek közösségbe való beilleszkedése nagy nehézségekkel jár. Évtizedek során több kommunikációs eszköz született a beszédképtelenek számára, ezek közül az egyik a Bliss-nyelv. A Bliss-nyelv egy olyan nemzetközi grafikus jelképrendszer, amelyben logikus összefüggés van a jelképek formája és jelentése között. Oktatóprogramunk a Bliss jelképek oktatását könnyíti meg a számítógép segítségével. A program elsősorban azon pályakezdő pedagógusok számára készült, akik a jövőben a Bliss-nyelvvvel kommunikáló sérültekkel kívánnak foglalkozni. Felhasználása nem kizárt azon sérült emberek között sem, akik az egeret valamilyen módon tudják kezelni. A Bliss-jelképek csak akkor használhatók igazán hatékonyan, ha azok a felhasználó számára könnyen hozzáférhetőek. Ebben segít a BLISS-kommunikátor, ami szükség esetén memóriájában el tudja tárolni az összes Bliss-jelképet, és ezeket később meg tudja jeleníteni.

1. Bevezetés

“A kommunikáció iránti vágy minden emberi lény sajátja.” [1] Az utóbbi időkben mindinkább felismerték az orvostudományban, hogy nemcsak egy ember túléléséért kell harcolni, hanem törődni kell utána azzal is, hogy bizonyos fogyatékoságai ellenére hogy tud az illető a közösségbe beilleszkedni. Itt játszik nagyon fontos szerepet a kommunikáció, mivel akinek a kommunikációs lehetőségei korlátozottak, óriási hátrányban részesül a többiekkel szemben. Mivel az emberi kommunikáció a beszédre épül, a beszédképtelen emberek közösségbe való beilleszkedése óriási nehézségekkel jár. Évtizedek során több kommunikációs eszköz született a beszédképtelenek számára, ezek közül az egyik a Bliss-nyelv.

2. A beszéd, mint kommunikációs eszköz

A kommunikáció fogalmát többen is megfogalmazták már. Az augmentatív kommunikációval foglalkozó szakirodalom szerint “a kommunikáció szociális

interakciók folyamata”. Buda Béla információelméleti megközelítésében minden folyamat kommunikációnak tekinthető, amiben információ továbbítás történik, függetlenül az információt hordozó jel- vagy kódrendszerek milyenségétől. A kommunikációra való törekvést két nagy csoportra oszthatjuk; az első csoportba tartozik az, mikor valami változást szeretnénk létrehozni egy személy viselkedésében vagy környezetünkben, a másik csoportbeli történések, kommunikációs lépések kiindulópontjai. [1]

A nyelv társadalmilag meghatározott kód: önkényes jelek hagyományos rendszere, mellyel gondolatokat közölhetünk a minket körülölelő világról. Az állati kommunikációtól abban különbözik, hogy az emberi beszéd mögött gondolkodás áll, így szabadon variálható, rugalmas. Ez a rugalmasság nem ismerhető fel az állatok kommunikációjában, ugyanis azt a genetikai kód határozza meg, az állat az üzenetét hordozó jelsorozatot nem változtathatja meg. Az emberi nyelv már nincs direkt kapcsolatban mondanivalójának tulajdonságaiival, így a nyelvet nem ösztönyszerűen tanuljuk, hanem szükség van a nyelvtanulásra. Ez a folyamat számos ponton elakadhat külső vagy belső akadályok hatására, és rossz irányba fejlődhet. Persze más oka is lehet a beszédképtelenségnek, mivel az egyszer megtanult beszéd képességét könnyen elveszíthetjük valamilyen külső hatás (pl. betegség vagy baleset) következtében. A beszédképtelen embereknél a beszédképtelenség mellé leggyakrabban súlyos mozgássérülés és/vagy valamilyen fokú értelmi fogyatékoság járul. Ezek következtében a hagyományos kommunikációs képességek a minimálisra csökkennek, mivel az emberek a beszédet tartják elfogadott kommunikáció csatornának. Ha egy teljes világot akarunk, egyik legfontosabb célnak a kommunikációs gátak leküzdését kell tartanunk, “kommunikációs eszközt kell biztosítanunk azok számára, akiktől ezt megtagadta a természet.”

3. A Bliss-nyelv

Az értelmes beszéd készsége több apró részből áll össze, így ha ezek közül valamelyik is megsérül, könnyen elveszíthetjük legtermészetesebb

kommunikációs eszközüket. Ez a sérülés bármilyen típusú lehet, így például baleset, agyvérzés, daganat, gyulladás, érelzáródás. A beszéd és beszédértés zavara mindig együtt jár, ami megint jobban megnehezíti a kommunikációt. Mivel a beszédközpont az agyban a mozgásközpont közelében helyezkedik el, az egyik sérülése gyakran együtt jár a másikéval. Egy másik probléma, az írás és olvasás képességének elvesztése, ami általában baleseteknél következik be, de előidézhetik ugyanúgy a korábban említett sérülések is. A betűk felismeréséhez és leírásához, az úgynevezett absztrakciós képességekre van szükség - mivel a betűk magukban nem hordoznak jelentést - és ez a képességünk pl. egy balesetnél az agyban létrejövő pár perces oxigénhiány következtében teljesen kitérülhet, így elveszítjük részben vagy teljesen a több 1000 év alatt kialakult írás-, olvasásképességünket, és ennek újrabeajátítása olykor lehetetlen.

A Bliss-nyelvet Charles Kaisal Bliss teremtette meg. Az Osztrák-Magyar Monarchiában született 1897-ben, és pár éve, 1985-ben halt meg Sydneyben, Ausztráliában. Élete során szerzett élményei hatására - legfőképpen a kínai piktografikus írásjelek hatottak rá, amik képszerűen megjelenítik jelentésüket - könyvet írt egy egységes emberi jelképről 1949-ben *Semantography* címmel. Ekkor még nem is gondolt a kommunikációban fizikailag korlátozottakra, inkább az emberiségnek ajánlotta könyvét:

"Ezt a munkát az emberiségnek és az emberiség könyvtárainak ajánlom. Vegyék észre, hogy nemcsak a különböző nyelvek közötti meg nem értésen kell túllépnünk, hanem még az azonos nyelvek gátjain is. Hogy felülkerekedhessünk a gyűlöleten, erőszakon és háborgásokon, meg kell tanulnunk felülkerekedni a szavakon, amelyek gyűlölethez, erőszakhoz és háborgókhoz vezetnek a családokon, a nemzeteken és a nemzetek családjain belül."

A Bliss-nyelv egy olyan grafikus jelképrendszer, amelyben logikus összefüggés van a jelképek formája és jelentése között. A rendszerben a jelképeknek általában egy jelentése van, ha több, akkor a jelentések közeli kapcsolatban állnak egymással. Fontos megemlíteni, hogy a jelképek mellett mindig szerepel leírva az adott szó, ezzel is megkönnyítve az olvasás tanulását és a másokkal való kommunikációt. Charles Bliss szavak ezreit elemezve rájött arra, hogy a nyelv (az angol nyelvvél dolgozott) összesen száz igazi jelentést hordozó elemet használ a beszédben. Ezt a száz "jelentéselemet" tette jelképről alapjául, ezen jelképekkel minden kifejezhető az emberi kommunikációban. A Bliss-nyelv ma 120 alapjelképből áll, ezek alkotják a 2400 hivatalos Bliss-jelképet. (Hivatalos Bliss-jelképek nevezzük a BCI (Blissymbolics Communication International) által elfogadott Bliss-jelképeket. Ezek a jelképek 1983-ig az eredeti Charles Bliss által megalkotott jelképek voltak, de 1983-ban a BCI kibővítette a jelképeket, és a mai napig bővül a Bliss-szótár.) A Bliss-nyelv rugalmassága lehetővé teszi, hogy a megtanult jelképek számától

függetlenül, már a kezdetekkor is képes legyen az egyén kommunikálni (ez óriási jelentőséggel bír, hiszen az eddig kommunikálni nem tudó egyén most hirtelen meg tudja magát könnyen értetni, és ez a sikerélmény a tanulást pozitívan befolyásolja), majd később a ragozás és a többi nyelvtani szabályok megtanulása után hibátlan nyelvtani szerkezetű mondatokat használhat, így megértetheti magát a köznapis emberekkel, és azzal a másik több, mint 200.000 emberrel (1997-es adat) a világon, aki csak ezt a nyelvet használja kommunikációra.

4. BLISS jelképtár számítógépes program általános ismertetése

Az általunk készített oktatóprogram a Bliss jelképek oktatását könnyíti meg a számítógép segítségével. A program elsősorban azon pályakezdő pedagógusok számára készült, akik a jövőben a Bliss-nyelvet kommunikáló sérültekkel kívánnak foglalkozni. Felhasználása nem kizárt azon sérült emberek között sem, akik az egeret valamilyen módon tudják kezelni. A szót kimondva, jelképét megjelenítve és kiírva segíthet asszociációt teremteni ezen három forma között. Ez a program előhírnöke egy olyan szoftverrendszernek amely még átfogóbb segítséget nyújthat mindenkinek, aki a Bliss-nyelvet valamilyen módon kapcsolatban áll, kitöltve azt az űrt, ami a számítástechnika ezen téren való felhasználása körül található, ugyanis tudomásunk szerint ez az első ilyen oktatóprogram.

5. A jövő

A jövőben a program tartalmazni fogja a teljes Bliss jelképtárat hanganyaggal együtt, (a jelenlegi verzió csak kb. 400-at tartalmaz) Az MS-DOS verzió mellett várható Microsoft Windows operációs rendszer alatti megjelenés, mely grafikus kezelőfelületével megkönnyíti a felhasználó feladatát, és bővíti a program felhasználhatósági területét. Továbbá tartalmazni fog egy külön egységet mellyel a jelképek adminisztrálására fog szolgálni, megkönnyítve ezzel a jelenlegi verzióban is jelenlévő bővíthetőségi nehézségeket. A program bármilyen bővítése nem ütközhet nagyobb akadályba, mivel a jelképeket és menüket tartalmazó állomány egy külön fájlba script-nyelven van megírva. Ez a nyelv bármikor lehetővé teszi a program bármilyen kisebb bővítését (pl. újabb menüpontok, új jelképek, jelképcsoportok), és nincs szükség a program újrafordítására, sőt más operációs rendszerekre való implementálása esetén csak a script-értelmező programot szükséges újra megírni.

6. BLISS-kommunikátor

A BLISS-kommunikátor a Bliss-nyelvel kommunikáló egyéneknek nyújt kiemelkedő segítséget. A Bliss-jelképek csak akkor használhatók igazán hatékonyan, ha azok a felhasználó számára könnyen hozzáférhetőek. Hagyományosan táblákra, dossziéokra vannak a fontosabb jelek felrajzolva, és ez az egyén kommunikációjától függően változtatható. Ebben segít a BLISS-kommunikátor, ami szükség esetén memóriájában el tudja tárolni az összes Bliss-jelképet, és ezeket később meg tudja jeleníteni. A jelképek egyenkénti megjelenítésén kívül a kommunikátor képes arra, hogy előre beprogramozott mondatokat (pl. bemutatkozás) vagy mondatsémákat (pl. "Legyen szíves megmondani, hogy") jelenítsen meg grafikus kijelzőjén. A kommunikátorhoz tartozik egy PC-s programcsomag, amivel a kommunikátor jelkép-adatbázisát lehet változtatni, és a kommunikátor egy-két funkcióját lehet beállítani.

7. A kommunikátor működése gyakorlati felhasználásban

Ha a kommunikátort használni akarjuk, akkor először fel kell tölteni egy jelkép-adatbázist a memóriájába. A jelkép-adatbázist egy PC-s programmal tudjuk előállítani és utána bármikor módosítani. Miután elindítottuk a programot, két menüpont közül választhatunk: Adatbázis szerkesztés, adatbázis feltöltése a BLISS-kommunikátorba

8. Adatbázis-szerkesztés

Ebben a menüpontban a már meglévő és elmentett adatbázisokat tudjuk módosítani, vagy újat készíthetünk. A program eredetileg tartalmaz egy átlagos adatbázist, ami magába foglalja a fontosabb jelképeket. Az adatbázis szerkesztésén belül két opcióval találkozhatunk, az egyik a mondat szerkesztés, a másik a csoportbeosztás. Először a csoportbeosztással kezdjük: itt a teljes adatbázisból válogathatunk jelképeket és oszthatjuk csoportba őket, ezzel megkönnyítve köztük a keresést a kommunikátorban. A program tartalmaz alapbeállításként egy csoportfelosztást, ami a BCI (lásd korábban) által megadott csoportfelosztáson alapul, de ezeket bármikor, tetszés szerint módosíthatjuk. Az adatbázis szerkesztésében segítséget jelenthet, hogy a csoportbeosztás struktúráját, és az egész csoportbeosztást is külön elmenthetjük a PC háttértárába. Miután készen vagyunk a csoportbeosztással, nekikezdhethetünk a mondat szerkesztésnek. Itt több beépített opcióközül válogathatunk. A program tartalmaz egy ún. Módosított Fitzgerald táblát, ami a köznyelvben használt mondatok legtöbbször szerkezetére jellemző csoportosítással tartalmazza a szavakat, így például:

Ki?	Cselekvés	Milyen?	Mi? Mit?	Hol?	Mikor?
		Hogyan?		Hová?	

Én	Velő		Cselekvés	Holt	Már
Arva	Szavati	Szép	Bátor	Ottan	

A különböző csoportban lévő szavakat itt is tetszőlegesen változtathatjuk. Hogy ne hogy túllépjük a kommunikátorba betölthető adatok nagyságát, a képernyő jobb alsó sarkában mindig figyelemmel kísérhetjük a még rendelkezésre álló szabad tárhelyet. A Fitzgerald-tábla mellett még feltölthetünk egyéni mondatokat és mondat szerkezeteket. Az egyéni mondat lehet például: bemutatkozás ("Egy Bliss-nyelvel kommunikáló egyén vagyok..."), speciális gyakori kérdések ("Meg tudná mondani, mennyi az idő?"); mondat szerkezetek; ("Kérek szépen ...", "Megmondaná, merre van ..."). A mondat szerkezeteknél beállíthatunk fix mondatrészeket, és olyan helyeket, ahová valamilyen csoportból kell szavakat kiválasztani.

1. Adatbázis feltöltése a BLISS-kommunikátorba

Ha készen vagyunk a jelkép-adatbázissal, akkor ezt elmenthetjük, és feltölthetjük a kommunikátor memóriájába. A kommunikátor a PC-vel egy soros-kábelen keresztül cserél adatokat.

2. A kommunikátor funkciói

Az adatátvitel után a kommunikátorral már lehet dolgozni. A négy égtáj irányába mutató gombokkal lehet lépkedni, a vízszintes irányba mutatókkal a szavak csoportjaiban, a függőlegesekkel pedig a csoportok szintjei közt. A középső négyzet alakú gombbal a megfelelő csoportok és szavak választhatók ki. A kommunikátor kijelzője rögtön a Fitzgerald-tábla, a beépített mondatok és az egyéni mondat szerkesztés közötti választási lehetőséget jeleníti meg. A bal felső sarokban található választóbillentyűvel bármikor a csoportokba szedett szavakhoz ugorhatunk, és azokat beilleszthetjük a mondatunkba, vagy egyéni mondatokat állíthatunk össze. A kommunikátor energiatakarékosságához hozzájárul, hogy a PC-s programban beállított idő elteltével energiatakarékos üzemmódba kapcsol, és a legközelebbi billentyűre "ébred" csak fel. Kikapcsolni használat közben nem ajánlatos, mert ekkor törlődik a memóriája, és adatátvitelre készül fel.

3. Eredmények

- 2. helyezés a VI. Magyar Ifjúsági Innovációs Versenyen
- részvételi jog a milánói Európai Unió Főiskolai Tudósok Versenyén
- Veszprémi Egyetem Intézményi TDK 1. helyezés

1. Köszönetnyilvánítás

Ezúttal szeretnénk köszönetet mondani

- Sárné dr. Lányi Cecéliának, aki rátalált a Bliss-alapítványra, ezzel pályázati témát talált nekünk, és végig segített és buzdított a pályázat során
- dr. Kálmán Zsófiának, aki megismertetett minket a Bliss-nyelvvél, értékes dokumentációkat adott ki a kezéből, hogy segítsen a pályázat elkészítésében, mellett bármikor segített szakmai kérdésekben

1. Felhasznált irodalom:

[1]. Dr. Kálmán Zsófia.: *Kommunikáció Bliss-nyelven*, (1989), Bliss Alapítvány

[2]. Dr. Kálmán Zsófia - Dr. Kossai Ilona: *Bliss-jelképszótár*, (1987), Másokat Segítő GT

[3]. Wood, S. & Reich: *Blissymbol Reference Guide*, 1992, BCI International

A dokumentumban előforduló jelképek eredetije a *Semantography c.* könyvben található; © C.K. Bliss 1949

A copyright 1982 óta a torontói Blissymbolics Communication Institute kizárólagos tulajdona; © B.C.I. 1982

Levelezési cím:

8200 Veszprém, Hérics u. 4/e

Egy intelligens mérőegység biológiai jelek méréséhez, feldolgozásához

Nieberl József, dr. Khoór Sándor*

BION Kft., *Szent István Kórház Budapest
nieberlj@bion.hu, khoors@bion.hu

Összefoglalás:

A szerzők ismertetnek egy mérőinterfész megvalósítást. A BSP (BIO Signal Pick-up) egység közvetlenül digitalizálja az elektródákról érkező jelet és ezt követően minden jelfeldolgozási, sűrítési műveletet digitálisan programból vezérelten hajt végre. Ezzel a megoldással elvi és gyakorlati szempontból is jobb minőségű jelet rögzíthető, az analóg megoldások technikai és beállítási hibái kiküszöbölhetők, a készülék mérete és energiafogyasztása is jelentősen csökkenthető. A készülékkel többféle alkalmazást is megvalósíthatunk a hardver változtatása nélkül mikroprogram segítségével (EKG diagnosztikai készülék, EKG monitor, Örömmonitor, R-R monitor, légzés-pulzus monitor, Terheléses EKG készülék, EEG monitor, Acupuncturás pontok aktivitását mérő készülék, Biorezonanciás készülékek bemeneti egysége, mindezen berendezések hosszú idejű adatgyűjtő változatai). A jelfeldolgozást illetően ez ideig csak a jelet rögzítést követően (post-processing) volt lehetőség bizonyos elemzések elvégzésére (pl. Fourier transzformáció), a BSP egység real-time képes ezen feladatokat elvégzésére. Jelen munkánk a mérőinterfész működési alapelemeit mutatja be.

Konvencionális berendezések jellemzői

A hagyományos biológiai (szív, agy, izom, nyomás, hőmérséklet) jeleket mérő berendezéseknél (EKG, EEG, stb) igen bonyolult és precíz analóg áramkörti megoldások szükségesek az igen kicsi és nagy zajjal terhelt jelek méréséhez. A bemeneti jelek amplitúdója tipikusan: a váltakozó feszültségű komponens körülbelül 10mV pk-pk, az egyenfeszültségű komponens körülbelül 300 mV. A bemeneti áramkörök tipikusan kiszajú differenciálerősítők, aluláteresztő szűrők és egy analóg-digitális átalakító (A/D konverter). Ezek a megoldások sok áramkörti elemet tartalmaznak, viszonylag nagy helyigényűek, nagy fogyasztásúak, és drágák.

Méréstechnikai megfontolások

Ahhoz, hogy a fentiekben leírt tulajdonságokon javíthassunk jelentős rendszertechnikai és áramkörti változtatásokat kell eszközölni. Ezen változtatásokat a mérendő jel tulajdonságainak megfelelően kell átgondolni.

Szükséges felbontás

EKG jel esetén a jel maximuma 10mV, a digitalizálás kvantuma 5 μ V. A tipikus DG offset feszültség 300mV és a közös módusú jel nagyságrendje is körülbelül 300mV. Ez azt jelenti, hogy ha nem akarunk a bemeneten differenciál erősítőket alkalmazni, hanem a jelet mindenféle előkondicionálás nélkül akarjuk digitalizálni akkor a 600 mV-t 5 μ V egységekre kell felbontanunk, amihez egy minimum 17 bites A/D konverterre van szükségünk.

Szükséges sáv szélesség

Az EKG esetén a sáv szélesség függ a berendezés típusától. Két fő kategória létezik: diagnosztikai és monitor berendezések. Diagnosztikai berendezés esetén az átviteli frekvenciasáv 0.05Hz és 100Hz. Monitor berendezés esetén 5-25Hz a szükséges átviteli sáv szélesség.

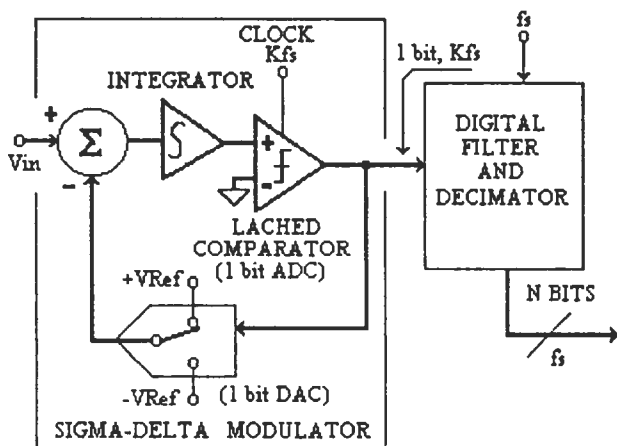
A fentiek átgondolása alapján és a ma elérhető technikai lehetőségeket figyelembe véve célszerű a mérőbemenetként egy nagyfelbontású gyors Sigma-Delta A/D konvertert használni, mely alkalmazásával elhagyhatók a differenciálerősítők, illetve a szűrők. Célszerű továbbá hogy a digitalizált jelet egy mikroprocesszor dolgozza fel, ennek alkalmazásával elhagyhatók a bemeneti súlyozó áramkörti elemek és korszerűbb szűrési, feldolgozási algoritmusok használhatók, a szűrőket az alkalmazásokhoz lehet programból optimalizálni, valamint a mikroprocesszor az egész mérés vezérlését, illetve az adatok továbbítását, sűrítését is képes megoldani.

Újszerű áramkörti és rendszertechnikai megoldások

Mérőbemenet

Sigma-Delta A/D konverter jellemzői: alapja egy SIGMA-DELTA modulátor, mely tartalmaz egy igen nagy konverziós sebességű 1 bites D/A konvertert, egy bemeneti összegző áramkört, egy integráló tagot és egy tároló kimenetű komparátort. Az 1. ábra bemutatja a SIGMA-DELTA konverter elvi felépítését. Fontos jellemzője, hogy a szükséges NYQUIST szerinti mintavétel többszörösével digitalizálja az analóg jelet. (K paraméter az úgynevezett OVERSAMPLING FAKTOR). Ezt a megoldást OVERSAMPLING technikának hívják. A 2. ábra szemlélteti a különbséget a NYQUIST és az OVERSAMPLING módszer között.

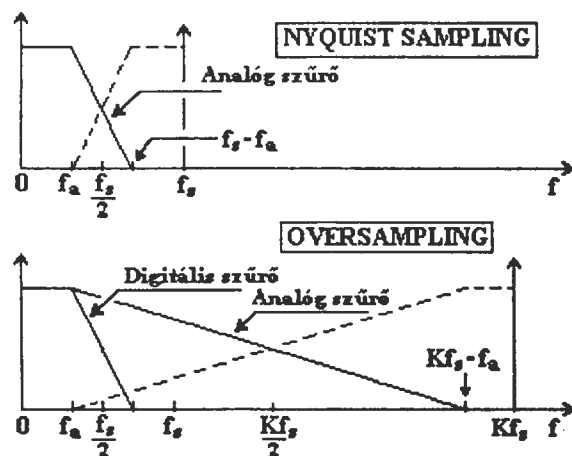
A mintavételezést követően digitális szűrő alkalmazásával határozza meg az átviteli ablakot. A digitalizáló fokozat végén egy úgynevezett DECIMATOR található, mely a kimenő jel mintvételi frekvenciáját állítja be. Ez a fokozat tulajdonképpen az OVERSAMPLING technikából adódó redundanciát vonja ki a kimenő digitális jelből, illetve a mintvételi frekvenciát Kf_s -ből f_s frekvenciává konvertálja



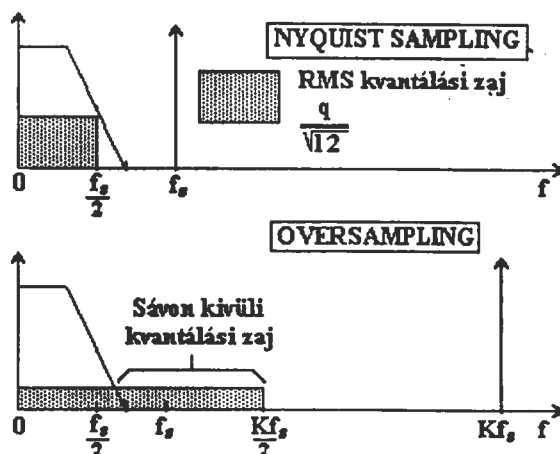
1. ábra SIGMA-DELTA ADC

A SIGMA-DELTA A/D konverterekben az alkalmazott digitális szűrés az úgynevezett FIR (Finite Impulse Response). Ez a technika tulajdonképpen egy egyszerű súlyozott mozgóátlagot valósít meg. Amennyiben az átlagolt elemek száma nagyobb mint 1, abban az esetben a kimenő jel frekvenciája redukálódik, azaz megvalósítja a szűrés mellett a DECIMATOR funkcióját is.

A SIGMA-DELTA A/D konverterek előnyös tulajdonsága, hogy igen gyorsak, nagy felbontás érhető el (22-24 bit), digitálisan állítható az átviteli karakterisztika, a digitalizálás hibája jóval kisebb mint a hagyományos konverziós technikáknál, (lásd 3.ábra.)



2. ábra OVERSAMPLING módszer



3. ábra A kvantálási hiba összehasonlítása

DSP (Digital Signal Processor) mint jelfeldolgozó és kommunikációs egység

A DSP egység egy olyan mikroprocesszor, melynek felépítését kimondottan digitális jelfeldolgozásra és nagysebességű numerikus feldolgozásokra optimalizálták. Általában rendelkeznek különálló ALU, MAC, SHIFTER, Program Sequencer egységekkel. Különálló adatmemóriájuk és programmemóriájuk van. A különálló feldolgozó egységek alkalmazása lehetővé teszi ezek párhuzamos működését. Rendelkeznek integrált I/O perifériákkal, soros port, timer, fejlett a megszakítási rendszerük.

Programozástechnikai megoldások, kijelzés, a mérés paraméterei

Lehetőség van alkalmazásfüggő mikroprogram letöltésére, ez azt jelenti, hogy egy adott hardver megoldással többféle alkalmazást tudunk használni (a működtető program nincs fixen az egységbe "égetve"). Az EKG tekintetében például kialakíthatók a standard Einthoven féle, a Frank féle készüléknek megfelelő mikroprogramok, továbbá kialakítható őrzőmonitor (légzés, pulzus figyeléssel kombinálva), különféle ritmusmonitorok, 24-48 órás R-R monitor, terheléses vizsgálatokhoz speciális szűrő, feldolgozó mikroprogrammal rendelkező egység.

BSP rendszer tulajdonságai (mint egy konkrét megvalósítás)

Az előzőekben jellemzett újszerű technikai megoldásokat integráltuk egy rendszerbe.

A BSP (BIO Signal Pick-up) rendszer az alábbi jellemzőkkel bír:

- fixpontos 66 MIPS feldolgozási teljesítményű DSP processzor, (lapkára integrált 16Kszó program és 16Kszó adatmemória)

- 3 db 4 csatornás 22 bites Sigma-Delta A/D konverter programozható mintvételi frekvenciákkal, ez 12 fizikai bementet eredményez.

- 2Mbyte FLASH Boot memória
- Soros IRDA (infra) kommunikációs port
- PCMCIA memória kártya interfész

A mért adatokat egy soros kommunikációs vonalon továbbítja egy PC-s megjelenítő, regisztráló szoftvénak. Ennek a szoftvénnek részei a különféle alkalmazások DSP mikroprogramjai, melyek az alkalmazás indításakor töltődnek a BSP egységbe.

BSP egység mint alap EKG egység:

A BSP egység Standard EKG felhasználása során 10 bemeneti csatorna kerül felhasználásra. Az elektródákról érkező jel mindenféle analóg előfeldolgozás (szűrés, erősítés, differenciálás) nélkül közvetlenül egy Sigma-Delta A/D konverter bemenetére kerül. Az összes műveletet a jeleket a digitalizálást követően egy mikroprogram végzi el. A hagyományos EKG mérőegységek az elektródákról érkező jelekkel a következő műveleteket végzik analóg módon:

1. Szűrizzák a megfelelő bemeneteket, kialakítanak az unipoláris végtagi elvezetéseknek egy referencia pontot. (Ezek matematikai megfelelői: osztás, vektoriális eredő számítás)
2. Precíz Differenciál erősítők alkalmazásával kialakítják a Standard EKG-nak megfelelő 12 csatornát, majd körülbelül 1000-szeresre erősítik a jelet. Általában ezekben a fokozatokban aluláteresztő szűrőket is alkalmaznak. (Ezek matematikai megfelelői: kivonás, szorzás, szűrés algoritmusok. A BSP egységben alkalmazhatók olyan matematikai szűrők, melyek analóg módon nem, vagy csak nagyon bonyolultan lennének felépíthetők.)
3. Általában alkalmaznak a fenti fokozatokba DC elválasztó elemeket, azaz felüláteresztő szűrőket, az analóg áramkörök DC offset hibája és az igen nagy erősítés teszi szükségessé. Ez azt jelenti, hogy az átviteli sáv nem 0Hz-nél kezdődik. A BSP egység 0Hz-től képes a jeleket fogadni. A fentiekből eredő „alapvonal mozgás” analóg módon nem, vagy csak nagyon bonyolultan kezelhető, a BSP egységben megfelelő matematikai szűrők alkalmazásával teljesen kiküszöbölhető.
4. Az analóg bemeneti csatornákkal rendelkező készülékek mindegyike nagyon érzékeny a zajra. Mind a hálózati 50Hz zaj mind a páciens izomzaja bizonyos esetekben szinte lehetetlenné teszik a mérést. Az analóg szűrők alkalmazása nagyon lerontja az EKG jel eredetiségét, illetve a nagy erősítés izommozgás esetében gerjedést is okozhat. Ezen készülékek bemeneti érzékenysége általában +/- 10mV. A gerjedések következtében illetve a nem 0Hz-től való átvitel miatt a bemeneti jel túllépheti az érzékenységi tartományt így a készülék rövidebb-hosszabb ideig nem képes az EKG jel mérésére. A BSP rendszer

bemeneti érzékenysége +/-2.5V ami a fenti problémákat teljesen kiküszöböli. A hálózati zaj tekintetében megfelelő programozható szelektív matematikai szűrőket lehet alkalmazni, amellyel a leghatékonyabb szűrés lehet elvégezni a legjobb jelhűség megtartásával.

5. A hagyományos készülékek az EKG jel feldolgozását a jel rögzítését követően (post-processing) végzik el. A BSP készülék képes valós idejű (Real-Time) feldolgozás elvégzésére. R-R, P-P, ritmus, st. elemzésekre.

Összegezve a BSP egységgel sikerült egy olyan mérőinterfészt kialakítani, mely a különféle fiziológiai jeleket az eddigieknél pontosabban tudja mérni, az értékelés és jelfelismerés tekintetében a letölthető (nem fixen beégetett) mikroprogrammal az új kutatási eredmények, értékelési módszerek könnyen adaptálhatók (nem szükséges a hardvert megváltoztatni). A mért jelek tárolása, megjelenítése PC-n történik. A kommunikáció a BSP egységgel standard soros porton keresztül lehetséges. Mivel a mérések elektronikusan tárolódnak így az összes PC-hez köthető szolgáltatás elérhető (adatbázis kezelés, kórházi hálózatok, Internetes kommunikáció).

Irodalom

Mixed Signal Design Seminar Analog Devices 1991.

System Applications Guide Analog Device 1993.

Practical Analog Design Techniques Analog Devices 1995.

Max W. Hauser, Principles of Oversampling A/D Conversion, Journal Audio Engineering Society, Vol. 39, No. 1A, January/February 1991. Pp 3-26.

A repolarizáció jellemzése átlagérték jel alapján

Sándor György¹, Kozmann György^{1,2}

MTA MFA, Biomérnöki Osztály¹, Budapest
Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék², Veszprém
E-mail: sandor@mfa.kfki.hu

Abstract

Az újra aktiválhatóság intervallumi (UAI) egy új, az EKG jelen értelmezett paraméter, mely a repolarizáció kvantitatív jellemzésére került bevezetésre. Szívfelszíni mérések igazolták, hogy az UAI pontosabban méri a lokális repolarizációt, mint a korábban e célból használt QT intervallum. Erőfeszítések történtek az UAI testfelszínen való értelmezésére. Kísérleti mérések szerint közvetlenül az UAI-t a testfelszínen csak a szív közeli prekordiális elvezetésekén lehetséges detektálni. Bemutatjuk, hogy az átlagérték magnitúdó (RMS) egy alkalmas jel a lokális aktiváció és repolarizáció kvantitatív jellemzésére. Állatkísérleteket végeztünk, hogy megbizonyítsuk, hogy az átlagos aktivációs idő, az átlagos visszatérési idő és a kettő különbsége, azaz az átlagos repolarizáció hogyan értelmezhető az RMS jellem. Az átlagértékeken kívül, ezen mennyiségek szórására is becslést adtunk.

1. Bevezetés

A kamrai repolarizáció kóros mértékű inhomogenitása modell kísérletek tanúsága szerint re-entrancy körök kialakulásához vezethet, ami az esetek egy részében életveszélyes kamrai ritmuszavar eredményez [1]. A veszély különösen koszorúér betegség esetén és infarktust követően magas. A repolarizáció térbeli eloszlásának non-invazív módon történő kvantitatív mérésének megoldása nagy mértékben előmozdítaná az aritmia modellek validálását és hozzájárulna a veszélyeztetett populáció aritmiára való hajlamának ellenőrzéséhez. Egy újonnan bevezetett módszert mutatunk be a repolarizációs folyamat pontosabb leírására és néhány kísérleti méréssel támasztjuk alá a becslési hipotézisünket. A repolarizációt, amit a szívizomzatban az egyes akciós potenciál hossza (APH) azonosítunk hagyományosan az EKG görbén értelmezett QT intervallum (QTI) eloszlásával becsülünk. Újabban a klinikum a hagyományos II elvezetéses EKG-n értelmezett maximális és minimális QTI különbséget használja vagy a módosított QTI-t, ami a QTI-nak a ciklushosszra vett normálását jelenti. A módszer használatával elméleti és gyakorlati problémák is jelentkeznek [2]. Egyfelől a QTI az egész szívből

származó információt hordozza és így éppen az aritmia kialakulása szempontjából fontos kis területen jelentkező APH csökkenést nem képes detektálni, másfelől gyakorlati probléma, hogy a QRS hullám elejét és főként a T hullám végét - kóros elváltozás esetén fokozottan - csak jelentős bizonytalansággal lehetséges kijelölni. Korábbi fiziológiai megfontolások nyomán a testfelszíni potenciál térképezés (TPT) telte lehetővé a ventrikuláris gradiens kísérleti bevezetését ami alatt a QRST hullámcsomag alatti területet értjük, majd ennek többszöri matematikai átértékelését. Néhány diagnózis megállapításához a QRST integrál térképeket kísérleti jelleggel alkalmazták [3].

A repolarizáció kvantitatív becslésére egy ígéretes megoldás a Sándor és mtsi. által bemutatott és szívfelszíni mérésekkel korábban alátámasztott újra aktiválhatóság intervallum (UAI) [4]. Az új paraméter a QRS hullám legnagyobb meredekségű $(dV/dt)_{min}$ pontját azonosítja a lokális aktiváció időpillanataként (AI) és a T hullám legnagyobb meredekségű $(dV/dt)_{max}$ pillanatát a visszatérési időként (VI). A kísérleti mérések igazolták, hogy ez az időparaméter korrelál legjobban a monofázisos akciós potenciállal, aminek hossza megegyezik a lokális APH-val. Az UAI eloszlásának különböző mesterséges patológiás feltétel mellett történő mérése bebizonyította, hogy ez a mennyiség érzékeny a helyi ércitami változásokra. Előzetes eredmények azonban azt mutatják, hogy az emberi test szűrő hatását nehéz teljesen figyelmen kívül hagyni, ezért közvetlen testfelszíni megfeleltetést csak néhány szív közeli prekordiális elvezetés esetén lehet kimutatni.

2. Módszerek és Adatok

A bemutatásra kerülő kísérleti eredmények a módszernek az átlagos négyzetes közép érték jelen (RMS) értelmezett változatát imitálja be, amit az eredeti változat lényegkiemelésének lehet tekinteni és egy olyan megközelítésnek, ami elvezethet egy hatékony testfelszíni, non-invazív eljárás kidolgozásához. Hipotézisünk szerint az RMS görbe alkalmas a klinikai gyakorlatban használható vizsgálat kifejlesztésére a ritmuszavarra való fokozott hajlami megállapításának céljából, mivel a repolarizációra globálisan érzékeny és egyszerűen előállítható.

A vizsgálathoz szükséges nyersadatokat kutya kísérletek szolgáltatták. A kamra hűtésével és melegítésével szabályoztuk a repolarizáció hosszának lokális változását. A kutyaszívre egy 64 elektródát tartalmazó harisnyát helyeztünk és 1000 Hz mintavételi frekvenciával készítettünk 3-5 msec-es felvételeket. Alapvonal helyreállítás és kalibrálást követően átlagolt EKG ciklusokat állítottunk elő.

A 64 elvezetés alapján számolt RMS görbét használtuk a repolarizáció és térbeli eloszlásának jellemzésére. A lokális AI-ből és VI-ből alkotott hisztogram és az RMS görbe a könnyebb értelmezhetőség kedvéért együtt került ábrázolásra. A diagramon jól követhető az átlagos AI, VI és a szórásuk. Az UAI definíció szerint egyenlő a VI és az AI különbségével. A kutatás jelen fázisában az UAI átlagértékét és szórását tekintjük indikatív paraméternek. Lineáris regressziós modellt használunk a három szívfelszínen értelmezett paraméternek az RMS-en történő értelmezéséhez. A 64 mérési pontban rögzített AI-t és APH-t szupraventrikuláris vezetés esetén normális eloszlású valószínűségi változónak, míg ventrikuláris ingerlés esetén egyenletes eloszlású változónak tekintem (ld. 1. ábra bal és jobb oldalai). Ily módon a modell a $VI = AI + UAI$ eredményre vezet, ahol a várható értékek összeadódnak $\overline{VI} = \overline{AI} + \overline{UAI}$ és a varianciák a következőképpen számolhatók:

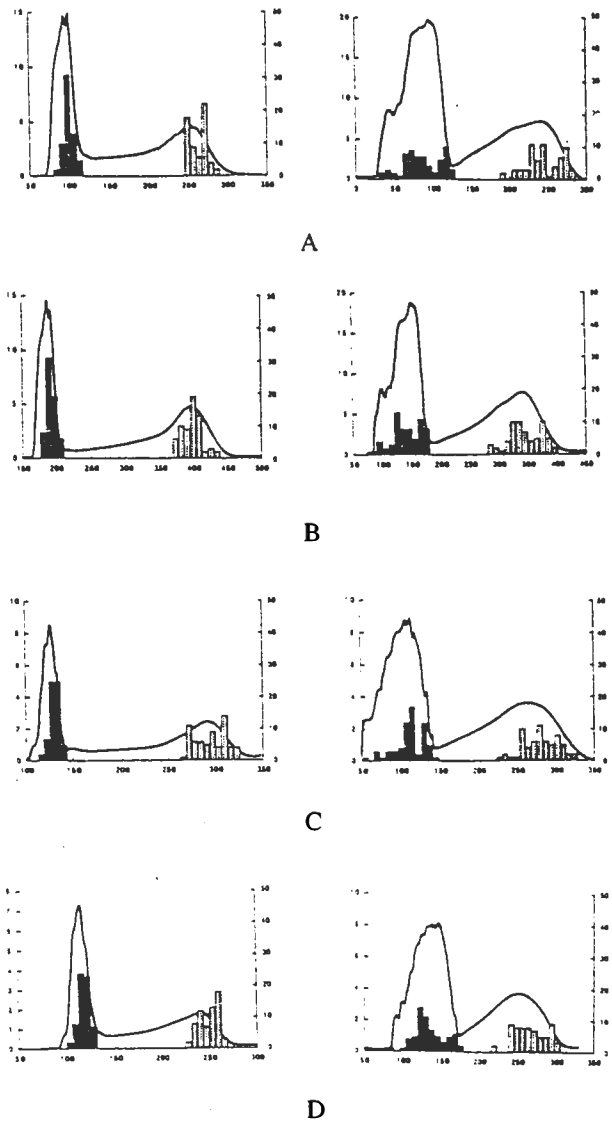
$$\sigma_{VI}^2 = \sigma_{AI}^2 + \sigma_{UAI}^2 + 2\rho\sigma_{AI}\sigma_{UAI} \quad (1)$$

ahol σ a szórás értékeket és ρ a valószínűségi változók közötti korrelációt jelöli. Bemutatom, hogy az aktiváció és APH általános esetben csak gyengén korrelál.

3. Eredmények

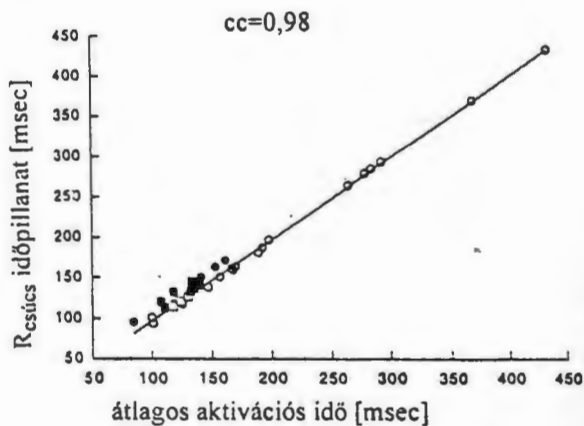
Az II. ábra mutatja az AI-eket és VI-eket ráültetve a RMS görbére. Minden egyes kísérleti beállítást elvégeztük szupraventrikuláris továbbá bal vagy jobb kamrai ingerlés mellett. Az egyes panelek reprezentálják az alkalmazott külső beavatkozások hatását az aktivációra, a repolarizációra vagy mindkettőre. A B. panel mutatja a homogén módon megnövekedett VI-eket a ciklushossz növekedés arányában. A C. panel a hűtés következtében történő inhomogén megnyúlást mutatja. A D. panel bizonyítja, hogy a melegítés, ami az isztemiás hatást hivatott modellezni lokális rövidülést okoz, melynek detektálása a legnehezebb hagyományos QT intervallum méréssel. Az ábrák bizonyítják, hogy az általunk alkalmazott beavatkozások gyakorlatilag az AI-ket érintetlenül hagyják, azt csak az ingerlés helye és az ingervezetés útja befolyásolja. Látható, hogy kamrai ingerlés esetén az AI és VI egyaránt széles tartományba kerül és egyenletes eloszlásúak lesznek. Ez azt jelenti, hogy a VI eloszlását az UAI nem határozza meg, de jelentősen mosósíthatja, amiből következik, hogy aktiváció terjedési problémájának esetén a független repolarizációs elváltozások rejtve maradhatnak.

A kísérletek tanúsága szerint az átlag értékek és a szórás értékek jól jellemzik a repolarizációs folyamatot és a

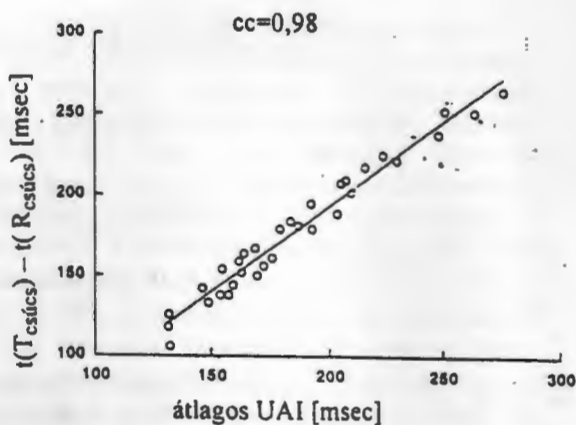


Lábra A bal oldalon szupraventrikuláris, jobb oldalon bal kamrai aktiválás eredménye látható. Az 'A' 300 msec, a 'B' 600 msec ciklushossz, a 'C' hűtés következtében (32 °C), a 'D' melegítés (40 °C) után készült. Az RMS Jel [mV] az idő [msec] függvényében került ábrázolásra. Az oszlopok azt mutatják, hogy egy adott időpillanatban hány elvezetésen következett be aktiváció ill. repolarizáció.

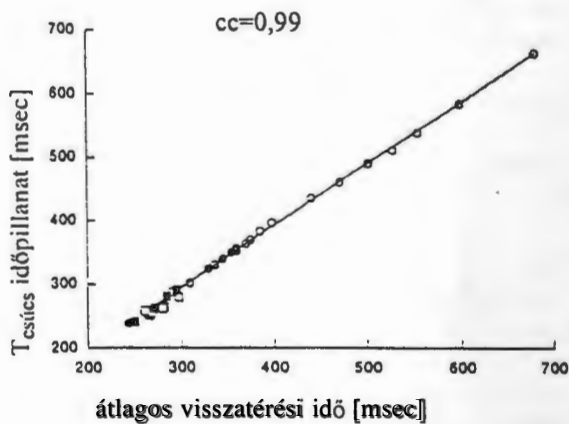
különböző elváltozásokat. A 2. ábra mutatja azokat az eredményeket, amelyek igazolják, hogy az RMS görbén definiált paraméterek mennyire jól korrelálnak a különböző lokális tulajdonságokat leíró mennyiségekkel. Az 2/A ábra mutatja, a már korábban is feltételezett összefüggést, hogy az $R_{csües}$ gyakorlatilag tökéletesen becsüli az átlagos AI-t ($\rho = 0.98$) és a regresszió is egyezést mutat, azaz $\overline{AI} = (R_{csües})$. Az II. ábráról az is látszik, hogy az AI szóródása arányos a QRS szélességével. A repolarizáció és a visszatérési idő kapcsolata, azonban nem ilyen egyértelmű. Az átlagos



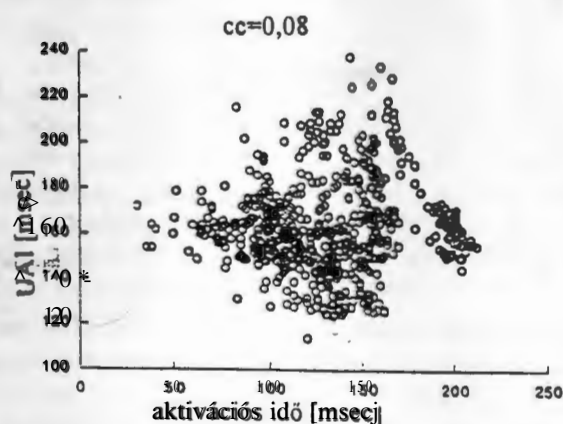
A



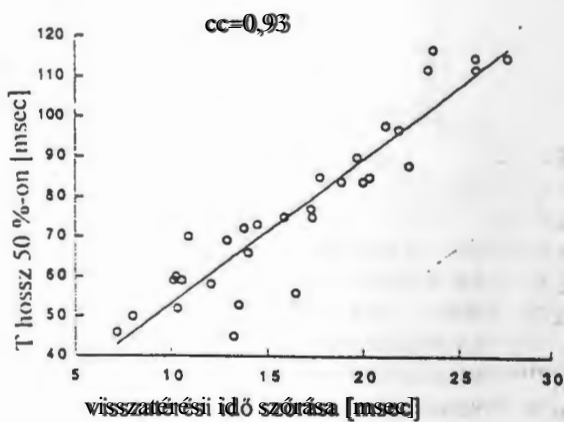
D



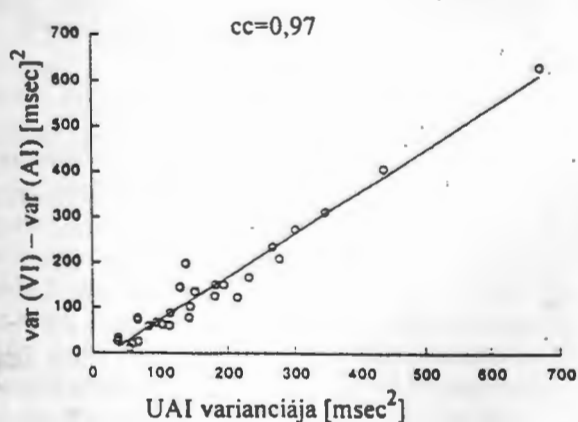
B



E

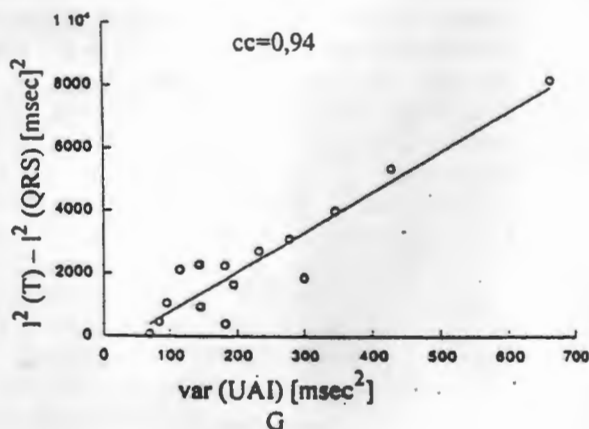


C



F

2. ábra Az átlagos aktivációs idő (AI) és az RMS görbe Rcsúcs közötti összefüggése (A), átlagos visszatérési idő (VI) és az RMS görbe Tcsúcs közötti összefüggése (B), VI szórásának becslése (C), a VI és az AI közötti különbség, ami az újra aktiválhatósági intervallum (UAI) becslése (D), az aktiváció és repolarizáció függetlensége (E), UAI szórásának becslése az AI és VI felhasználásával (F) és UAI szórásának becslése AI és VI variációjának becslésével, ami QRS ill. a T hullám hossz négyzetének felel meg (G).



G

visszatérési idő az RMS görbén a $T_{esües}$ -al nagyon jól korrelál ($cc=0.99$) ahogy a 2/B panel is mutatja, de a regresszió tekintetében ($\overline{H/I} = t(T_{csúcs}) + c$) nincs mindig ilyen tökéletes egybeesés. Az II. ábra szerint c értéke 15 és 40 msec között változik, de gyakorlati szempontból a korreláció értéke a lényeges és $T_{esües}$ a gyakorlatban megfelelő becslést ad. A szóródás definiálása azonban sokkal nehezebb a már korábban említett technikai akadály miatt is, azaz a T hullám végét sok esetben nem lehet egyértelműen meghatározni és még bizonytalanabb a T hullám elejének kijelölése, mivel több összetevő együttes hatása szabályozza a nyugalmi állapotba való visszatérés mikéntjét. A legfontosabb feladat az AI és az UAI, azaz az aktiváció és az APH hatásának szeparálása, hiszen a VI mindkettő hatását tartalmazza. Kísérleti adatok alátámasztják az elméleti eredményeket, hogy a T hullám a repolarizáció eredménye és ezért annak hossza arányos a repolarizációs folyamat hosszával. Ezért vezettük be a $T/2$ mennyiséget, amit úgy definiáltunk, hogy az a szakasz, ami kezdődik a J pont (QRS hullám végpontja) után, amikor az EKG eléri a $T_{esües}$ felének értékét és addig tart ameddig az EKG a $T_{esües}$ után ugyancsak eléri annak 50 %-t. Ez a szakasz mérés technikailag egyértelmű, ellentétben a T intervallummal vagy a QT szakasszal. A 2/C ábra mutatja a két mennyiség korrelációját ($cc=0.93$) és a regressziót. Kísérleti eredmények kicsivel jobb eredményt mutatnak egy eltolt intervallumra, azaz amikor nem 50-50 % a határ, hanem pl. 70 és 30, ami következik VI becsléséből is. A becslésnél célunk volt egyszerűen számolható mennyiségek bevezetése, továbbá meg kell jegyezni, hogy a kijelölt intervallumok, melyek a legjobb becslést adták az egyik esetben más esetben kevésbé voltak hatékonyak. A legfontosabb becslés az APH, azaz a repolarizáció maga. Az elméleti megfontolásokkal egyezően az UAI definíciójából következik, hogy az átlagos repolarizációt az alábbi módon lehet becsülni:

$$\overline{UAI} = t(T_{csúcs}) - t(R_{csúcs}) + c \quad (2)$$

A 2/D ábra mutatja az összetartozó értékeket és a kapott $cc=0.98$ korrelációt, ami megerősíti az elméleti megfontolást. Az átlag érték fontos indikatív jellemző, azonban az UAI szóródása talán még lényegesebb információt hordoz a ritmuszavarra való hajlam vonatkozásában. Sok esetben a VI önmagában lényeges információt hordoz, míg más esetben félrevezető lehet, mivel az aktivációból származó információ elfedi a repolarizációra vonatkozó ismereteket. Ezért lényeges eredmény, amit a 2/E ábra demonstrál nevezetesen, hogy AI és az UAI függetlenek egymástól. A 2/F ábra alátámasztja ezt a feltevésünket és ezért az (1) egyenlet a következőképpen módosul:

$$\sigma_{VI}^2 = \sigma_{AI}^2 + \sigma_{UAI}^2 \quad (3)$$

Meg kell jegyezni, hogy néhány speciális esetben az AI és az UAI függetlensége nem teljesül maradéktalanul ill. az egyes tagok varianciájának becslése is hordozhat

hibát. A tapasztalati tényeket, 2/E ábrát valamint (2)-t összevetve kapjuk a repolarizáció, azaz az UAI varianciájának becslésére a $(T/2)^2 - QRS^2$ összefüggést. A 2/G ábra alátámasztja az elméleti megfontolásunkat.

4. Diskusszió

A dolgozatban a repolarizáció folyamatát az RMS jel felhasználásával jellemeztem egyszerűen származtatható paraméterek segítségével. Korábban a szívfelszínen elvégzett bonyolult és költséges monofázisos akciós potenciál méréssel lehetett a repolarizációs folyamatot pontosan vizsgálni. Kísérleteink ígéretes eredményekkel szolgálnak arra nézve, hogy az UAI eloszlásának vizsgálata megfelelő formában alkalmas becslést ad a repolarizációs folyamatról. Eredményeink alátámasztják, hogy az RMS alkalmas időfüggvény, hogy általános képet kínáljon az aktiváció és a repolarizáció követésére és a karakterisztikus események azonosítására. Az eredmények felhasználásával, a repolarizáció testfelszínen történő becslésére és a jellemző paramétereknek a testfelszínen történő értelmezésére, amely alapján akár szűrő jellegű vizsgálatok bevezetésére is rövidesen sor kerülhet. Eredményeink, a mérési hibahatáron belül alátámasztották elméleti számításunkat.

Köszönetnyilvánítás

Ez a munka az OTKA (F25618) támogatásával valósult meg.

Referenciák

- [1] Kuo CS, Munakata K, Reddy P, Suravitez B: Characteristics and possible mechanism of ventricular arrhythmias dependent on the dispersion of action potential durations. *Circulation* 67:6, 1983.
- [2] Statters DJ, Malik M, Ward DE, Camm AJ: QT dispersion: Problems of methodology and clinical significance. *J Cardiovasc Electrophysiol* 5:588, 1994.
- [3] Green LS, Fuller MP, Lux RL: Three-dimensional distributions of ST-T wave alternans during acute ischemia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 8:12, 1997.
- [4] Sándor Gy, Lux RL, Pintér A: Activation recovery interval: New parameter for prediction the elevated inclination to ventricular arrhythmia. XXX. Neumann kollokvium (szerk: Kozmann Gy.), 1996.

Sándor György MTA MFA
Budapest 1525. Pf. 49.

Döntést támogató szakértői rendszer az aromaterápiában

Starkné dr. Werner Ágnes és Vigh Krisztina

Veszprémi Egyetem Matematikai és Számítástechnikai Tanszék
werner@almos.vein.hu

Abstract

Egy olyan szakértői rendszert szeretnénk bemutatni, amely az illóolajok felhasználását támogatja a gyógyításban, a mindennapi használatban. Az AROMATICA névre keresztelt program segítségével a felhasználók lekérdezhetik egyes illóolajok adatait, illetve tanácsot kaphatnak azok alkalmazásához.

A program három fő részből áll:

- egy általános bevezető rész, az aromaterápia történetéről, és általános ismertető az illóolajokról;
- a felhasználó által választott konkrét illóolajokról tájékoztatást adó rész;
- a tanácsadó rész.

A program jelen állapotában 27 illóolajról ad tájékoztatást, az információkat a magyar és különböző nemzetközi gyógyszerkönyvekből, szakkönyvekből veszi. Tartalmazza a növény család nevét, amelybe az a növény tartozik, amiből a kiválasztott illóolajat kivonták, maga a drog (olaj) latin, magyar, német és angol nevét, szinonimáit, leírását, valamint hatóanyagainak leírását és azoknak a monográfiáknak a felsorolását, amelyekben a kérdéses olaj megtalálható. Ezen kívül tájékoztatást ad az olaj hatásairól, mellékhatásairól, alkalmazási lehetőségeiről és ellenjavallatairól is.

A rendszer tanácsadó része képes arra, hogy a felhasználót az általa kiválasztott tünet, betegség alapján végigvezesse a problémamegoldó folyamaton, kérdéseket tegyen fel, és a felhasználó ezen kérdésekre adott válaszai alapján egy vagy többféle, lehetséges alkalmazási módot javasoljon, indoklással.

A program felhasználóbarátságra, könnyen kezelhetőségre, közérthetőségre törekszik. Az egyes adatok, tanácsok kérésre nyomtathatók.

1. Bevezetés

Az intelligens számítógépes rendszerek kifejlesztésével foglalkozó mesterséges intelligencia egyik kutatási területe, a szakértői rendszer, olyan számítógépes program, amely képes kérdések feltevésével, válaszadással, következtetésekkel automatizálni a döntéshozatalt. A szakértői rendszerek négy összetevője a következő: a tudás összegyűjtése, a tudásbázis, a következtető rendszer és a felhasználói interface.

Az adott szakterület ismereteit a tudásbázis írja le, melyhez ebben a rendszerben a frame és a szabály tudásábrázolási technika került felhasználásra.

A következtető gép a szabályokat kapcsolja össze, hogy a megfelelő következtetést tudja levonni, és a korábbi ismeretek alapján újabbakat határoz meg. A program frame-alapú és szabályalapú következtetési technikát alkalmaz.

A szakértői keretrendszer olyan fejlesztőeszköz, aminek a tudásbázisa üres, de egyébként ugyanazokból az elemekből épül fel, mint bármely más szakértői rendszer. Lehetnek, és vannak is felhasználóbarát, a fejlesztést megkönnyítő szolgáltatásai. Ilyen rendszerek segítségével tehát újabb és újabb szakértői rendszereket lehet készíteni, "csak" fel kell tölteni a tudásbázist.

Az AROMATICA rendszer kifejlesztéséhez a Level5 Object hibrid típusú keretrendszert használtuk fel, amely személyi számítógépekre készült, Windows operációs rendszerek alatt működik. [9]

2. Aromaterápia

Az illóolajok felhasználásának több ezer éves múltja van. A Biblia az egyházi szertartások és a gyógyítás során történő használatukat említi; az ókori egyiptomiak a szépségápolásban, a halottak bebalzsamozásakor használtak olajokat; az ősi Kínában és Indiában is ismertek voltak az illóolajok, tőlük a görögök és rómaiak vették át ezt a tudást. A feljegyzések először a 13. században említik az illóolajokat Európában, kesztyűkészítők, parfümkészítők által felhasznált anyagokként.

Az illóolajokkal történő gyógyítást Gattefosse, francia vegyész nevezte el aromaterápiának (aroma: jellegzetes, kellemes illat; terápia: a betegségek gyógyítása). Azt tapasztalta, hogy az illóolajok bőrön keresztül néhány perc alatt felszívódnak.

Az illóolajok kinyerésének leggyakoribb módja a vízgőzdesztilláció. A különböző növényekből illóolajok kinyerésére szolgáló lepárló készüléket Avicenna, a 11. századi arab orvos találta fel, a desztilláció műveletét pedig Arnaldo de Villanova spanyol tudós írta le a 13. században. Az illóolajok kinyerésére azóta is ezt a módszert használják a leggyakrabban.

A szakértővel egyetértésben döntöttünk a kizárólag klinikai vizsgálatokkal igazolt, tudományos publikációkkal alátámasztott, gyógyszerkönyvekben és egyéb szakkönyvekben leírt alkalmazások programban történő használata mellett. Szerepeltettünk néhány "ésszerű", népi gyógyásatra jellemző alkalmazást, ezekre a programban külön felhívjuk a figyelmet.

A programban szereplő minden egyes illóolaj mellé megadtuk az összes hivatalos, dokumentált forrást,

alinnon a pontos adatok elérhetők. Gyógyszerkönyvekről, hivatalos szabványokról, Hivatalos receptgyűjteményekről van itt szó, amelyek minden szakember számára elérhetők.

Az illóolajok alkoholban, növényi vagy ásványi olajokban és zsírokban oldódnak, vízzel csak keverednek, minimális mennyiségben (0.5%). Mindebből az következik, hogy nemcsak az orr- és szájnyálkahártyán, a gyomor- és bélcsatornán szívódnak fel, hanem természetesen a bőrön át is. Fürdő alkalmazásakor az illóolajok 20-120 perc alatt szívódnak fel, és kimutathatók a véráramban. Kiválasztásuk a tüdőn keresztül történik (a kilégzett levegőben 1/2-2 óra múlva jelennek meg).

A 20. század elején még nem végeztek olyan orvosi és kémiai kutatásokat, amelyek bizonyították volna az illóolajok gyógyhatását. Azóta a helyzet megváltozott: sok olyan tudományos kísérletet végeztek már, ami az egyes illóolajok gyógyhatását igazolja.

A szakértő az illóolajok külsőleg történő alkalmazásakor hat, belsőleg alkalmazásakor pedig nyolc fő, farmakológiai, klinikai, ill. biológiai vizsgálat által igazolt hatást, és elیهz kapcsolódóan tizenhárom különböző, általános alkalmazási módot említett meg. A konkrét alkalmazási javallatok a hatásokon alapulnak. Ezek a következők:

külsőleg: vérbőséget előidéző, gyulladáscsökkentő, antiszeptikus, fertőtlenítő, sebgyógyulást elősegítő, szagtalanító és rovarirtó, ill. rovarűző hatás;

belsőleg: köptető, az emésztőmirigyek váladéktermelését serkentő, görcsoldó, gyulladáscsökkentő, antiszeptikus, vizelethajtó, nyugtató és a szív működését, vérkeringést elősegítő hatás. [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]

3. A programról

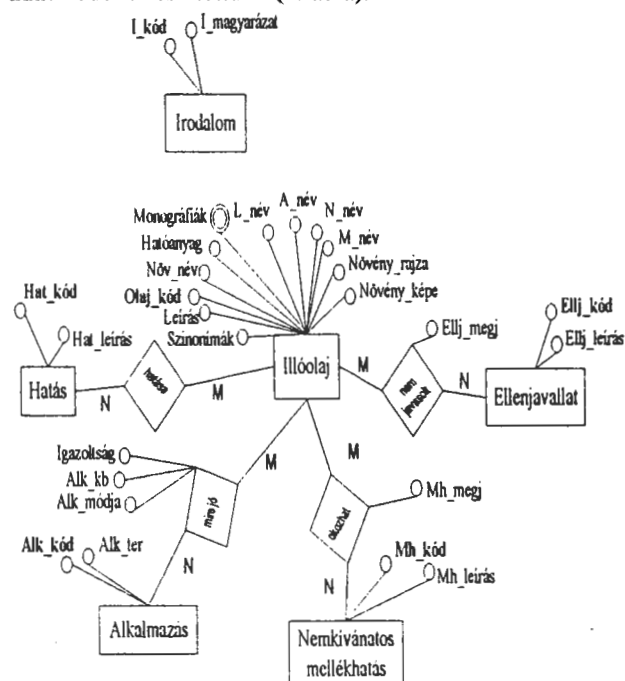
A program feladataiból kiindulva, elsőként azokat az adatokat írtuk össze, amikre az illóolajokkal kapcsolatosan szükség lehet:

- a növény család latin neve
- az illóolaj (drog) latin, német, angol, magyar neve
- a használatos szinonimák
- az előállítás mód leírása
- a monográfiák, amelyekben az adott olaj szerepel
- az olaj hatóanyagai
- hatásai és mellékhatásai
- alkalmazási területek (mire használható)
- alkalmazásának ellenjavallatai

A szükséges adatok összegyűjtése után azokat csoportosítottuk: az egyik csoportba az konkrét illóolajokra vonatkozó adatok kerültek, a másikba pedig az aromaterápiával kapcsolatos általános információk, amelyeket a programban felhasználunk.

Az egyes illóolajok mellékhatásaihoz, ellenjavallataihoz megjegyzést is írtunk, a különböző alkalmazási területekhez pedig az alkalmazás típusát (külsőleg, belsőleg), igazoltságát (népi alkalmazás, vagy orvosilag igazolt), és a konkrét alkalmazási javaslatot(k) kapcsoltuk.

Az összegyűjtött információk alapján a következő adatmodellt készítettünk (1. ábra):



1. ábra: Az illóolajok adatainak adatmodellje

A modellből pedig leképzéssel elkészültek a táblázatok, amelyek később egy-egy dBase file formájában valósultak meg.

A program három szolgáltatást nyújt:

1. Általános tájékoztató az aromaterápiáról

A szolgáltatás célja, hogy a felhasználót megismertesse az aromaterápia történetével, jelenével, az illóolajok használati lehetőségeivel, és azokkal az általános szabályokkal, előírásokkal, amiket alkalmazásuk esetén ajánlatos betartani.

2. Illóolajok adatainak lekérdezése

A szolgáltatás célja, hogy a felhasználónak információt szolgáltatson az egyes illóolajokról. Ezek az információk általános és részletes adatokat jelentenek.

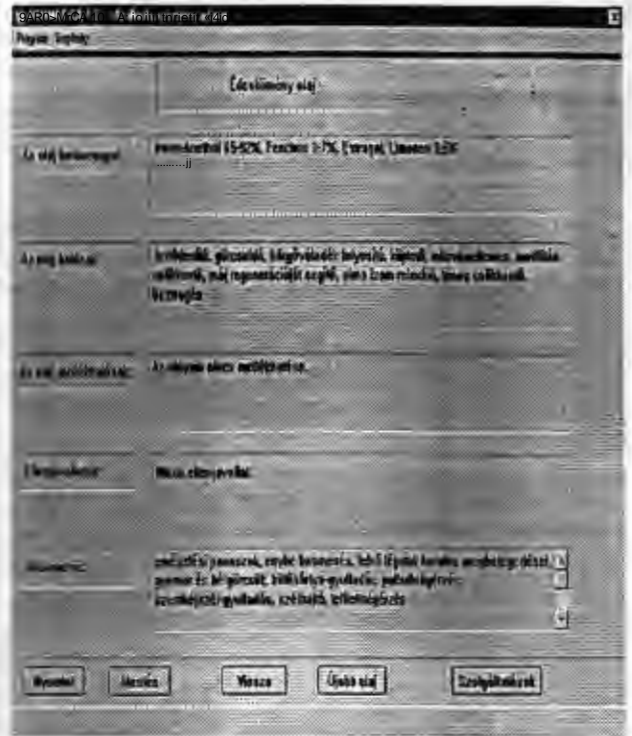
Általános adatok: a növény család neve; az illóolaj (drog) latin, angol, német és magyar neve, valamint a használatos szinonimák; az olaj előállításának módja; azon monográfiák listája, ahol az olaj megtalálható

Részletes adatok: az olaj hatóanyagai; hatásai; mellékhatásai; ellenjavallatai; alkalmazása

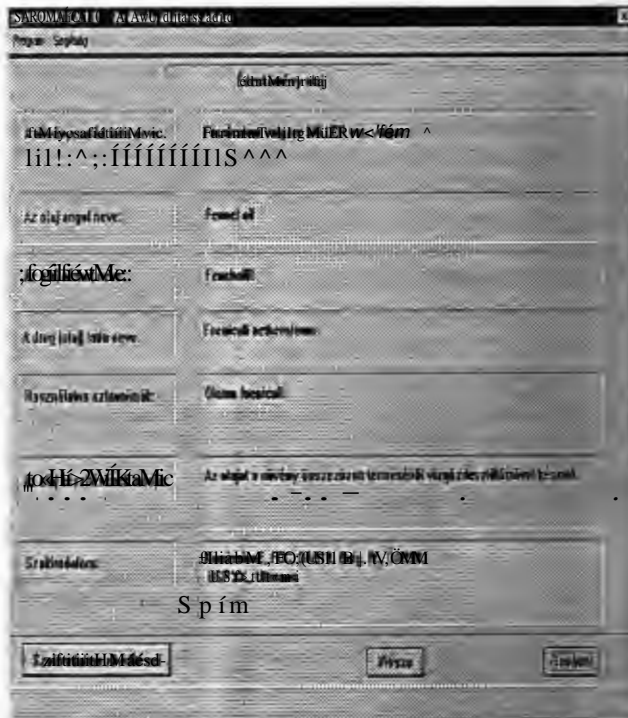
A 2. 3. és 4. ábra ezen rész egy-egy fontos képernyője.



2. ábra: Az "Illóolaj kiválasztása" képernyő



4. ábra: "Az illóolaj részletes adatai" képernyő



3. ábra: "Az illóolaj általános adatai" képernyő

3. A tanácsadó rész

A szolgáltatás célja, hogy a felhasználók kezébe pontos használati utasítást adjon az egyes illóolajok különböző célokra történő használatához. Ehhez a felhasználótól az ellenjavallatokra, ill. az olaj minőségére vonatkozó információt kér, majd - nyomtatható, menthető - használati útmutatót ad.

Nemcsak az aktuális képernyő adatai kerülnek nyomtatásra, ill. mentésre, hanem mindkét művelet figyelembe veszi a képernyőkön megjelenített összes adatot.

Mit kell figyelembe venni a tanácsadásnál? Olyan ellenjavallatokat, amik egy illóolaj alkalmazását korlátozzák (pl. epilepszia, ilyenkor a belsőleges alkalmazás nem lehetséges), vagy egyáltalán nem teszik lehetővé (pl. ilyen az az eset, ha az illóolaj bőrpírt okoz). Három csoportra bontottuk az ellenjavallatokat: az első önmagában a bőrpír, mert ez teljesen lehetetlenné teszi az alkalmazást, második a belsőleges alkalmazást, a harmadik pedig a fürdő alkalmazását tiltó ellenjavallatok csoportja volt.

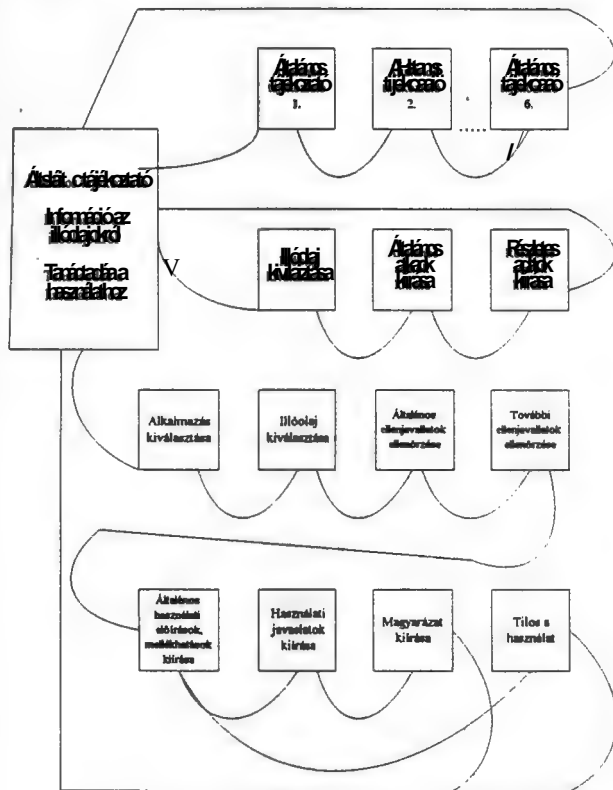
Ezek után a tanácsadás lépéseit a fenti adatokra alapozva vázoltuk fel. Legelső lépésként meg kell tudni, milyen alkalmazást vizsgálunk, ezt a felhasználó választja ki egy legördülő listából. Az alkalmazásra jó olajok közül ismét választ (ha csak egyetlenegy van, akkor természetesen nem), és ekkor kezdődik az ellenjavallatok ellenőrzése. Az általános ellenjavallatokat minden illóolaj esetében ellenőrizni kell, de léteznek illóolajok, amelyeknek további ellenjavallatait is figyelembe kell venni, ezek külön képernyőn szerepelnek. A felhasználó kiválasztja a rá igaz ellenjavallatokat, különös figyelmet fordítva az illóolaj minőségére (patikai-e vagy sem), majd az általános használati előírások képernyőre jut, ahol a

fontos általános szabályokat közöljük és a választott olaj esetleges mellékhatásairól tájékoztatjuk – mielőtt még az üveg kupakját lecsavarná –, hogy használat előtt minden szükséges információ a birtokában legyen.

A program természetesen az ellenjavallatokat ellenőrzi, és ha a belsőleges alkalmazás tiltott, azt nem javasolja stb. Magyarázatot is ad a döntésére, amit a felhasználó gombnyomásra jeleníthet meg és elolvashatja, milyen ellenjavallatokat választott ki, az olajnak milyen alkalmazása van, és ebből kifolyólag ő mit használhat.

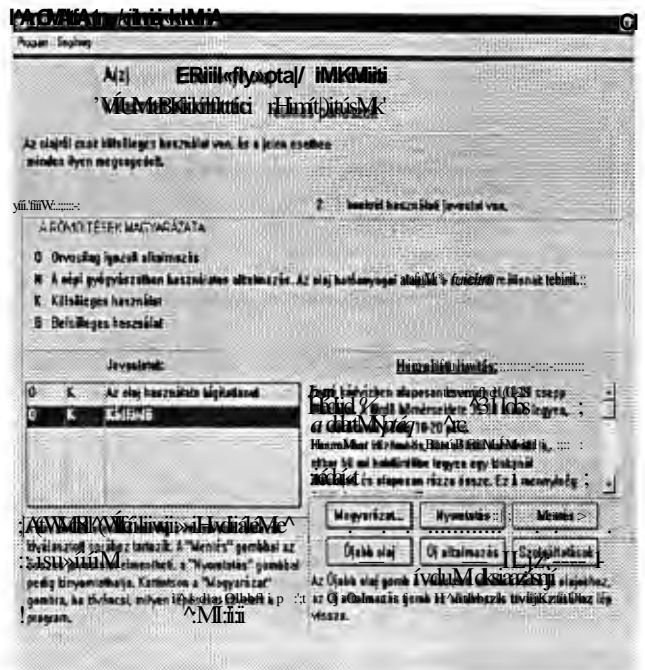
Az egyszerű visszalépés és újabb olaj, ill. alkalmazás választása, az adatok, tanácsok nyomtatása stb. természetes igényként merült fel a majdani felhasználók szemszögéből.

Ebből az összetett "feladat- és feltételhálóból" több különböző eset és aleset kerekedett ki. A 5. ábra a program működésének sematikus felépítését mutatja.

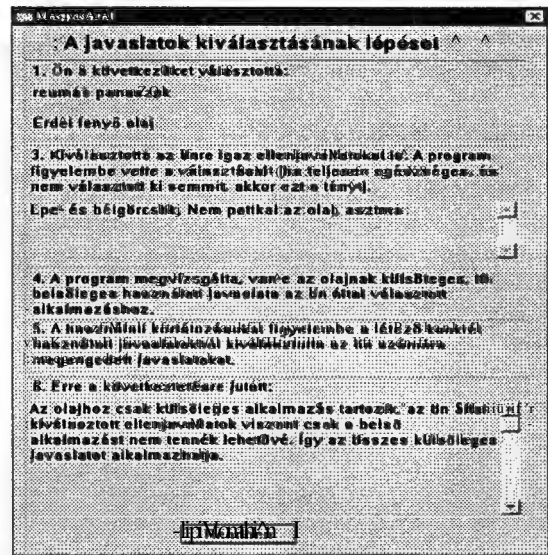


5. ábra: A program működésének vázlatos rajza

A 6. és 7. ábra a program egy-egy kiragadott felhasználói felülete. A 6. ábra az illóolaj alkalmazásával kapcsolatos információkat írja le, míg a 7. ábra – a szakértői rendszerek egy igen fontos komponensét – a magyarázatadó részt mutatja be.



6. ábra: "Az illóolaj alkalmazása" képernyő



7. ábra: A "Magyarázat" ablak

Referenciák

- [1] Arzneibuch der chinesischen Medizin. Monographien des arzneibuches der Volksrepublik China 1990 und 1995, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 1996
- [2] Braun, H., Frohne, D.: Heilpflanzenlexikon für Ärzte und Apotheker, Fischer Verlag, Stuttgart, 1987
- [3] Frohne, D., Pfänder, H. J.: Giftpflanzen. Ein Handbuch für Apotheker, Ärzte, Toxikologen und Biologen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH Stuttgart, 1997
- [4] Hünzel, R., Keller, K., Rimpler, H., Schneider, G.: Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis, New

York: Springer Verlag, 1993

- [5] Wichtl, M.: Teedrogen und Phytopharmaka. Ein Handbuch für die Praxis auf wissenschaftlicher Grundlage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH Stuttgart, 1997
- [6] Roth, L., Daunderer, M., Kormann, K.: Giftpflanzen und Pflanzengifte, Ecomed Verlagsgesellschaft mbH, Landsberg/München, 1984
- [7] Schulz, V., Hänsel, R., Tyler, V.F: Rational Phytotherapy - A Physicians Guide to Herbal Medicine, Springer Verlag, Berlin, 1997
- [8] Tang, W., Eisenbrand, G.: Chinese drugs of plant origin, chemistry, pharmacology, and use in traditional modern medicine, Springer Verlag, New York, 1992
- [9] Starkné Werner Ágnes: Mesterséges intelligencia – Szakértői rendszerek, Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1997

Levelezési cím:

Starkné dr. Werner Ágnes

Veszprémi Egyetem Matematikai és Számítástechnikai
Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

A Kórházvezetést Támogató Információs Rendszer (KTI) menedzsmentje a Kenézy Gyula Kórházban

Dr. Szilágyi György, Csépes Imre

Kenézy Gyula Kórház-Rendelőintézet
4043 Debrecen, Bartók Béla u. 2-26.

A Kenézy Gyula Kórházban 1994-ben kezdődött egy intenzív informatikai fejlesztés, mely az 1992-ben kialakított informatikai stratégia konkrét megvalósítását jelentette. A stratégia megvalósítását mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy ezzel a stratégiával és az 1996-ig megvalósított eredménnyel a Világbank által meghirdetett pályázat nyertes kórházai között vagyunk.

A pályázat által kitűzött cél megvalósításáért a kórház egy jól, de nem teljeskörűen kialakított informatikai infrastruktúrával, sok funkciót lefedő, de viszonylag kevés felhasználói lehetőséggel működő szoftverrel és komoly számítástechnikai kultúrával rendelkező személyzettel startolt.

- 1.) Melyek a sikeres program bevezetésének és alkalmazásának jellemzője a felhasználó nézőpontjából?

A program csak célorientált alkalmazás esetén elégti ki a felhasználót, ahol a felhasználó elvárása, hogy a program támogassa az adatkezelést és az adatfeldolgozást. Az egyes felhasználók igényei viszont eltérőek, hiszen a feladatok is különbözőek. Más igényeket fogalmaz meg az osztályos nővér, az orvos vagy a kórházi menedzsment. Az elvárások sokszínűsége nyilvánvalóan nem jelentheti ugyanennyi eltérő program alkalmazását. Átgondolt fejlesztéssel viszont ezek az elvárások jól teljesíthetők. Mindezt az alábbiak szerint valósítottuk meg kórházunkban.

Fokozatosan - de a koncepciótól nem eltérve - építettük ki a meglévő 141 hiálózati végpontot. Az adott munkahelyen végzett feladat jellege határozta meg, hogy terminált, vagy PC-t alkalmazunk. Az adatokat a keletkezésükkel egyidőben és az adott helyen rögzítjük. A program használatát többlépcsős képzéssel tanítottuk be az egészségügyi alkalmazottaknak.

Nagyon fontos momentum volt, hogy ezeken a tréningeken elmagyaráztuk és megértettük dolgozóinkkal az informatikai fejlesztés

filozófiáját, a beruházás célját és a megvalósítás lépéseit. Így minden érdekelt számára világossá, ezen keresztül elfogadhatóvá vált, hogy a beruházás mindenkitől többletmunkát követel, de ennek haszna egy későbbi fázisban megtérül.

Igen lényeges eleme egy ilyen projektnek, hogy az alkalmazók észrevételeit, javaslatait beépítsük a programba. Az egyes dolgozói rétegek kéréseit, javaslatait maximálisan figyelembe vettük a módosítások elvégzésénél. Ennek eredményeként javult a program alkalmazhatósága, a felhasználó jobban magáénak érezte, mely a fogadókészséget jelentős mértékben növelte.

Csak olyan adatok rögzítését kértük és kérjük, illetve várjuk el, aminek az előállításában maga a felhasználó közreműködött. Valójában csak azoknak az adatok rögzítésének van értelme, melyek szakmailag indokoltak és az adott munkahelyen dolgozó a későbbiekben felhasznál valamilyen későbbi folyamatban. Ez a megközelítés a rendszer működtetések egyik igen lényeges eleme. A modulok egymásra épülése miatt a rendszernek ki kell szolgálnia az adatrögzítő nővér, az orvos igényét éppúgy, mint a menedzsment által támasztott elvárásokat.

Ezeknek a különböző szintű elvárásoknak az adatbevitel pillanatában semmiképpen sem szabad elkülönülniük. Akkor sikerült igazán jól adaptálni és alkalmaznunk a szoftvert, amikor ez az elkülönülés direktan nem érhető tetten.

A körültekintő oktatás, a lépcsőzetes bevezetés, a program tréning rendszerének tartós "bűntetlen" használhatósága a számítógépes ismeret - "kultúra" - kialakítását eredményezte. Ma már a számítógépet amik a dolgozónak - orvos, nővér - is használni kell, aki korábban soha nem került még számítógéppel kapcsolatba. Ezeknek a dolgozóknak az ellenállását, tartózkodó magatartását átalakítani nem volt könnyű feladat. A türelmes és kitartó képzés, az előnyök ismertetése, fokozatos elfogadtatása eredményezte ezeknek a dolgozóknak ma már pozitív irányú magatartását.

A siker fontos eleme, hogy az egyes modulok bevezetését követő rövid időn belül a felhasználó minél szélesebb körben tudjon adatot kinyerni a rendszerből.

2.) Az eredményes pályázat elkészítése jelentette a munka igazi kezdetét, melynek során el kellett végezni:

Műszaki tender dokumentáció elkészítése. Előjáróban szükséges elmondani, hogyha a dokumentáció elkészítésének és követelmény rendszerének forgatókönyve hamarabb rendelkezésre állt volna, a tanácsadó cégek (OD, IT) munkáját jobban tudtuk volna orientálni és a végleges anyag elkészítésénél ezek a felmérések jobban hasznosíthatók lettek volna. Ennek következtében talán még jobb anyagot is készíthettünk volna.

Milyen feladatokat kellett megoldani ?

- El kellett készíteni a tervezett funkciókat lefedő programok adatmodelljeit, attribútumainak, entitásainak és kapcsolatainak kibontásával.
- Együtt kellett értelmeznünk a HISA előszabványt, mint követelmény rendszert, mely a fizikai réteg és a felhasználói réteg között helyezkedik el és meghatározza az erőforrásokhoz való hozzáférést.
- Végig kellett gondolnunk az információmenedzsment funkciókat és az idevonatkozó kérdéseket meg kellett válaszolnunk.

Mik a keretek és korlátok a program megvalósítása során ?

- melyek a támogatott és nem támogatott funkciók, ezekbe hogyan férünk be?
- melyik területre kell a program megvalósítását összpontosítani ? (érvényességi kör)
- milyen ütemezésben lehet és célszerű tervezni ?
- kifejtésre szánt idő ?

Hol vagyunk most ?

- mi a kiindulási pont ?
- milyen erőforrások állnak jelenleg rendelkezésre ?

Hova igyekszünk ?

Hogyan jutunk el ?

- milyen alternatívákat lehet figyelembe venni ?

- milyen erőforrásokat tudunk mozgósítani: hardver, szoftver hálózat, üzemeltetés és oktatás vonatkozásokban.

A fentiekén túl, konkrétan meg kellett fogalmazni, hogy az egyes funkciók működtetésével kapcsolatban mik az elvárások, és ezen funkciók működtetését hol (milyen szervizponton) és hány fővel kívánjuk megoldani.

Berkeztett tenderek bírálata:

A kórház által meghatározott céloknak megfelelnek-e a pályázó megoldási javaslatai ? A legfontosabb, hogy a dokumentációban meghatározott, a sikeres program megvalósítás feltételeit maradéktalanul teljesíti-e a pályázó ? Ha bármelyik szállító ebből valamelyiket nem vagy csak részben tudja teljesíteni az "no go" eredményt von maga után.

Milyen áron és milyen biztonsági garanciákat nyújt a szállító ?

Oktatás, Help Desc, rendszer követés, ... az elbírálás további szempontjai.

A KTI program úttörőinek nehézségei:

A program megvalósítás minden résztvevője most és együtt tanulta, hogyan kell a feladatot az elvárásnak megfelelően és a lehető legkorrektebb módon megoldani.

A Világbank által meghatározott követelmények rendkívül feszesek úgy tartalmi mint formai vonatkozásban, az ennek való megfelelés nem könnyű.

A cél eléréséhez nem állnak korlátlanul rendelkezésre az anyagi források. Ennek ismeretében kell olyan minimum szintet meghatározni, ahol még a cél megvalósítása igazán nagy csorbát nem szenved.

Folyamatosan álltak össze rendszerré bennünk az egyes elvégzendő feladatok.

A pályázatkészítést hasonlóan a rendszerfejlesztéshez, az output felől kell megközelíteni, ezért outputnak csak a célt meghatározni nem elég.

ÖSSZEGZÉS:

Minden pályázó számára nagy kihívás a program céljának határidős teljesítése.

A kapott támogatásból teljes és modell értékű megoldást elkészíteni nem lehet. Erre még azok a kórházak sem képesek, melyek már komoly fogadókészséggel rendelkeznek. Éppen ezért már most, a program megvalósítás kezdetén annak kell tudatosodni, hogy a munka itt nem fejeződhet be.

TUTORIÁLOK

Informatikai rendszerek alkalmazása a kontrolling és minőségbiztosítás megvalósításában

Dr. Szalkái Iván

• E-Consult Rt.
Szalkai@elender.hu

Az egészségügyi intézetekben az informatika elterjedőben van. Ez az elterjedés gyakorlati szükségesség, mert a teljesítményfinanszírozás, a pseudo-versenyhelyzet, amiben az intézmények dolgoznak, megköveteli a teljesítményadatok rögzítését. A jelentési és ellenőrzési rendszer változás mind több adat rögzítését és továbbítását igényli. Az intézmények elszámolása – bevétele egy alulfinanszírozott spirál mentén mozog, s ez a spirál egy teljesítménykényszert hordoz magában. Mindezek ellenére az egészségügyi intézmények gazdasági és teljesítményelemzési módszerei nem egységesen kidolgozottak. A forgalomban levő informatikai rendszerek több-kevesebb segítséget adnak ehhez az elemző munkához.

Az új egészségügyi törvény, az OEP szerződések, a nemzetközi tendenciák megkövetelik, hogy az egészségügyben is effektíven megjelenjen a minőségbiztosítás-fejlesztés. A minőségbiztosítási rendszerek (akár ISO, akár TQM szisztémában dolgoznak), egy tervezéshajítás-ellenőrzés (ISO) elemzés (TQM) és visszacsatolás elvet kell, hogy kövessenek.

A gazdálkodás, az elemzés nem valósítható meg adat nélkül. Adatot pedig csak informatikai rendszer – illetve jelentős manuális tevékenység képes biztosítani. Sajnos informatikai rendszereink egy része is csak manuális feldolgozás után képes adatokat biztosítani.

Hogyan történik egy elemzési feladat:

ADATOK ⇒ ELEMZÉS ⇒ INFORMÁCIÓK ⇒ MODELLEZÉS ⇒ DÖNTÉS ⇒ ELLENŐRZÉS

Hogyan történik az elemzés tervezése:

TÉMA KIJELÖLÉS ⇒ ⇔ INDIKÁTOR KIVÁLASZTÁS ⇒ ⇐ ADAT KERESÉS

Ha megfelelő informatikai rendszer révén az intézet rendelkezik adatokkal, a folyamat visszafelé is tervezhető.

Az esetek jelentős részében csak a jelentési adatok állnak rendelkezésre, amely – manuális vagy gépi úton – feldolgozható. Megfelelő indikátorokkal ezen adatokból

is értékelhető eredményhez juttatunk.

Amennyiben az alkalmazott informatikai rendszer tartalmazza a folyamatelemzéshez szükséges adatokat, a betegellátás teljes vertikumát elemezni lehet.

Az elemzés, mint tevékenység különböző témákban területen mélységben és céllal történhet.

Az egészségügyi intézmény működésében két fő terület elemzését kell folyamatosan végezni:

1. Gazdálkodás
2. Minőségbiztosítás

A két fő terület elemzéséhez az adatokat az alábbi informatikai rendszerekből (modulokból) lehet nyerni:

1. Járóbetegellátás
2. Fekvőbetegellátási – osztályos
 - Ápolási
 - Műtői
3. Diagnosztikai
4. Gyógyszertári
5. Raktár
6. Munkaügy – bérügy
7. Élelmezés – dietetikai
8. Kontrolling

Adatok áramlása:

Betegellátási folyamat és tevékenység

⇒ Anyagkiadás felhasználás időgrafikon

⇒ mikor mi történik

⇒ mikor milyen anyag kerül felhasználásra

Adatok összevetése:

Ellátási folyamat leírással, műveleti leírással, indikátor adatokkal, számított indikátorokkal.

Mi a kontrolling?

Gondolkodásmód, amikor gazdasági adatokkal jellemezhető folyamatokat kontrolling eszközrendszerével elemzünk és értékelünk.

Mi a kontrollong eszkörendszer?

Gazdasági adatok felosztása költséghelyés költségneim szerint, tételes vagy vetített alapon. A kontrollong az elemzett adatok és a tervszámok alapján értékeli a teljesítményt, elemzi a gazdasági helyzetet, s elkészíti a stratégiai vagy időszaki tervet. A leggyakrabban alkalmazott módszer a költség kontrollong és a folyamat kontrollong.

Abban az esetben, ha költségviselő szintű elemzést akarok végrehajtani s költségviselőnek a beteget tekintem, a kontrollong eszközökkel gyakorlatilag a betegellátást elemzem, s a gazdálkodási adatokat a betegellátási adatokkal összevetve olyan információhoz lehet jutni, amely megfelelő minőségbiztosítási indikátorokkal összevetve a betegellátás minőségéről ad információt.

Ehhez sok adat kell, s a részletes adathalmazokat csak megfelelő informatikai eszközökkel lehet összegyűjteni, leválogatni, elemezni.

Levelezési cím:

7656 Pécs, Gadó u. 8.

Nemzetközi szabványok az egészségügyi software minősítés terén - az ESAB tevékenysége az elmúlt 2 év során

Dr. Lakner Géza, Dr. Balkányi László

A *Magyar Egészségügyi Informatikai Társaság* és a *Neumann János Számítógéptudományi Társaság Orvosbiológiai Szakosztálya* közös minősítő testületé, az *Egészségügyi Software Akkreditációs Bizottság (ESAB)* szeretettel meghívja az egészségügyi informatikával foglalkozó, a software-minősítés gyakorló szakértői tevékenysége iránt érdeklődő szakembereket a XXI. Neumann Kollokvium keretében megrendezésre kerülő tutorial előadásra

A rendezvény aktualitását az adja, hogy az ESAB a kórházi management-informatikai tender nyertes termékek végső elfogadási tesztjének (final acceptance test) végrehajtására kapott felkérést a Világbanki Programirodától.

A meghirdetett tutorial a leendő szakértők felkészítését célozza, a részvétel a későbbi szakértői regisztráció alapfeltétele.

Az utóminősítés tényleges megkezdése előtt (1999 nyár) igény szerint még tervezzük hasonló összejövetelek szervezését.

Az előadást *Dr Balkányi László* meghívásával *Dr Lakner Géza* tartja. Az ESAB által kidolgozott minősítési szempontrendszer szabványi-elméleti bemutatásán túl helyet kapnak az értékelés gyakorlati szempontjai, a minősítés objektív és egységes jellegének megőrzését szolgáló elvek, a szempontrendszer egyes pontjainak értelmezése is.

Az alábbiakban tájékoztatásul mellékeljük a szakértői vélemény részletes szerkezetét;

1. Introduction
2. Table of Contents
3. Introduction, presentation of the product
4. Classification of the product
 - 4.1. Type of the program
 - 4.2. In case of patient management its type
 - 4.3. Complexity
5. Detailed evaluation
 - 5.1. Functionality
 - 5.1.1. Specificity
 - 5.1.2. Data protection and security
 - 5.1.3. Networking and communication capabilities
 - 5.1.4. Service activity of the applicant
 - 5.2. Reliability
 - 5.2.1. Functionability
 - 5.2.2. Error-handling
 - 5.3. Usability
 - 5.3.1. Documentation
 - 5.3.2. Acquirability
 - 5.3.3. User interface
 - 5.3.4. Easy execution of everyday tasks
 - 5.4. Efficiency
 - 5.4.1. Resource-efficiency
 - 5.4.2. Execution speed (time-efficiency)
 - 5.5. Maintainability
 - 5.5.1. Up-to-dateness of the program system
 - 5.5.2. Changeability
 - 5.6. Portability
 - 5.6.1. Installation, setup
 - 5.6.2. Conformance to standards
 - 5.6.3. Consistency
 - 5.6.4. Customization
 - 5.6.5. Compatibility

5.7. *Miscellaneous aspects*

- 5.7.1. Data model / data management
- 5.7.2. Function set / level of replaceability
- 5.7.3. Utility programs
- 5.7.4. General professional aspects

6. HISA conformance testing

6.1. *Conformance testing of information aspects (i.e. data model)*

- 6.1.1. Patients (Subject of care HCS)
- 6.1.2. Activities and organisation data (Activity HCS)
- 6.1.3. Resources
- 6.1.4. Health data
- 6.1.5. Users and authorizations
- 6.1.6. Concepts and semantic relations of handled data
- 6.1.7. Common aspects for all data items

6.1.8. Managerial data

6.2. *Conformance testing for functional aspects (i.e. services available) of the system*

7. Summary evaluation

7.1. *Summary textual evaluation of the overall quality of the system*

7.2. *Quality scores*

7.3. *Final evaluation*

7.3.1. Recommended accreditation rating

7.3.2. HISA compliance rating

8. Force of expert report

9. Personal aspects of the expert report

Az orvosi kódrendszerek korszerű alkalmazása

tutoriális előadás

Suiján György

Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem

Adatszolgáltatási Osztály

suijan@hiete.hu

Összefoglaló

Az előadás ismerteti az orvosi kódzerekkel kapcsolatos alapvető elméleti és gyakorlati ismereteket, a kódrendszerrel, főgondolatának megalkotásának, karbantartásának szabályait, végigköveti a kódolási folyamat logikai lépéseit, az egyes lépések kapcsán előforduló gyakoribb hibákat valamint a számítógéppel aszisztált kódolás (automatikus és félautomatikus kódolás) lehetőségeit. A részvétel javasolt kódolási feladatokat végző orvosok, adatkezelők, kódfelelősök, kódrendszerek karbantartásával foglalkozók, helyi kódrendszerek, szótárak fejlesztői valamint intézeti informatikusok számára.

1. Bevezetés, alapfogalmak

Az *információt* olyan alapfogalomnak tekintjük, mint a pontot a matematika vagy az anyagot és az energiát a fizika. Éppen ez utóbbi mintájára azonban modelleket vezethetünk be, amelyek nem azt mondják meg, hogy az információ micsoda, hanem azt, hogy milyen alapvető tulajdonságait vesszük figyelembe. Folytatva a fizikából vett analógiát, azt mondhatjuk, hogy az információ *természete* van: az egyrészt meghatározott jelkészlet emeleiből összeállított *jel-sorozat* (szintaktikai információmodell), másrészt *jelentés*, amely meglévő ismereteink megváltoztatására képes, függetlenül attól, hogy éppen milyen jelek hordozzák (szemantikai modellek). Sem a jelentés nélküli jelekkel, sem a jelek nélküli jelentéssel nem akarunk foglalkozni.

A szintaktikai modellek a -Shanon, ill. Shanon-Hartley képlet alapján- az információ mennyiségi mérését teszik lehetővé. A szemantikai modellek viszont a tartalom szerinti feldolgozásokban nélkülözhetetlenek. [1] Ez utóbbi modellek -többféle notációval és szóhasználattal - az elemi közlés anatómiáját írják le. Eszerint az értelmes közlés minimumfeltétele a *fogalom - reláció - fogalom* , vagy *nominális -attribútum* elemek megléte. Lehetséges jelölések:

N| A

(N=nominális, A=attribútum=attrib.típus+érték)

vagy

F1 <szemantikus kapcsolat> F2

(F1, F2 fogalmak)

Az orvosi, egészségügyi környezetben formailag (azaz a szemantikai modell alapján) az adatokat az információt hordozó jelkészlet típusa szerint osztályozhatjuk. (Az *adat* és az *információ* szavakat szándékosan felváltva használjuk azonos értelemben. A kettő közti különbségtételt erőltettnek és fölöslegesnek tartjuk.) Eszerint vannak numerikus, grafikus (analóg jel), képi és szöveges információk. (Ezek a főbb típusok, kevésbé jelentős egyéb is lehet, pl. szín stb.)

Ha tartalmilag (szemantikai modell alapján) is osztályozni akarjuk a különféle adatokat, akkor azt lehet látni, hogy egyes adatok közvetlen (szubjektív vagy objektív) megfigyelésből származnak. Ezt nevezzük *obszervációs rétegnek*. (Pl. X beteg testhőmérséklete 38,7 fok C) Ezeket az adatokat emberi vagy gépi úton fel tudjuk dolgozni, és elemi következtetéseket vonunk le belőlük. (Pl. X beteg lázas) Így keletkezik az értelmezési (interpretációs) réteg. Az ebben a rétegben összegyűlt adatok alapján az eseteket valamilyen *kategória-rendszerbe* soroljuk a további feldolgozás során. Ennek eredményeként újabb adatok állnak elő, melyek már a *klasszifikációs (osztályozási) rétegbe* tartoznak. (Pl. XX beteg diagnózisa: *Pneumonia*) Minden *re* egy-egy lépés *absztrakciós folyamat*, melynek során részlet-információk *elvesznek*, ez *értékvesztés* a lépések *irreverzibilisek*. Valójában nem három, hanem sokkal több absztrakciós réteg létezik, ez a *leegyszerűsített* modell a könnyebb tájékozódást hivatott szolgálni.

Az egészségügy hierarchikusan felépülő rendszerében az egyes intézmények közötti adatcsere során egyazon információ szerepe *megváltozhat*. Ami az alsóbb szinten (pl. egy kórházban) a *klasszifikációs rétegbe* tartozó adat (pl. egy BNO kód), az egy *főntebbi szinten* (pl. az OEP rendszerében) az *obszervációs rétegbe* tartozó elemi információ lehet.

Ha a kétféle - formai és tartalmi - osztályozást ortogonálisnak tekintjük, a kettőből egy mátrix képezhető, mely az *egészségügyi információ terének* tekinthető. (Ld 1. ábra)

	obszerváció	interpretáció	klasszifikáció
numerikus	▲ X		X
analóg jel	X		▲
képi	▼ X		▼
nyelvi	X	X	X

1. ábra

Ebben a térben különféle műveletek értelmezhetők. A függőleges irányú mozgást nevezzük *konverzióknak*. (Pl. A/D konverter, képdigitalizálás, képrekonstrukció). Ezek a folyamatok lényegében reverzibilisek. Az ábrán vízszintes irányú elmozdulás viszont minden esetben absztrakciót jelent, amely szükségszerűen irreverzibilis, tehát csak balról jobbra irányban lehetséges, jobbról balra nem.

2. A kódolási folyamat értelmezése

A fenti információs térben értelmezhető bármilyen kódolási folyamat is. A foglami kódrendszerek használata (ilyen a BNO vagy az OENO) általában egy absztrakciós lépésből (ezt nevezzük *indexelés*-nek) és egy konverziós lépésből (szorosabb értelemben ez a *kódolás*) áll. Az indexelés során a természetes nyelvi input információt lefordítjuk egy kötött foglami rendszer kifejezőkészletére. Ez a folyamat a részletinformációk elvesztésével jár, irreverzibilis. A konverziós lépés során a kötött -de még nyelvi kifejezőkészlet helyett az adott kódrendszerben használatos (pl. numerikus vagy alfanumerikus) jelrendszerre térünk át. Az első lépés tehát az információ tartalmát (jelentését), a második a formai oldalát (a jelkészletet) változtatja meg. (Az II. ábrán a kódokkal megadott információt numerikus típusúnak jelöltük. Igaz ugyan, hogy ez az információfajta megszámozható jelekből áll, azonban az így kapott számokon semmilyen számtani művelet nem értelmezhető. Nevezük ezért ezeket *jobb szó hiányában kvázintumerikusnak*.) Világos, hogy minden a kódolással kapcsolatos komoly nehézség az első lépés körül adódik. A konverzió egyszerűbb és sokkal jobban aloritmizálható - tehát gépesíthető - folyamat.

A teljes kódolási folyamat a fenti információ-térben *leképezés*-ként fogható fel, vagyis megfelel az általános matematikai *függvény fogalomnak*. Beszélhetünk a függvény *értelmezési tartományáról*. A *foglami kódrendszer* azt jelenti, hogy a leképezés értelmezési tartománya egy meghatározott foglalomkör (pl. a betegségek halmaza). A függvény *értékkészlet* az a kódrendszerben használható kódértékek halmaza. (Pl. egy ötjegyű numerikus kódrendszer esetén nem bármely ötjegyű szám, hanem csak azok, amelyek az adott rendszerben léteznek, validak.) Az értelmezési tartomány és az értékkészlet közötti hozzárendelési

szabály magában foglalja az indexelési szabályokat és a konverziót.

Szemléletünk szerint a *kódrendszer* kifejezés tehát magában foglalja valamely rendszer teljes kódkészletét, a kódoknak megfelelő fogalomrendszert és a hozzárendelési szabályok egészét. Más szóval a kódrendszert, mint függvényt az értelmezési tartomány, az értékkészlet és a hozzárendelési szabályok együttese alkotja illetve határozza meg.

3. Hierarchikus rendszerek

Az orvosi foglami kódrendszerek egyik általános tulajdonsága a hierarchikus felépítés. Ez azt jelenti, hogy az értelmezési tartományba tartozó fogalmak halmazban részhalmazokat, majd egy szinttel följebb ezekből ismét részhalmazokat képezünk. Ezáltal egyre általánosabb kategóriákhoz jutunk. A fogalmak, fogalomhalmazok között sokféle reláció értelmezhető. A hierarchikus relációkra teljesülnek a *parciális rendezés* matematikai kritériumai. (Ha $A > B$ és $B > C$, akkor $A > C$; illetve Ha $A > B$ akkor nem lehet $B > A$) A lehetséges hierarchikus relációkat a MOSE szabvány [2] szerint alapvetően két típusba sorolhatjuk. *Generikus* relációról beszélünk, ha az egyik fogalom a másiknak fajtája (endocrin *szervek* > pajzsmirigy). *Partitív* relációról beszélünk akkor, amikor az egyik fogalom a másiknak része, akár fizikai akár elvont értelemben. (Pl. agy > *homlokleány*, Horner triász > *ptosis*) A kétféle hierarchia közötti alapvető különbség, hogy a generikus relációban a fogalom összes tulajdonságai (attribútumai) lefelé öröklődnek, a partitív relációban legfeljebb csak egyes tulajdonságok.

Az orvosi fogalomrendszerek általános tulajdonsága, hogy egyazon halmazon egyidőben többféle hierarchikus rendezés is lehetséges, sőt használatos. (Pl. légúti betegség > *tüdőgyulladás*; *gyulladásos betegség* > *tüdőgyulladás*). Ez azt jelenti, hogy egy fogalomnak legalább két olyan fölérendeltje van, amelyek egymással nincsenek relációban.

Ha egy hierarchikusan rendezett halmazt grafikusán akarunk megjeleníteni, akkor ún. irányított gráfot kapunk. A gráf élei reprezentálják a fogalmak (pontok) közti relációt, az élek iránya az alá- ill. fölérendeltséget. Az egyszerűen hierarchikus halmaz ilyen módon *fastruktúrát* alkot, a többszörösen hierarchikus halmaz pedig *hálót* vagy *rácsot*.

Mindennek két szempontból van gyakorlati jelentősége. Az egyik a kódrendszerek esetében a kódértékek kiosztása. A foglami egységeket ugyanis célszerűnek látszik úgy ellátni kódszámokkal, hogy a hierarchikus relációk formailag megjelenjenek. (Pl. minden daganat kódja 2-vel kezdődik, minden rosszindulatú 21-el). Ez esetben a nagy adatbázisokban való visszakeresés hatékonysága ugyanis jelentősen növelhető. Az általánosan használt alfanumerikus kódok azonban csak a fastruktúra reprezentációját teszik lehetővé. Ez a probléma

vezetett el lényegében a multidimenziális kódrendszerek megalkotásához (pl. SNOMED). Ezen elv szerint a különféle lehetséges osztályozási szempontokat külön dimenziókba kell gyűjteni, amelyek önmagukban már fastruktúrával leírhatók.

A másik probléma akkor áll elő, amikor a fogalomrendszer méretei meghaladják az emberi agy átlátóképességének határait. Ekkor ugyanis a rendszer további karbantartása, következetességének megőrzése már nehézségekbe ütközik. Ha ugyanis egy új fogalom beillesztésére, helyének meghatározására a többféle osztályozási szempont keveredése miatt nincs egyértelmű szabály, akkor egyes fogalmak idővel többszörösen, más-más helyen meg fognak jelenni.

4. Szükséges rossz vagy hasznos segítség?

Ha a kódolási folyamat információvesztéssel jár, a kódrendszerek konzisztenciája nehezen biztosítható, a kódolási munka pedig fáradtságos és nagy hibaszázalékkal jár, akkor meg kell kérdeznünk, hogy van-e igazán szükség az egészségügyi fogalmi kódrendszerekre.

A kódok használatának a számítástechnika hőskorában a fő haszna az volt, hogy tömör adatábrázolást jelentett, a természetes nyelvhez képest sokkal kisebb tárkapacitást igényelt. Ma már ez a szempont - egy-két speciális helyzettől eltekintve - kiesett. A kódrendszerek mégis használatban maradtak. Ennek két oka van. Az egyik az, hogy a természetes nyelvvel ellentétben a kódolt információ elvben egyértelmű, sőt nyelv-független (tekintsünk el egyelőre a lehetséges hibáktól). A másik, hogy az indexelés során bekövetkező adatvesztés sokszor nemhiogy nem káros, hanem szükséges feltétele a további feldolgozásnak. Jellemző példa a statisztikai elemzés, ahol nem a különbségek hangsúlyozására van szükség, hanem a típusonkénti kellően magas esetszámokra. A túlrészletezés azt eredményezné, hogy minden kategóriába egyre kevesebb eset jut, s ez lehetetlenné tenné a statisztikai vizsgálatot.

Ha tehát a fenti okok folytán egy adott feladatra kódrendszer használata bizonyul szükségesnek, akkor meg kell keresni az adott feladatra alkalmas kódrendszert - ha létezik. Ha ilyen nincs, akkor alkalmasint létre kell hozni. (Az alkalmatlanok közül kiválasztani a legalkalmasabbat viszont nem tanácsos.)

A kiválasztás szempontjai a következők:

1. Az értelmezési tartomány: a kódrendszer azt a fogalomkörrel kezeli-e, amelyekre szükségünk van. (Magától értetődőnek látszik, mégis elhibázzuk.)
2. Az indexelési módszer: az adott fogalomkörrel a megkívánt részletességgel reprezentálja-e. Ebből a szempontból a kódrendszereknek két nagy csoportját kell elkülönítenünk: a *klasszifikációs rendszerek* szándékolatlan kevéssé részletesek. Céljuk nem a megkülönböztetés, hanem az azonos jegyek kiemelése. Jellemző példa a BNO. Az ilyen rendszerekben a statisztikai célokra való

alkalmasság dominál. A másik a *nomenklatúrák* csoportja, melyek a minél finomabb megkülönböztetésre töreksznek. Nem elsősorban a statisztikák kiszolgálása, hanem az egyértelmű leírás. A felbontás finomsága mindkét csoporton belül eltérő lehet, és a hangsúly nem is ennek a mértékén van, hanem azon, hogy a kódrendszer milyen célra készült.

3. A rendszer konzisztenciája: alapkritérium az egy fogalom - egy kód elv. A struktúra felépítésének következetessége meghatározza a rendszer használhatóságát.
4. Elérhetőség: számos kódrendszer szerzői jogi védelem alatt áll, hozzáférhetőségük korlátozott vagy költséges lehet. Ez persze csak az utolsó szempont, csak egyébként egyenértékű megoldások között kell választani.

Ha a fenti kritériumoknak semmilyen létező rendszer nem felel meg, akkor hiázilagos megoldást kell esetleg választani. Ha a kezelendő fogalomkör nem túl nagy, akkor ez meg is oldható. Nagyon fontos ilyen esetben a rendszer konzisztens felépítésére ügyelni. Az európai GALEN projekt [4] egyik eredménye, hogy ehhez elvben technikai segítséget is lehet ma már nyújtani, mely közepes méretű hálalmzokon nagyon hatékony lehet. A hiázilag kialakított rendszerek nagy előnye, hogy testre szabottak, nagy hátránya, hogy a más rendszerekkel való kompatibilitás nem biztosítható. (Gyakran beszélnek azonos értelmezési tartományra vonatkozó de eltérő szerkezetű kódrendszerek konverziójáról. Egyszerű elvi okok folytán azonban a konverzió csak akkor végezhető el torzításmentesen, ha az egyik rendszer a másiknak aláosztása.)

Mindenképpen célszerű a fogalmak kézi összeírása helyett egy már létező thezauruszból kiindulni, még akkor is, ha az kiegészítésre vagy átstrukturálásra szorul, illetve csak idegen nyelven áll rendelkezésre. Ilyen célra az általános orvosi fogalomrendszerek közül a SNOMED vagy az UMLS [5], esetleg a Read kódrendszer 3. verziója ajánlható [6]. Ezzel ugyanis rengeteg munka megtakarítható, és bizonyos fokú kompatibilitást is biztosít.

Természetesen kódrendszereket nemcsak -sőt legtöbbször nem - saját ellátórendszerből használunk. Mindenki ismeri azokat a rendelkezéseket, amelyek Magyarországon a BNO és az OENO (ne hívjuk WHO-nak) kódrendszerek használatát -főként, de nem kizárólag finanszírozási célból - előírja. Ezeket az előírásokat nálunk is és más országokban is - már ahol léteznek - nemegyszer komoly szakmai kritikák éri.

Ennek ellenére még egy ideig biztosan számolnunk kell ezeknek a rendszereknek a használatával, ezért a következőkben tüzetesebben megvizsgáljuk őket, nem zárkozva el a kritikai észrevételektől sem.

5. ABNO

A BNO értelmezési tartománya, mint eredeti címe is jelzi, a betegségek halmaza. Mivel -szintén a címből tudhatóan klasszifikációs rendszerről van szó, ezért a kódok által megjelölt fogalmi egységek nem egyes betegségek, hanem betegségsztyalok, vagyis betegséghalmazok. A halmazok némelyike persze lehet egy elemű halmaz is. A 110. verzió címe elárulja azt is, hogy a rendszer alapvetően statisztikai céllal készült, s hogy a rendszert kiegészítették olyan fogalmakkal is, amelyek nem tekintendők betegségnek, de valamilyen egészségügyi szolgáltatás igénybevételét indokolják.

Látszólag mindez világos és közismert. Mégis szükséges ezeket hangsúlyozni, mert a BNO használata körüli hibák és tévedések nemegyszer innen indulnak ki. A BNO könyv fogalmi meghatározásai ugyanis nem tartalmaznak pontos szemantikai definíciókat -az elektronikus verzióké még kevésbé. Ezért könnyen megfélekedzhetünk arról, hogy az ott szereplő fogalmak kizárólag betegséget vagy betegséghalmazt jelölhetnek. A *fejfájás* BNO kódjának feltüntetése pl. nem azt jelenti, hogy a betegnek fáj a feje, hanem azt, hogy van egy olyan betegsége, amelyről az adott pillanatban nem lehet többet tudni, mint azt, hogy fejfájással jár. (Mihelyst ennél többet tudunk, akkor a *legnagyobb specificitás* elve alapján azt kell megadni.) Alapvető különbség van a *betegség* és a *diagnózis* között, aminek nemigen szoktunk tudatában lenni.

A betegség elvont, mesterséges kategória, amelyet sok beteg közös tulajdonságai alapján absztrakció útján hozunk létre.

Ezzel szemben a *diagnózis tömör összefoglalása mindannak, amit az orvos a betegről megutdott.*

Az alábbiakban a kettő közti különbséget szeretném részleteiben megvilágítani.

1. A diagnózis többé kevésbé utal az adott beteg számára szükséges további diagnosztikus ill. terápiás teendőkre, illetve a már elvégzett eljárásokat visszamenőleg indokolja. A betegség ismerete önmagában az egyed vonatkozásában alig utal erre. Ezzel szemben a betegség és a beavatkozások közötti statisztikus korreláció jól vizsgálható. Ugyanez nem igaz a diagnózisra. Az egyik tehát inkább az egyetért, a másik inkább a sokaságra értelmezhető.
2. A diagnózis utalhat egy tünetre, ha a betegség nem ismert.
3. A diagnózis utalhat egy ismert betegség tünetére, ha az adott tünet jelenléte a beteg kezelése szempontjából fontos.
4. A diagnózis utalhat olyan egészségügyi körülményre ami nem betegség és nem is tünet. (Ilyenek a *status post...* diagnózisok)
5. A diagnózisnak utalnia kell az állapot fokára és súlyosságára, ha a szükséges orvosi teendők ettől függenek.

6. A diagnózis utalhat a megállapítás biztonságára (*suspect dg.*) és módszerére.

7. A diagnózis több részletet fejezhet ki, mint a betegség. Jellemző példa az oldaláság. A jobb oldali és a baloldali vesekő azonos betegség, de különböző diagnózis. További példa az ujjtörés. A BNO - sőt bármilyen tankönyv is - joggal csak a hüvelykujj törését különbözteti meg, a diagnózisban mégsem mindegy, hogy a mutatóujj vagy a kisujj töréséről van e szó.

Mindebből világosan következik, hogy a diagnózisok száma nem feltétlenül azonos a betegségek számával. Megtévesztő lehet, hogy ugyanazon kifejezés hol diagnózist, hol betegséget jelöl (Pl. *hypertonia*)

A BNO indexelési rendszere hierarchikusmert szerkezetében főcsoportok, három- és négyjegyű tételek ismerhetők fel, melyek egymással hierarchikus-többnyire generikus-relációban vannak. Az azonban nem mondhatjuk, hogy a hierarchia konzekvens felépítésű. A többszörös hierarchia probléma kezelésére szolgálna a *csillag-tör* rendszer. Első rámozásra is látható ugyanis, hogy a topológiai és a patológiai szempontú osztályozás már a főcsoportok szintjén is keveredik. A *jelzés utalna a topológiai, a tör pedig a patológiai osztályozásra. A baj az, hogy a *jelzésű kódokhoz tartozó fogalmakban is van utalás a patológiára illetve etiológiára, és a tör-jelzésűekben is van utalás a topográfiára. Továbbá az egész keresztívatkozási rendszer kidolgozottsága erősen esetleges.

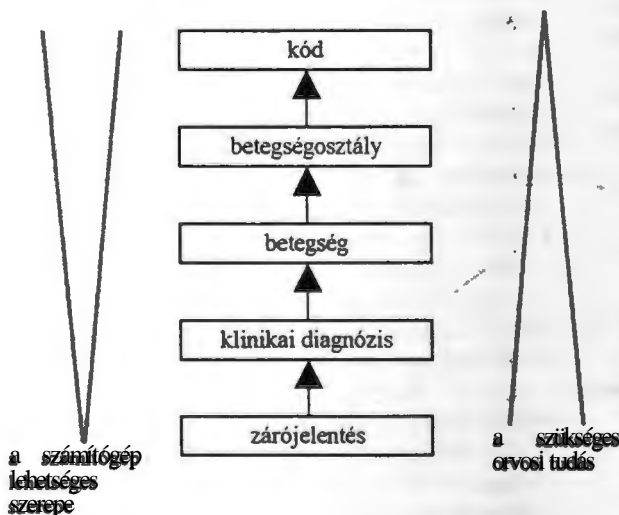
A pontos definíciók hiánya és a struktúra inkonzisztenciája együttesen azt eredményezi, hogy a BNO kódolási folyamat a legnagyobb igyekezet mellett is jelentős hibaszázalékot mutat. A szakirodalmi adatok a 3. jegyig kb. 100%, a negyedik jegyen 20-30% standard hibáról számolnak be. A hibaszázalékok szakterületenként változnak. A kérdés megítélését nehezíti, hogy nincs valódi *gold standard* így hibaszázalék helyett inkább csak a kódolók közötti variabilitás mérhető. Saját mérési eredményeink szerint BNO-ban járatos kódolók esetében is lehetséges 40%-os variabilitás.

Természetesen az egyedi hibáról van szó, tehát ezek a számok azt jelentik, hogy száz beteg esetében ennyi eltérés mutatkozik. A statisztikus hiba ennél lehet jóval kisebb, hiszen oda-vissza tévedések lehetségesek. (Ha a betegséget B-nek, B-t A-nak kódoljuk, akkor ez 100% egyedi, 0% statisztikus hiba.)

A standard hibaszázalék közelítő ismerete azért fontos, mert nemegyszer hallani olyan javaslatot, hogy a BNO-t -ha már úgyis használni kell - alkalmazzuk beteghez kötött individualis adatként a diagnózisok kódolására, ha kell akasztással finomítva. Megmutattuk, hogy a BNO nem a diagnózisok hanem a betegségek kódrendszere. A finomítás pedig tovább inkább növelné a hibaszázalékot, mert a négy jegyen még helyes kódokat az ötödik stb jegyen el lehet rontani, de a hibákat nem lehet kijavítani. Márpedig mégsem volna szerencsés minden ötödik vagy

harmadik beteget téves diagnózis alapján kezelni. Ugyanígy nem lehet a BNOt a szakmai protokollok ill. a minőségbiztosítási elemzésekben alapul venni. A BNO 10. verziójának kevesek által olvasott 2. kötet [7] még a finanszírozási rendszerekben való alkalmazással kapcsolatban is óvatosságra int, hangsúlyozva, hogy a rendszer alapvetően epidemiológiai célokat szolgál. Éppen ebben áll a maradandóság rejtélye is; a BNO hibái régóta ismertek, mégsem született döntés sem a lecseréléséről sem a lényeges változtatásáról. Az epidemiológiában a 20% körüli statisztikus hiba még nem végzetes. Ha sikerülne jobb rendszert alkotni, az sem lenne azért hibátlan. Lehetne tehát nyerni mondjuk tíz százalékot és ezzel elveszteni minden korábbi adat használhatóságát. Ez viszont az epidemiológusnak 100% veszteség.

A szakirodalmi adatokban szereplő hibaszázalékok nem a szándékosságból vagy durva hanyagságból származó hibát takarják. A jelenség értetlenebb lesz, ha meggondoljuk, hogy a kódolt adat egy meglehetősen hosszú, összetett folyamat eredményeként áll elő. A következőkben röviden felvázoljuk ezt a folyamatot, amiből rögtön látható lesz, hogy a lépések nagy része legtöbbször nem is tudatosul a kódolást végző személyekben. A folyamat főbb lépéseit a 2. ábra mutatja be.



2. ábra

A folyamat input információjának (egy kórházi szituációt véve alapul) a zárójelentést tekintjük. A klinikai diagnózis az ott szereplő adatok tömör összefoglalása. Ez mindneképpen orvosi tudást igénylő feladat, amit csak a kezelő orvos végezhet. Az informatikai támogatás lehetőségei ebben az első lépésben korlátozottak. A folyamat további lépéseiben az orvosi tudás szerepe egyre csökken, a reprezentáció egyre inkább formális, a számítógép lehetséges szerepe egyre nagyobb. Az utolsó lépés (a fenti meghatározás

szerint a szűkebb értelemben vett kódolás) már semmilyen orvosi közreműködést nem igényel, teljesen automatizálható.

A teljes folyamat bármelyik lépésében történhet hiba. Előfordulhat, hogy az orvos meglepedezik pl. valamely kísérőbetegség explicit leírásáról a diagnózisban, holott a zárójelentés egyébként esetleg utal rá. Nagyon sok hiba származik abból, hogy a diagnózis és a betegség közötti különbséget nem vesszük figyelembe. Jogszabály írja elő, hogy a zárójelentésben szereplő diagnózisoknak meg kell egyeznie a jelentési adatlapon szereplő BNO kódokkal. A *megegyezés* fogalma szerencsére nincs jogszabályba foglalva. Az a gyakorlat, hogy minden diagnózishoz egy kódot rendelnek teljesen szakszerűtlen, hiszen láttuk, hogy esetenként több diagnózis ír le egy betegséget. (Pl. Otosclerosis. St. post stapedectomiám. Tinnitus. - ez a három diagnózis egyetlen betegséget takar, az otosclerosisist)

A fent ismertetett folyamat még nem egészen teljes, mert a kódolt betegségeket még *minősíteni* is kell aszerint, hogy az adott ellátási eseményben milyen szerept játszottak (főbetegség, szövődmény, halálok stb.) Ezzel a minősítéssel kapcsolatban is rengeteg hiba adódik (egyes szerzők szerint a hibák fele innen ered). Különösen sok baj adódik abból, hogy az előírások szerint egyetlen főbetegség adható meg, ami az orvosi gondolkodással összeegyeztethetetlen.

Ha a folyamat lépéseit az 1. ábra szerint végigkövetjük, kiderül, hogy tarthatatlan az az elvárás, hogy a kódolás teljes munkáját orvosok végezzék. Az orvosi tudás ugyanis csak egy részét fedí le a folyamatnak. Ma a BNO szerinti kódolás csak számítógéppel támogatott, többféle szakmai ismeretet reprezentáló csapatmunkában végezhető el korrekt módon. Ez azt is jelenti, hogy csak off-line munkafolyamatként működhet, amit a betegellátás folyamatába időben beékelni nem lehet.

6. Az OENO

A másik kötelezően használt kódrendszerünk az OENO az orvosi tevékenységek rögzítésére szolgál. Elvileg kevesebb probléma lehetne vele, mint a BNO-val. A beavatkozás ugyanis sokkal konkrétabb valami. Az, hogy \times beavatkozás történt-e egy ellátási eset során, sokkal egyértelműbb kérdés, mint az, hogy y betegség fennáll-e vagy sem. Ráadásul ahhoz, hogy a beavatkozás megtörténhessen, csaknem mindig -főleg kórházi környezetben - meg kell nevezni az eljárást, méghozzá legalább az adott környezet számára egyértelműen. (Pl. nem történhet meg egy laborvizsgálat, ha a klinikus a laboros számára is azonos módon érthető névvel meg nem jelöli, hogy milyen vizsgálatot kér.)

Az OENO, illetve a neki megfelelő ICPM (International Classification of Procedures in Medicine) sokkal kevésbé elterjedt, mint a BNO. Ráadásul az egyes nemzeti verziók lényegesen eltérnek egymástól, mivel nincs up to date standard

verzió. A WHO ugyanis a 70-es évek elején csak kísérleti jelleggel adta ki, s azóta további fejlesztés nem történt. Emiatt a standard validításra nincs annyi adat, a magyar verzióra vonatkozóan mondhatni nincs is. Sejtésünk szerint a validitás átlalában - a mondott okok miatt - magasabb. A problémákra később visszatérünk.

Az OENO tulajdonságait vizsgálva azt mondhatjuk, hogy az értelmezési tartomány a diagnosztikus terápiás és kiegészítő orvosi - egészségügyi tevékenységek fogalomköre. A struktúra lényegében nem hierarchikus és egydimenziós. A multidimenzionalitás nyomai ugyan felfedezhetők, mert a fő csoportosítási szempont a tevékenység típusa (klinikai és általános vizsgálatok, labor, radiológia, műtéti tevékenység stb.) Ezen belül viszont a lokalizáció szerinti csoportosítás nyomai fedezhetők fel. A magyar változatban nem szerepelnek viszont a generikus *máshová nem osztályozott* vagy *egyéb* megjelölésű fogalmak. (E mögött az a megfontolás állt, hogy az ilyen generikus fogalmak nem tölthetők meg gazdasági tartalommal. Nem lehet megmondani, hogy pl. mennyibe kerül egy *máshová nem osztályozott egyensúlyszervi vizsgálat*. A generikus fogalmak megszűntével a hierarchia is eltűnt a rendszerből.

Ebből viszont lefedési problémák adódtak; minden lehetséges eljárás nem vehető fel a rendszerbe. Ha viszont minden eljárást csak konkrétan lehet megnevezni, akkor a kódrendszerben aktuálisan nem szereplő fogalmak kódolhatatlanok, illetve csak *valami hozzá hasonló* kóddal helyettesíthetők. Az OENO kódolási folyamat elvben hasonló a 2. ábrán bemutatott BNO kódolási folyamathoz, bár annál egyszerűbb, hiszen a diagnózis->-betegség absztrakciós lépések itt tulajdonképpen nincs megfelelője. Azonban a kódolandó fogalmak azonosítása és kiemelése a betegdokumentációból a beavatkozások esetében is problémás lehet. Még ha tartalmaz is pl. a zárójelentés explicit felsorolást az elvégzett műtétekről és más nagyobb beavatkozásokról, nem biztos, hogy ez a felsorolás teljes. (Pl. a más osztály által végzett beavatkozás könnyen lemarad a listáról.)

7. A számítógéppel támogatott kódolás lehetőségei

Aki csak egyszer is próbálta, tisztában van vele, hogy a kódolás fárasztó, kedélytelen munka, mely a legnagyobb figyelem mellett is sok lábával jár. Magától értetődő, hogy a munka minél nagyobb részét szeretnénk gépekre bízni, egyrészt azért, hogy könnyítsünk a dolgunkon, másrészt azért, hogy az emberi gyarlóságából származó hibalehetőséget megszüntetve javítsunk a kódolt adatok minőségén.

A számítógéppel támogatott kódolás tehát régi ötlet. Mind a mai napig azonban nem beszélhetünk automatikus kódolásról, s a közeljövőben nem is várható ilyen rendszer. Még akkor sem, ha a kódolási

folyamatot leszűkítjük az indexelési és konverziós lépésre, ami a 2. ábrán bemutatott folyamatnak csak az utolsó két lépése. Még ebben az esetben is az input információ szöveges típusú. A természetes nyelvi feldolgozásnak pedig - az utóbbi évek jelentős eredményei ellenére - korlátozottak a lehetőségei.

A hazai gyakorlatba a tudományos vívmányok körébe tartozó módszerek egyáltalán nem mentek át, kisebb részben a költségigényesség miatt, nagyobb részben azért mert a más nyelvekre készült megoldások nehezen ültethetők át. Legtöbb esetben nálunk a kódolás támogatása abból áll, hogy az orvos által minden kötöttség nélkül megfogalmazott diagnózishoz vagy fejből vagy listáról választva kell a kódot beírni. A lista rendezési sorrendje lehet név szerinti (abc sorrend) vagy numerikus. Esetleg lehet rész-stringre is keresni. Egy fokkal fejlettebb programok képesek a hierarchikus lépcsőkön végigvezetni. Lényegesen rosszabb -mondhatni megengedhetetlen- az a szintén alkalmazott megoldás, hogy az információrendszer kizárólag a BNO-ból kiválasztott betegség diagnózisként való beírását teszi lehetővé, s legfeljebb a hozzá tartozó szöveget lehet utólag kiegészíteni, módosítani. Ez a módszer azért rossz, mert figyelmen kívül hagyja a diagnózis és a betegség közti alapvető különbséget, és az orvosi gondolkodást a BNO kategóriák szintjére degradálja. A kódolás validitási problémái ugyan megkerülhetők így, azonban helyette a betegdokumentációban megjelenő diagnózisok validitásának a problémája áll elő, ami megítélésünk szerint sokkal súlyosabb.

A kódolási problémákat enyhítheti a struktúrált adatbeviteli módszerek alkalmazása. (Szabad szöveg helyett fa-struktúrába rendezett, menüszerűen megválaszolható kérdéssorozat.) A struktúrált adatbevitel azonban csak látszólag kerüli meg a nyelvi információk értelmezésének problematikáját, mert a kérdés-fa karbantartása pontosan ugyanazokat a problémákat veti fel, mint bármilyen konzisztens fogalomrendszer karbantartása. A gyakorlatban létező implementációk ezt többnyire úgy kerüli ki, hogy erősen leszűkítik a természetes nyelv lehetőségeit, s ezzel együtt leszűkítik a gondolkodást is.

Az igazi kihívás a nyelvi információk értelmezésén keresztül történő kódolástámogatás. A természetes nyelvfeldolgozás (natural language processing) az utóbbi években jelentős eredményeket tud felmutatni, speciálisan az orvosi szövegfeldolgozás terén. Ezek a módszerek azonban többnyire erősen nyelv-függőek, s belátható időn belül nem várható magyar nyelvű működő implementáció.

Az alábbi kérdésekre kell választ adnunk:

1. Igaz-e, hogy a természetes (szakmai) nyelv a legjobb leírási módja azoknak a jelenségeknek, amelyeket hagyományosan nyelvi eszközökkel írunk le?
2. Igaz-e, hogy a nyelvi közlések maradéktalanul leképezhetők formális struktúrákra (atomi fogalmak és relációk rendszerére)?

3. Szükséges-e a kódolástámogatáshoz ezen információk maradéktalan leképezése, illetve milyen mélységű leképezés szükséges?

Egyre inkább úgy tűnik, hogy az első kérdésre nem lehet egyértelműen igennel válaszolni. Jelenleg ugyan nem létezik a természetes nyelvnél hatékonyabb eszközünk, azonban a fogalmi rendszerekre vonatkozó szabványfejlesztéssel kapcsolatos kutatások azt mutatják, hogy az egzaktág igénye nem engedi meg, hogy az orvos egészen szabadon bármikor bármit bárhogyan mondhasson. A természetes nyelv szabályrendszerén túlmenően bizonyos szigorításokat kell eszközölni. (Pl.: a *gyermekkora óta gyarkan fűj a fjeje* kijelentés nyelvtanilag szabályos, valójában azonban egzakt módon nem értelmezhető.) A nyelvtani szabályokon túlmenő korlátozásokat tartalmazó, de a természetes nyelv lehetőségeit a legmesszebbmenőkig kihasználó rendszereket *kontrolált nyelvnek* nevezzük.

[8] Az orvosi jelenségek egzakt leírását lehetővé tevő rendszer talán a kontrolált nyelv és valamilyen formális notáció határvidékén alkullhat ki.

A második kérdésre is nemmel kell válaszolni, ha a nyelvet a maga teljességében - költészetével, érzelmi tartalmával és humorával együtt tekintjük. A természet jelenségeinek leírására használt tudományos nyelv vonatkozásában már biztatóbb a helyzet. A jelenlegi modellek (pl. a Sowa féle kanonikus fogalmi gráfok) ugyan durván statikusnak tűnnek (mint az általános iskolai kémia órákon használt gömbökből és pálcikákból épített molekula modellek), azonban semmi akadály sem látszik árnyaltabb (pl. valószínűségi változókat is alkalmazó) modellek kidolgozásának.

A harmadik kérdésre aránylag egyszerű a válasz: ahhoz, hogy a kódolási munkát hatékonyan támogathatni lehessen, elegendő olyan mélységben - olyan részletezettséggel - kezelni a nyelvi információt, mint amilyen a használt kódrendszer felbontása. Ez a megfontolás lehetővé teszi a formális reprezentáció helyett statisztikus módszerek alkalmazását. Az egyes szavak, kifejezések előfordulási gyakorisága statisztikusan vizsgálható, az együttes előfordulások jellegzetes mintákat mutatnak, hiszen a szavak jelenléte egy szövegben nem véletlen folyamat eredménye, hanem erősen - bár nem egy-egy értelműen - függ a szöveg jelentésétől. Ezek a módszerek valószínűleg statisztikus jellegükkel fogva önmagukban nem alkalmasak a teljesen automatikus kódolásra, de nagyon hatékonyan képesek lehetnek asszisztálni a kódolási folyamatot. Nagy előnyük, hogy az alapvető nyelvfüggetlen, az alkalmazások aránylag könnyen átvihetők más nyelvekre.

A fentiek alapján a fejlődés a következő években három irányú lehet.

1. Aránylag hatékony, lényegében nyelvfüggetlen, statisztikus módszereken alapuló félautomatikus rendszerek alakulnak ki. Ilyen irányú kutatás folyik saját intézetünkben is.

2. Kifejldőnek azok a nagyrészt szintén nyelvfüggetlen eszközök, amelyek alkalmasak a nyelvi információk belső számítógépes reprezentációjára. Ilyen kutatás folyik a GALEN (GALEN-IN-USE) projektben.

3. Kifejldőnek azok az eszközök, amelyek a természetes nyelvi információt képesek az előző pontban említett reprezentációra lefordítani. (Natural language processing) Ilyen kutatás több központban is folyik, szinte kizárólag angol, francia és német nyelvre.

A fenti három módszer együttes alkalmazása esetén elvben a teljesen automatikus kódolás is elképzelhető lenne, bár alighanem ehhez a kódrendszerek revíziója is szükséges. A kódrendszerek jövőjére vonatkozó megfontolásainkat az utolsó fejezetben ismertetjük

8. Alternatívák: a kódrendszertől a szemantikus reprezentációig

Ha végigkövetjük a kódrendszerek eddigi fejlődését, akkor azt látjuk, hogy az egyszerű, lineáris rendszertől a hierarchikus, majd a többdimenziós kombinatorikus rendszerek felé vezet az út.

A folyamatot Rossi Moori nyomán táblázatban is összefoglaljuk. [9]

1. táblázat

A terminológiai rendszerek második generációja (Rossi Mori után)

első generáció	második generáció
kódolás	reprezentáció
részletek elhagyása	részletek megőrzése
off line használat	on line használat
nagy monotematikus kódrendszerek	kis értékkeszletek és válasz-listák
klasszifikációk, thesaurusok, nomenklatúrák	multifunkcionális rendszerek és szolgáltatások
BNO, ICPC, CPT	Read kódok, LOINC, ICNP, SDM, Global Medical Devices Nomenclature

A jelenleg folyó kutatások bizonyos értelemben a kódrendszerek alappondolatát is megkérdőjelezzik. Azt mondtuk, hogy minden kódrendszer leképezés, mely többnyire hierarchikus relációk mentén történik. Azt is mondtuk, hogy a kódszámok önmagukban egyetlen fastutúra szerkezetét képesek csak visszaadni. Többszörös hierarchia esetén multidimenziós rendszert kell alkalmaznunk. Ha azonban minden többszörös hierarchiát fel akarunk oldani, elképzelhetetlenül sok dimenzióra volna szükségünk. Ezért a legmodernebb fogalmi rendszerek lemondanak a "beszélő" kód előnyéről: kódszám helyett csak a fogalom egyedül azonosítója marad meg, aminek a szerepe csak annyi, hogy a fogalmi rendszert alkotó

(szinonimákat, relációkat leíró) adatbázis táblák kulcsmezőjeként használatos. A relációkat tehát már nem a kódok alakja fejezi ki, hanem keresztülvetési táblák, melyeket a felhasználó alkalmasint tovább építhet, módosíthat. A kódszámok alkalmazása nemcsak a többszörös hierarchiát teszi nehezen kezelhetővé. Még furcsább, hogy korlátozza egy adott fogalom alárendeltjeinek lehetséges maximális számát. Pl. numerikus kódok esetén ez mindig csak tíz, vagy annak egész számú hatványa lehet. Ha egy rendszerben egy fogalomnak 11, az összes többinek tíznél kevesebb alárendeltje van, akkor ez a bontás két karaktert igényel, bár az esetek nagy részében ez kihasználatlan marad. A kódrendszer fejlesztője ezért kényszerpályára kerül, az aláosztások számára a rendszer önkényes struktúrájához és nem a fogalmak saját természetéhez igyekszik igazítani. A beszélő kód elvének feladása megoldhatja ezt a problémát. Nagyon vigyázni kell azonban az ilyen rendszerekben a relációkat leíró táblák konzisztenciájára.

Az előzőekben azt mondtuk, hogy kódrendszerekre szükség van, mert ezek egyrészt egyértelmű reprezentációt jelentenek, másrészt biztosítják az irreleváns részletek elhagyását. A probléma azonban éppen az, hogy nehéz előre eldönteni, mikor melyik részlet lesz releváns vagy irreleváns. Még a többszörös hierarchiát kezelő multidimenzionális rendszerek is kötöttséget jelentenek e tekintetben. Nem látszik azonban lehetetlennek olyan formális notációs rendszerek kialakítása, amelyekben az elemi input információ bármikor bármilyen - konzekvensen definiált - hierarchia mentén feldolgozható.

Formális notációnak tekintünk minden olyan jelölési rendszert, ahol a jelkészlet definiált, a szintaxis és a jelentés között egyértelmű a kapcsolat, a fordított kapcsolatban legföljebb definiált alternatívák (szinonimák) használata lehetséges. Ez azt jelenti, hogy a formális notációval lejegyzett információ jelentése mindig egyértelműen rekonstruálható, és a jelentés ismeretében véges számú alternatívából választva a lejegyzés mindig elkészíthető. (Példa a matematikai műveletek notációja)

Korábban említettük a kontrollált nyelv fogalmát. Ez szinte csak annyiban különbözik a formális notációtól, hogy nyelvi eszközöket használ és a nyelv felől közelíti meg lényegében ugyanazt az egyértelműséget. (Amikor matematikai képleteket szövegesen kiolvastunk, tulajdonképpen kontrollált nyelvet használunk.)

Egyelőre nincs arról szó, hogy a kódrendszerek kora végleg elmúlik a közeli jövőben. Arról viszont igen, hogy a mai kódrendszerekből ami megmarad, az is előbb utóbb az információrendszerek hátterébe kerülnek, a felhasználó számára látíthatatlanul. Ugyanakkor azt gondoljuk, hogy az előtérben nem a természetes, csak nyelvtanilag kontrollált nyelv marad, hanem egy olyan kifejezésrendszer, amely amelyik a szakmai szabotosságot lehetővé teszi és egyszersmind megköveteli.

Referenciák

- [1] Blois M.S. Information and Medicine Univ. California Press Ltd London, 1984
- [2] Categorical structures of systems of concepts — Model for Representation of Semantics -CEN/TC251, ENV12264
- [3] R. A. Cote, et al [ed] SNOMED International (College of American Pathologists) 1993
- [4] Globe, C. Bechhofer, S. Solomon, D. Rector, A. Nowlan, A. Glowinsky, A. *Conceptual, Semantic and Information models for Medicine* Information Modelling and Knowledge Bases IV. (Proceedings of the 4th European-Japanese Seminar on Information Modelling and Knowledge Bases 31th May-3rd June 1994, Stockholm) IOS Press, Amsterdam, 1995
- [5] <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/uimlskss.html>
- [6] The Read Codes NHS Centre for Coding and Classification 1996 Demonstrators (CD ROM)
- [7] A betegségek és az egészséggel kapcsolatos problémák nemzetközi statisztikai osztályozása, tizedik revízió Népjóléti Minisztérium Budapest 1995 II. kötet 2. oldal
- [8] W Ceusters F Steurs P Zanstra E Van Dér Haring J Rogers From a time standard for medical informatics to a controlled language for health. Int J. of Medical Informatics 48 (1998) 85-101
- [9] S Desseana, A Rossi Mori, E Galeazzi Building Cross-thesauri with the support of UMLS Medinfo '98 Cesnik et al eds. IOS Press Amsterdam 1998 p 654

Levezési cím:

Dr Surján György

HIETE Adatszolgálati Osztály H-1389 Budapest Pf 112,

e mail: surjan@hiete.hu

Az egészségügyi – orvosi – informatika elmélete és módszertana, az ellátás folyamata, előszabványok alkalmazása

Dr. Simon Pál
Templar Partnership Company
simon@mail.elender.hu

Abstract

Az alkalmazott tudományterület címbeli megnevezése hosszú viták eredménye és a nemzetközi szakirodalom általános szóhasználatát követi. Az orvos-informatika vagy orvosi informatika – Medical Informatics – volt az első általános megnevezés, mivel a számítógép tudomány, a számítástudomány módszereit főleg a medicina területein (fiziológia, patofiziológia, klinikum) igyekeztek alkalmazni. Az általános statisztikában és azon belül az egészségügyi statisztikában nem határolódott el külön az informatikai alkalmazási terület.

A szervezés tudomány elméleti és gyakorlati térnyerésével megkezdődött a társadalom- és gazdaságpolitikai nagy rendszerek átfogó vizsgálata, a határterületek feltérképezése. Ez történt az egészségügygel is és az informatika már a szorosan vett orvosi tevékenységeken túl foglalkozni kezdett az egészségügyi ellátó hálózat funkcióival, működésével, gazdálkodásával. Átfogó elnevezésre törekvése az időtájt terjedt el az egészségügyi informatika – Health Informatics – fogalom, jellegző a komplex megközelítési módszerek fontosságát.

Ma az utóbbi név használata gyakoribb, de a "medical informatics" is sűrűn előfordul, főleg a nemzetközi szakirodalomban. A jegyzetben mi is az "egészségügyi informatika"-ról beszélünk általában, de mind két kifejezést egyenrangúnak tartjuk. Elvünk ugyanis az, hogy az orvosi tevékenység és a hozzá tartozó "szellemi-anyagi" feltételrendszer az egészségügyi meghatározó eleme (orvos informatika), de hatékony működése csak a többi feltétel (például az ellátó rendszer gazdasági-műszaki fenntartása) meglétével együtt képzelhető el.

1. Bevezetés

Sok évezredes fejlődése során az orvostudomány megtartotta empirikus jellegét, és ez még akkor is így igaz, ha problémáinak megoldásához mind szélesebb körben használja fel a különböző természet- és társadalomtudományokat (fizika, kémia, matematika, ökonómia, szociológia), illetve hatott olyan tudományok kialakulására, amelyek az életjelenségek többoldalú vizsgálatát hivatottak elvégezni (biokémia, biofizika, biometria). Kétségtelen, a társtudományok többé-kevésbé visszahatnak az orvostudományra,

tevékenyen segítik elő a jelentkező feladatok megosztását, de funkcióját nem vehetik és nem is veszik át. Szemléletformáló és helytálló tehát az a megállapítás: „Orvosi problémát azonban csakis orvosi módon gondolkodva lehet megoldani”.

Hasonló módon szükséges megítélni az egészségügy és az informatika kapcsolatát is. A társadalomorvostan definíciója szerint az egészségügy olyan állami és társadalmi tevékenységi rendszer, amely magába foglalja mindazon intézményeket, valamint ezek hatékony működését biztosító képzett munkaerőt, az anyagi-technikai eszközöket, az irányításukat szolgáló intézkedések összességét és az orvostudomány eredményeinek felhasználásával az emberek egészségi állapotának megővására, illetve betegség fellépése esetén az egészség maradéktalan visszaállítására, a munkaképesség és az élettartam maximális meghosszabbítására törekszik. Az egészségügy tehát az orvostudományt intézményesen alkalmazó komplex rendszer. Mint minden rendszer működésének, így az egészségügy működésének is egyik alapfeltétele a hatékony információrendszer. Ez lenne az az út, amely az informatika felé átvezet.

Az informatika címszó tömör megfogalmazása közismert: „az információk megszerzésével, rendezésével, tárolásával és feldolgozásával összefüggő ismeretek összessége” 1967-ben a Francia Tudományos Akadémia megfogalmazta az informatika elméleti bázisát, módszertanát. Eszerint az információrendszerek tudományos vizsgálatával foglalkozó diszciplína elmélete három fő területre - végrehajtó rendszerre, információrendszerekre, a számítógép, az elektronika alkalmazására vonatkozó általános ismeretanyagra (számítástechnikára) - támaszkodik és módszertana rendszerelméleti eljárásokból (analízis, szintézis, a jellemzők kvantifikálásai, analógiaik, fekete-doboz, modell), matematikai módszerekből tevődik össze.

Az egészségügy és az informatika kapcsolata tehát úgy is értelmezhető, hogy az egészségügyi rendszer hatékony működéséhez az informatika eredményeinek felhasználása, adaptálása nélkülözhetetlen. Más módon kifejezve: az informatikát társtudományként kell felhasználnia az orvostudománynak; sőt úgy is fogalmazhatunk, hogy az informatikának egy olyan alkalmazott speciális területét - nevezhetjük így: az egészségügyi informatika tartalmát - szükséges

meghatározni, amely messzemenően figyelembe veszi az egészségügy funkcióinak sajátosságait és egyúttal komplex módszerek tekinteti azt. Végül visszatérve kiinduló tételünkhöz: *az orvosi-egészségügyi problémákat valóban orvosi módon, az egészségügy rendszerében gondolkodva lehet megoldani, de a folyamatos munka során az informatika elméletét, módszertanát isffel kell használnunk.*

Ne felejtjük el, *az információ nem csak puszta szimbólum, hanem szellemi, anyagi értékhordozó; birtoklása, helyes manipulálása anyagi, szellemi értéket produkál.* A beteg állapotát jelző szubjektív és objektív változások az orvosi tevékenységekkel és azok hatásaival, eredményességével - vagy éppen eredménytelenségével - kapcsolatos jelek nem csupán puszta adatok, hanem közvetve - de közvetlenül is - igen sok esetben sorsdöntő kölcsönhatást, folyamatot, tevékenységet, állapotváltozást képviselnek.

2. Az egészségügyi informatika elméleti és módszertani definíciója

Az egészségügyi vagy orvosi informatika (a nemzetközi szakirodalomban mindkét elnevezés használatos: „health informatics” vagy „medical informatics” - az egészségügyi informatika átfogóbb értelmet hordozónak tűnik, mert az orvosi tevékenységen kívül az egész egészségügyi rendszert magába foglalja) korán önálló tudományterületté vált ott, ahol felismerték az egészségügyi ellátás rendszerében betöltött fontos szerepét. Elég csak néhány okot megemlíteni, amelyek a számítástechnika, informatika alkalmazásának szükségességéhez vezettek.

- *Az orvostudomány és gyakorlati alkalmazása egyre sokrétűbb és szerteágazóbb, a keletkező információk analízise és szintézise számítástechnikai eszközök nélkül megoldhatatlan.*
- *A betegségek hagyományos kórokozó-kóros elváltozás oki kapcsolatrendszere a biológiai környezetben belül is jellemzően kiszélesedett, majd túllépett saját határain a természeti és társadalmi környezet irányába; új tartalmú és hatalmas méretű információhalmazokat hozott létre.*
- *Az ember, az egyén egészsége ösztársadalmi értéket képvisel, megóvása komplex feladat, és ezt az összetett feladatrendszert csak jól szervezett és karbantartott információrendszerek segítségével lehet megoldani.*

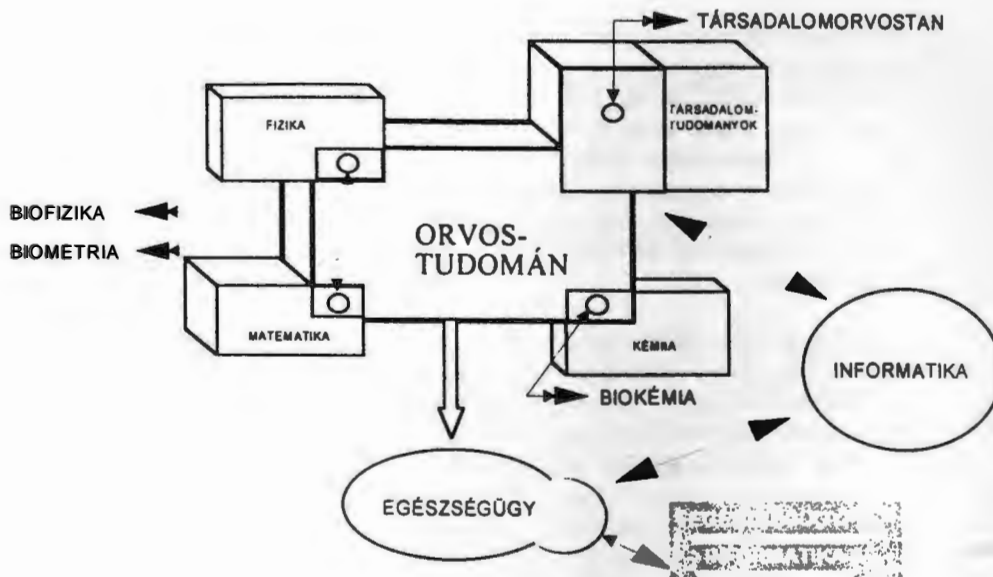
Kétségtelen, az okok más szempontok szerint is csoportosíthatók, de minden esetben arra a következtetésre fogunk jutni, hogy információ szellemi (és anyagi) értékhordozó, amelynek kezelési módja nem közömbös az egészségügyi rendszer működése szempontjából. A beteg állapotát jelző szubjektív és objektív változások, az orvosi tevékenységgel és ezek hatásával, eredményességével -- vagy éppen eredménytelenségével - kapcsolatos jelek nem puszta adatok, hanem közvetve, de közvetlenül is sok esetben sorsdöntő kölcsönhatást, folyamatot, tevékenységet, állapotváltozást képviselnek (1. ábra).



1. számú ábra. Az információ funkciója az egészségügyi rendszerekben

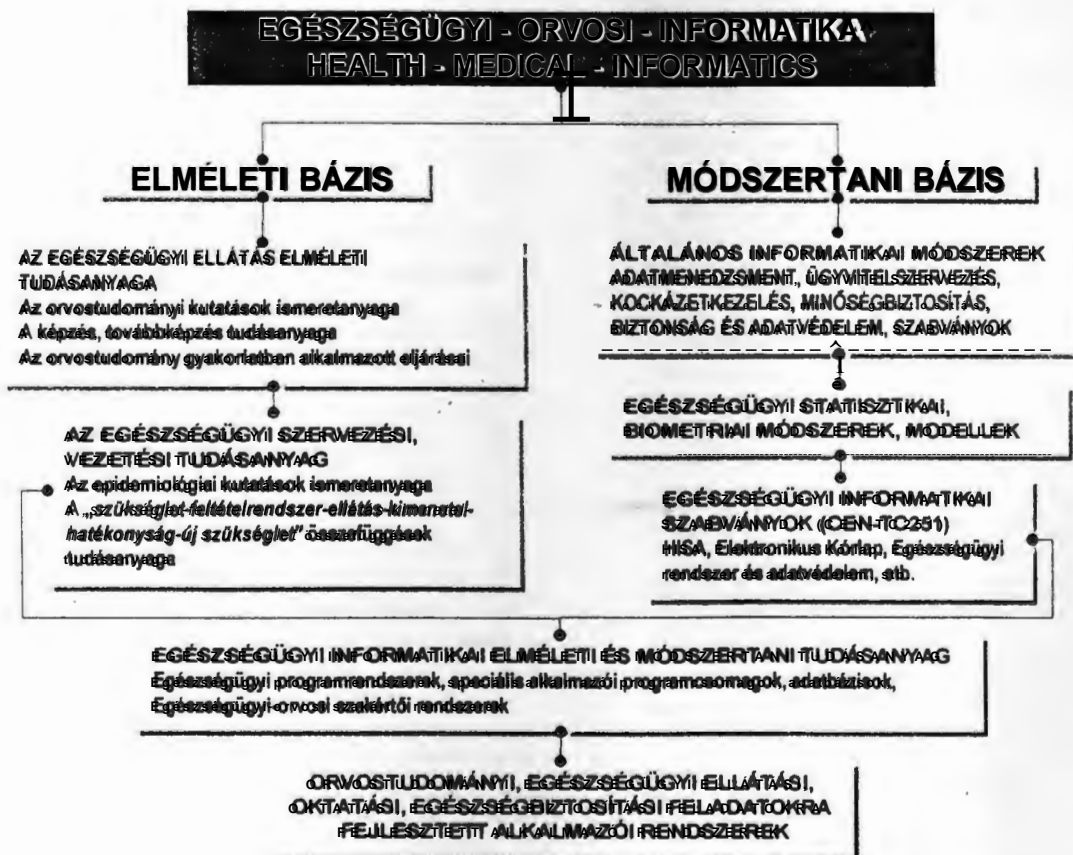
3. Az egészségügyi informatika helye a medicinában

Az egészségügyi informatika kialakulása hasonló azoknak a kezdetben határterületi tudományoknak a létrejöttéhez, amelyek napjainkra a medicina szerves részévé váltak. Rendszerint erre akkor került sor, amikor az orvostudomány korábbi módszereivel már nem volt képes megoldani a problémákat és más tudományokhoz fordult segítségért. A folyamat korántsem ilyen leegyszerűsített formában zajlott le, de így alakult ki a biokémia, biofizika, a szociálmedicina és ez volt az útja az egészségügyi informatikának is, amint ezt a 2. sz. ábra sémásan ábrázolja.



2. számú ábra: Az egészségügyi informatika helye az orvostudományban, az egészségügyben

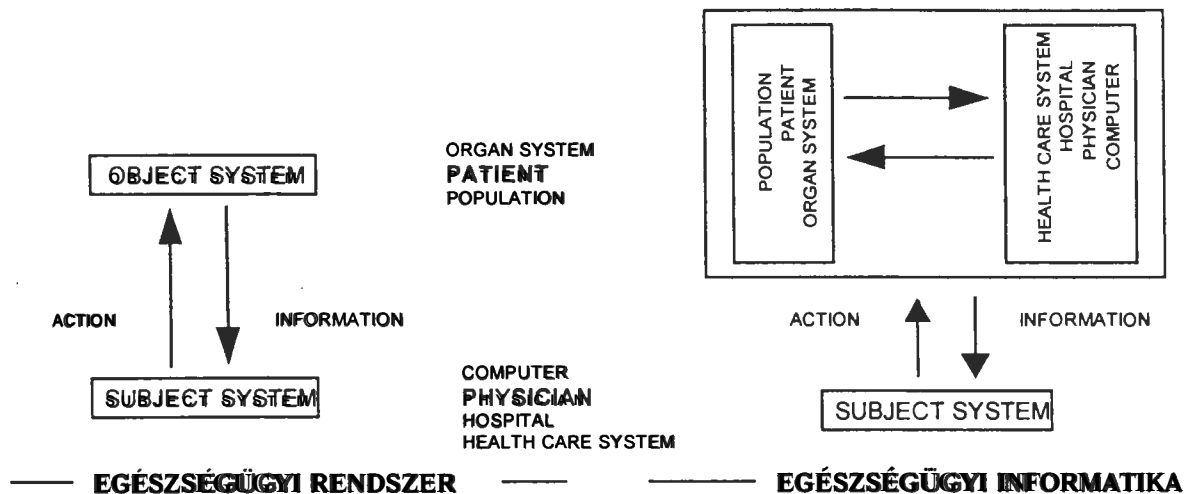
Az egészségügyi vagy orvosi, orvosbiológiai informatika lényegi megfogalmazására már az alkalmazások kezdetén kísérletek történtek, illetve ez a folyamat még ma sem ért véget. A Francia Tudományos Akadémia elveiből kiindulva egy hazai variánst a 3. sz. ábra mutat be.



3. számú ábra: Az egészségügyi informatika elméleti és módszertani bázisa (A Francia Tudományos Akadémia definíciója alapján Simon P. szerint)

E modell magán viseli az interdiszciplináris jelleget, az útkeresés várható buktatóit. Olyan helyzetet is tükröz, amelyben az egészségügyi informatika szükségességét újra és újra bizonyítani kell az alkalmazók (vezetettek) és alkalmaztatók (vezetők) előtt; másképpen kifejezve: arra készíti az egészségügyi informatika művelőit, hogy saját nem túl kedvező tapasztalataikon okulva állandóan figyelmeztessék az egészségpolitika mindenkor - és így a mai - irányítóit e tudományterületnek a medicinában, az egészségügyben

betöltött meghatározó szerepére. A modell pozitívuma az, hogy megfogalmazza egy új szellemi érték - a sajátos egészségügyi programrendszerek, speciális alkalmazói szoftverek, szakértői rendszerek tudásanyaga - kialakulását. Egy másik megközelítés láthatóan már működő tudományterület meglétére alapoz (4. sz. ábra).



4. számú ábra: A szubjektív (alanyi) és objektív (tárgyi) rendszerek az egészségügy rendszerében és az egészségügyi informatikában (Moehr, J.)

Ez a megközelítés a szubjektum (az alany) és az objektum (a tárgy) információs ciklusából indul ki (az alany veszi a jelet a tárgytól, azonosítja, kiértékeli, majd kiválasztva a megfelelő tevékenységet, azzal új értéket alkot). Természetesnek tartja az információ szerepét, fontosságát és ez segít Moehrnak levonni azt a következtetést, hogy az egészségügyi rendszer szubjektuma és objektuma együtt képezi az egészségügyi informatika objektumát, azaz az egészségügyi (orvosi) informatika az orvostudomány és annak gyakorlati megvalósulása az egészségügyi rendszer minden területén megjelenik sajátos tapasztalataival. Az informatikai infrastruktúrabeli különbség mellett mindkét modellben a közös vonás az, hogy az információt nem egyszerűen jel- vagy adattovábbítónak tartják, hanem a rendszerek olyan aktív érték-hordozójának, amely állapotváltozásokat idéz elő, és amelynek önmagában is értéke van.

4. Az egészségügyi informatika feladatai

Fel kellett és fel kell ismernie mindenkinek a lakosság kedvezőtlen halál- és megbetegedési helyzetét, az egészségügyi és szociális intézményrendszer működésének anomáliáit, az irányítási rendszer

alacsony határfokából származó gondokat. *Elsőrendű társadalmi szükségletnek kell tekinteni a lakosság egészségromlásának megállítását és ehhez minél hamarabb hozzá kell kezdeni.* A negatív előjelű tendenciák távolhatása még így is sokáig jelen lesz; sőt, újabb problémákat vet fel már most, gondoljunk csak a növekvő arányú időszerű népesség egészségügyi és szociális ellátására.

Ehhez kapcsolódóan az egészségügyi informatikai feladatai a következőkben vázolhatók fel:

A meglévő információ vagy releváns részeit - inkább kevesebbet, de tartalmában, informatikai értékében megfelelő - fel kell használni és az információ forrásokhoz az output szolgáltatásokat vissza kell juttatni, a rendszerek értékes elemeit meg kell tartani. Ez egyaránt értendő az ágazati beszámoltatási rendszerre, a különböző célú felmérésekre, intervenció vizsgálatokra, a korábban már vázolt számítógépes fejlesztésekre.

Késlekedés nélkül meg kell kezdeni olyan információrendszerek kialakítását és bevezetését, amelyek képesek a lakosok egészségi állapotának azonnali követésére; a gyógyító-megelőző ellátásnak és az ellátás többi formáinak közvetlen támogatására; az ellátó hálózat intézményrendszerének működésének, irányításának segítésére és módot adnak a szükségletek - lehetőségek egybevetésére, prospektív elemzésére.

Rendszerszemléletű elemzést végezve kell az információrendszer korcszerűítésének minden fázisát elvégezni úgy, hogy a rendszer központjába valósan az egyén, a páciens, a beteg kerüljön és ezen elveknek megfelelően alakuljanak orvosi szakterületenkénti, ellátási szintenkénti osztott, decentralizált, ugyanakkor egymással kapcsolatban lévő adatbázisok.

A feladatok megvalósításához kívánatos minél szélesebb körben alkalmazni az informatikai, számítástechnikai eszközrendszereket, de oly módon, hogy a kiválasztott feladatnak a hardver és szoftver valójában megfelelően és eredménye kompatibilis, „termék” minőségű terjeszthető rendszer legyen.

A számba vett tennivalók sorrendisége nem prioritási rangsort jelent, nem lehet csak az egyiket, vagy a másikat kiemelni és a többiek megoldását későbbre halasztani. Ezek a feladatok egymáshoz kapcsolódnak, az egyik teljesítésének „mikéntje” a másik végrehajtásának eredményességét alapvetően meghatározza.

Szemlélet formálójá jellegénél fogva mégis kiemelésre kívánkozik a páciens (egyén, beteg) orientált jelleg és az egészségügy alapvető tevékenységei szerint osztott adatbázis szerkezet. Ezek azok a tartalomra és módszere egyaránt hatással lévő rendező elvek, amelyek idomulnak az egészségügyi és szociális ellátás filozófiájához és emellett „könyörtelen” rendszerszemléletű elemzési igényükkel pozitívan hatnak vissza az ellátási rendszerre, következőképpen a lakosság egészségi állapotára.

5. Az egészségügyi informatika rendszerelméleti alapjai

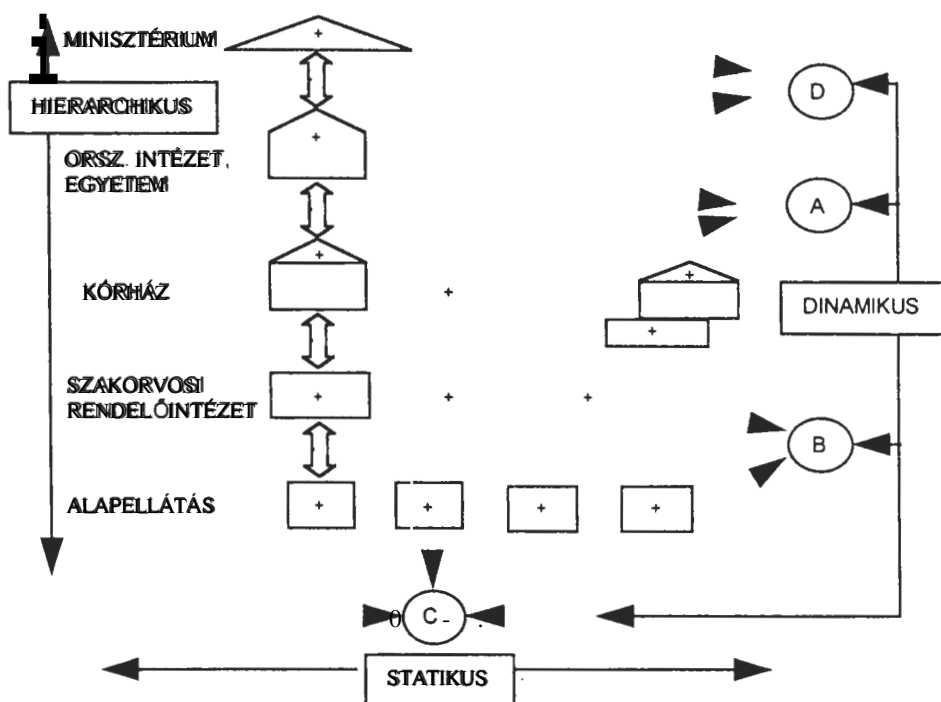
Az egészségügyi rendszerben az alkotó elemek, alrendszerek (részrendszerek) - a mi esetünkben a gyógyító-megelőző ellátás alrendszere - a megoldandó feladat szerint hehezkednek el, lépnek kölcsönhatásba egymással, azaz struktúrákat alkotnak. Az elemek - például az orvostudomány szakterületei (gyermekgyógyászat, járványtan, gyógyszerstan, stb.) - kapcsolati rendszere és a feladatra szerveződött struktúra - például az alapellátás - rendszerre szerveződve alkotják az alapellátás alrendszerét. A példa másféle elemek kapcsolataiból is kialakítható: maga a gyermekgyógyászat is az orvostudomány

alkalmazott részterületeiből összeálló integratív rendszerként fogható fel, de az alapellátás is azért szerepel példánkban alrendszerként, mert ez esetben az egészségügy egészét tekintettük rendszernek. Még hozzá olyan totális rendszernek, amely minőségileg eltér alrendszerének tevékenységétől és ez a kitűzött célokban, feladatokban is megnyilvánul - szemben az elemek egyszerű összegződéséből keletkező és új tulajdonságokat nem mutató úgynevezett szummatív rendszerrel.

6. Az egészségügy rendszerelméleti elemzése

Más rendszerekhez hasonlóan az egészségügynek is van osztályozási struktúrája (terbeli, felületi elrendezés, hierarchia - az egészségügy intézményhálózatának feladatorientált hierarchikus felépítése). A viszony - vagy sorrendi struktúrája egyrészt statikus kapcsolatokat fejez ki (az alapellátás szolgálatai vagy a járóbeteg szakellátás szakrendeléseinek meghatározott helyet foglalnak el a progresszív ellátás szintjein), másrészt dinamikus viszonyokat is tartalmaz.

Az eddigiekből észrevehetően kitűnik, hogy az egészségügy rendszer-elemeinek - ezen belül a gyógyító-megelőző ellátás elemeinek - struktúrájának elhelyezésével rendszerezetté tudunk tájékozódni. Amikor ezt tesszük, valójában azt is megvizsgáljuk, hogy a rendszert alkotó elemeknek melyek az egymáshoz hasonló tulajdonságai, funkciói, melyek csak az adott struktúrára jellemző sajátos funkciók (például a betegellátás folyamatában az anamnézis felvétel, a vizsgálatok elvégzése, a status rögzítése általános elemek, de tartalmuk már lényegesen különbözik akár attól a megbetegedéstől, amit gyógyítani kell, vagy akár amiatt, hogy sebészeti típusú vagy belgyógyászati típusú ellátásról beszélünk). Az elemek általános és lényeges tulajdonságainak kiemelésével absztrahált képünk felvázolásával alakul ki a modell, amely a gondolati elvonatkoztatás mellett hűen tükrözi a valóságot. A gyógyító-megelőző ellátás feladatait intézmény típusaival szimbolizálva vázoljuk fel a rendszer struktúráját a következő ábrában:



5. számú ábra: Az egészségügy ellátásának intézményi felépítésének rendszeres szemléletű vázlatja.

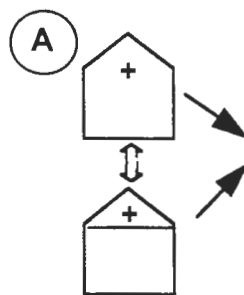
Az elemzési szempontok közül csak a következő három karakterisztikusan jellemzőt vizsgáljuk meg. Az egészségügy *hierarchikus jellege* határozottan domináns és ez különösen az ellátás szakmai hierarchiájában nyilvánul meg. Az ellátás mérve az ellátási szintek tevékenységének mondhatni szakmai doktrínája. Természetesen a hierarchikus struktúrára a működés szempontjából szükség van, de ha ez a rendszer merev, akkor a működés gátjává válik. Gondoljunk csak arra, hogy ez eredményezi az egyes ellátási szintek vizsgálati eredményeinek kölcsönös figyelmen kívül hagyását, a diagnosztikai polypragmáziát, vagy a külön csatornákon haladó párhuzamos - még a végtelenben sem találkozó - információrendszereket.

A rendszer *statikussága* úgy értelmezhető, hogy az azonos tartalmú, típusú feladatok megoldására azonos tartalmú, azonos funkciójú, szervezeti ellátási egységeket célszerű léteztetni. Példák erre az ellátási hálózat többé-kevésbé olyan azonos szervezetei, mint az alapellátás szolgálatai, megyei kórház-rendelőintézetek, országos intézetek, stb. A statikusság alkalmazhatósága itt sem vitatható addig, amíg a hatékonyabb működés bázisául szolgál, de túlzott kiemelésre nem érdemes bízni. Csak egy példa erre: a házi orvosi rendelők merev normatív felszereltségének konzerválása.

A *dinamikus jelleg* lényege a feladatra orientált szervezet vagy például a problémaorientált információrendszer. A hangsúly a dinamizmuson, az

alkalmazkodó képességen, a rugalmasságon van. A hetvenes évek közepén meghirdetett, változó következetességgel végrehajtott kórház-rendelőintézeti integráció ennek pregnáns példája lenne. De hozhatunk más példákat is, illetve javasolhatunk más modelleket is.

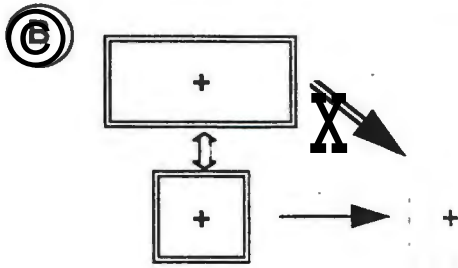
Az országos intézeti szintű - az orvosi szakma egyes részterületeinek csúcsát jelentő - feladatok decentralizálásának eredménye például a regionális kardiológiai centrumok kialakítása, a művese állomások megyei szintre telepítése, vagy a megyei ÁNTSZ-ek hálózatán létesített diagnosztikai régiók, hogy ne csak a gyógyító-megelőző ellátás területéről hozzunk példát. Az elvet az „A” példa szemlélteti.



Regionális ellátó központok kialakítása („A” példa)

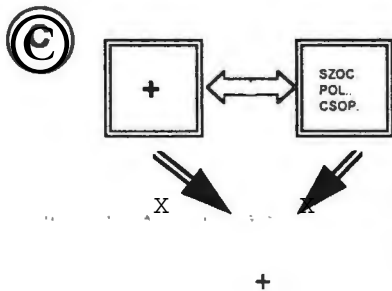
A *dinamikus jelleg* erősítésére máshol is szükség van: részben az ellátási lehetőségek területi aránytalanságainak felszámolásánál és részben ezzel együtt, de mindenképpen kiemelten kezelve, éppen az alapellátás korszerűsítése folyamán. Így például

szükség lenne az alapellátáshoz, a házi orvosi szolgálatokhoz decentralizálni a szakorvosi ellátás további - főleg diagnosztikai - területeit az ún. csoportpraxisok kialakításakor. Lásd: „B” példa..



A szakorvosi ellátás közelítésének változata („B” példa)

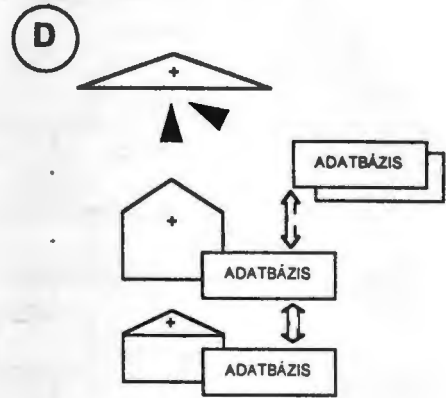
Ugyancsak az alapellátás korszerűsítésénél szükséges figyelembe venni azt is, hogy a szolgálatok komplex jellegének megvalósítása feladatbővülést von maga után. Az állampolgár orvosából a család orvosának lenni szociálpolitikai, szociálpszichológiai tennivalók elsajátításával, művelésével és szervezeti megerősítéssel is jár. Lásd a „C” változatot.



A házi orvosi szolgálatok feladatbővülése („C” példa)

Nem kétséges, hogy a példaként felhozott változatok megvalósítása csak gondos elemzést biztosító jelzőrendszer segítségével lehetséges. Ehhez az is szükséges, hogy jól meghatározott szempontok szerint működjön az orvos-szakmai információkat hordozó csatorna és kellően letisztuljanak az ágazati irányítást támogató - az ágazati beszámoltatási rendszert alkotó - információrendszerek. Más szóval: a szorosan vett szakmai irányításnak (országos intézetek, egyetemek) kell rendelkeznie az ehhez szükséges információkkal, de úgy, hogy az információrendszerek a szakmai hierarchia adatbázisából táplálkoznak és nem pedig egy centrális rendszer végpontján ülnek. Az úgynevezett informatikai bázisintézeteknek, mint

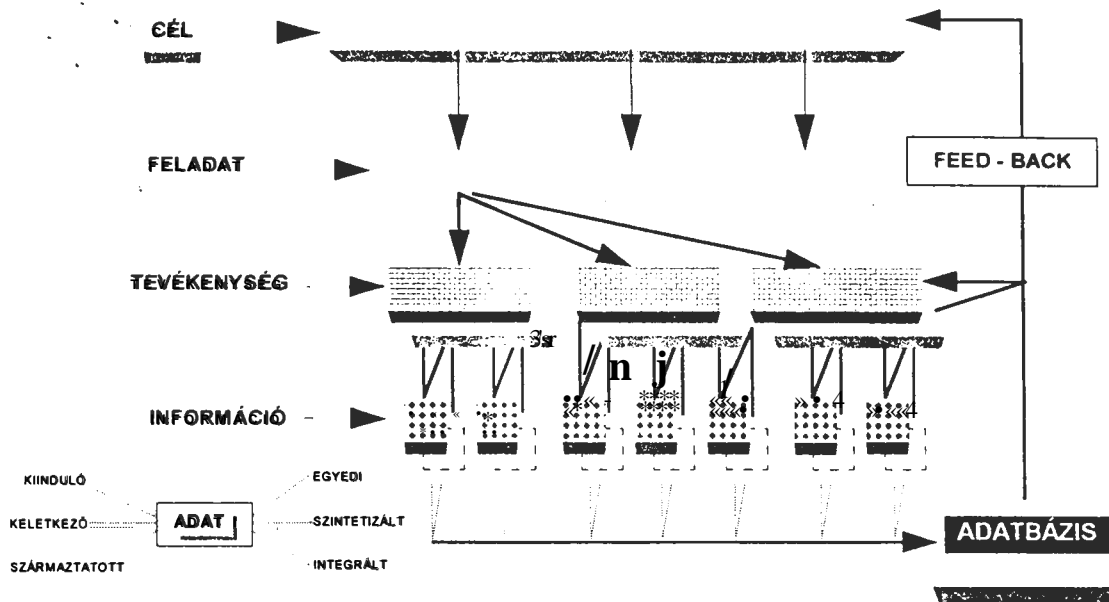
alkotó szakmai műhelyeknek különösen itt volna katalizáló szerepe („D”).



Szakmai irányítás információrendszerének vázlatja („D” példa)

A gyógyító-megelőző ellátás előbbieken taglalt elemzése a statikus jellegből indult ki és a dinamikus jelleg felé haladt. Ezzel párhuzamosan szükséges aláhúzni azt, hogy az egészségügyi ellátás és maga a gyógyító-megelőző ellátás folyamatos tevékenység. Ez számos mozzanatban szembe tűnik: folyamat maga a megbetegedés, a betegség kialakulása, a beteg gyógyítása a kórházi felvételtől a kibocsátásig, a betegségek megelőzése (az ellátandó lakosság egészségi állapotának rendszeres - ciklikus - ellenőrzése). Ezek a folyamatok - hasonlóan a természetben, a társadalomban, a gazdaságban lezajló folyamatokhoz - szorosabban vagy lazábban irányítottak, a méghozzá folyamatosan áramló adatok, információk segítségével. Más szóval ismételtén kihangsúlyozva: a célra orientált rendszer (az egészségügy célkitűzése: az emberek egészségének megóvása) folyamatosan végzett tevékenységeivel (például a folyamatos gyógyító-megelőző ellátással) akkor tölti be funkcióját hatékonyan, ha jól működő információrendszere támaszkodik.

A különböző rendszerek - közöttük a szolgáltatási rendszerek közé tartozó egészségügyi rendszerek - működését időről-időre át kell tekinteni, hogy a változó problémák megoldására a rendszer továbbra is alkalmas legyen. Az „átvillágítás” folyamata során lépésről-lépésre át kell vizsgálni a rendszer elemeit, információtartalmukat és újra meg kell határozni értéküket, az információrendszerben betöltendő funkciójukat.



6 számú ábra. ábra. A rendszer átvilágítás általános sémája

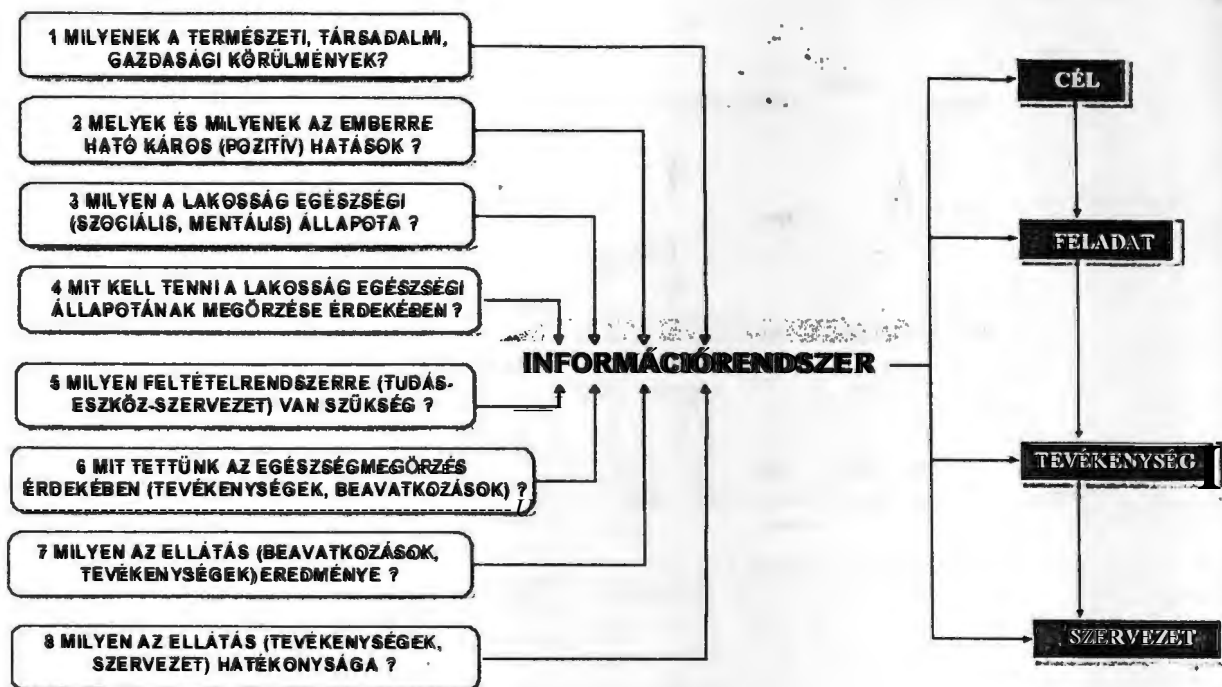
A vázlat rendszerelemzésből indul ki és a szolgáltatási típusú rendszerek végrehajtó (vezető és irányító) oldalát tárgyalja, feltételezve, hogy a cél valósan képviseli a szükségleteket és a működéshez szükséges feltételek biztosítása is korrekt. A „korrekt” jelző természetesen nem az „optimálissal” egyenlő, hanem abból indul ki, hogy megfelelő prioritás alapján sor kerül a lehetőségek igénybe vételére. A rendszer vezérelt, öntanuló jellegű, de nem zárt, a belső folyamatok mellett a külső környezet számára is nyitott. Információrendszerének lényeges elemeit képezik a visszacsatolási folyamatok, amelyek működését - és az egész rendszer működését - egy rugalmas szerkezetű adatbázis támogatja. A rendszer információi számos ismerv szerint megkülönböztethetők, amint az ábra bal sarkában elhelyezett felosztásból is látható. A rendszerben elfoglalt helyük következtetési sorból „származtatott” adatok. A folyamatok, tevékenységek produkálhatnak „egyedi”, több azonos értékű folyamat eredményeképpen „szintetizált” adatokat, de gyakran fordul elő, egy komplex tevékenységcsoport eredményének kifejezési igénye „integrált” adat - inkább adatcsoport - formájában.

A didaktikus felsorolás tovább folytatható például az információ megjelenési formái szerint (jel, kép, számérték, logikai szöveges következtetés, ítélet), az értékelés módja szerint (képi, hang, sugárzások.

tapintás a vakok és csökkent látóképességűek esetében). A fejlett és kombináltan alkalmazott információs technológiák ma már összemossák ezeket a megkülönböztetéseket és helyettük előtérbe kerül az információ értéke, vagyis az , hogy milyen problémát képvisel, magában hordva a megoldás lehetőségét és igényét. Ez már az információs társadalom megvalósításának irányába mutat, amelyben (1) az információ adja a társadalom gazdasági szükségleteinek alapját, (2) a gazdaság és a társadalom maga is az információs értékeket termelő és felhasználó mag körül nő, illetve fejlődik, és (3) az információ - mint gazdasági termék - fontossága meghaladja az ártalmát, az energiáját és a szolgáltatásokét. (4)

6. Az értékhozó funkció, a célorientált rendszer

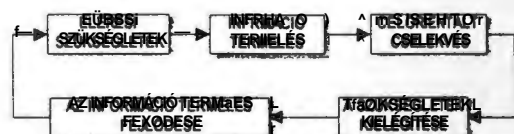
Az információrendszerek funkciójának elemzéséhez kell visszatérnünk, amely a mai társadalmunkban, így a szociális és egészségügyi ágazatban korántsem tölti be azt a szerepet, amelyet be kellene töltenie és azt sem, amelyet betölthetne. A funkció elemzését a következő ábrán szemléltetjük:



7. számú ábra: Az információrendszer funkciója

Az információrendszer akkor tölti be feladatát, ha egy rendszer működése során keletkező problémákat adekvátan fogalmazza meg kérdések formájában és hatásosan közvetíti a rendszer megfelelő részeihez, elemeihez. Így például a rendszer működésének módosítását nem a „szervezet” megváltoztatásával kezdi, hanem a „cél”, a „feladat” és a hozzárendelt „tevékenységek” áttekintése után teszi ezt meg, ha szükséges. Egy általános szolgáltatási célú rendszert felvázolva (amelyben a „szükséglet” és a „feltétel” is jelen van) megkísérrelhető a működési csomópontok és a rendszer egyeztetése.

Masuda szerint az információs társadalmat a célú megjelenése jellemzi és az anyagi fogyasztási típusú rendszereket a célélelési típusúak váltják fel. Az információ valódi - vagy inkább optimális -



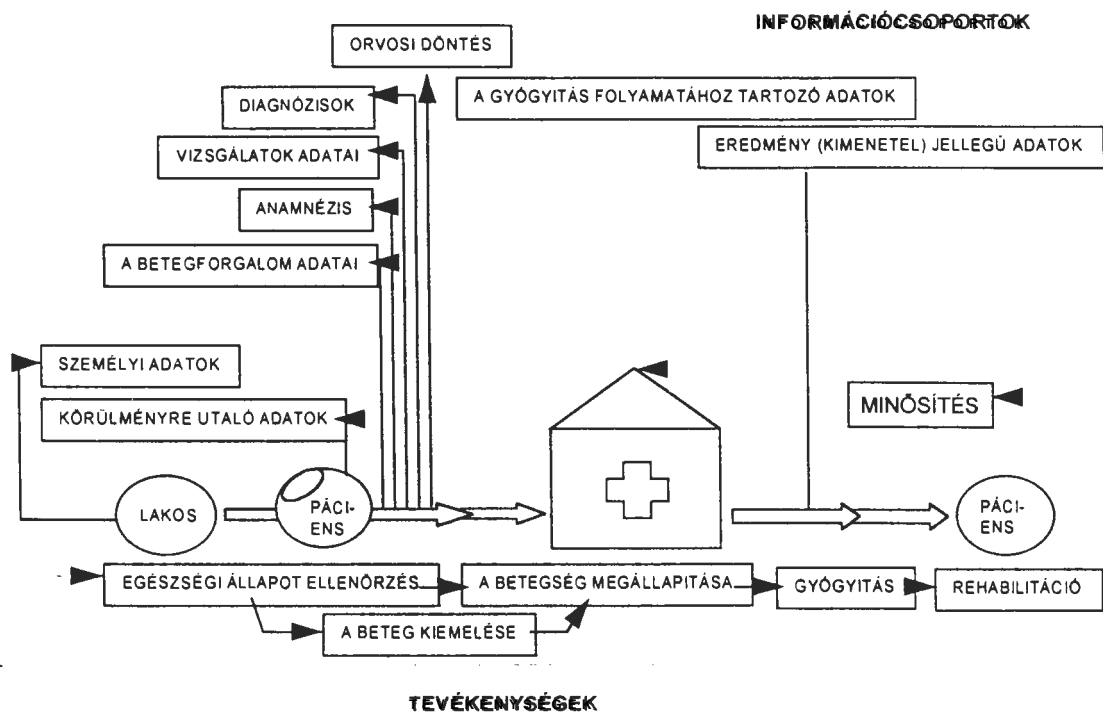
funkciója az ilyen rendszerekben válhat valóra. Utopisztikusnak tűnhet már a gondolatfelvetés is a mai hazai körülmények között, de az már aligha, hogy a szemléletformálást, az oktatást, a tudományos kutatást

tegnap is késő volt el nem kezdeni, ma pedig végzetesen az. Pedig a gyógyítás, a megelőzés, a közegészségügye nem nélkülözheti az egészségügyi informatikát és nem csak a ma már gyakran sablonosnak ható „hatékonyság” folytonos emlegetése végett, hanem Gremy állítása miatt is: *„Informatics as a possible way back to medical humanism”* („az informatika egy lehetséges út visszatérni az orvosi humanizmushoz”).

7. Az egészségügyi ellátás folyamata

Az analitikus vizsgálatnál célszerű egy általánosítható gyógyító-megelőző ellátási szervezetről kiindulni. Egy modelltől, amely nagyjából elhelyezhető az ellátási rendszer bármelyik szintjén.

A kiindulási tétel tehát az, hogy a gyógyítást, a megelőzést folyamatos, egymásba kapcsolódó tevékenységi sornak kell tekinteni. Minden tevékenységet jellemeznek, tartalmában képviselnek a hozzájuk tartozó információk, amelyek mennyisége és minősége igen változatos lehet. Kísérjük meg a 8. sz. ábrán bemutatni egymáshoz való viszonyukat, kapcsolataikat, értéküket.



8.számú ábra: Páciensorientált információrendszer ellátási folyamatának modellvázlata

A modell egy olyan optimális esetet ábrázol, amikor az orvoshoz - a gyógyító-megelőző ellátás valamelyik típusintézményhez - való fordulás következményeként a kellő időben végzett megelőzés, a progresszív ellátás elvein nyugvó gyógyító munka eredményeképpen a beteg meggyógyult, munkaképességét visszanyerte. A beteg mozgási tengelyétől lefelé a legfontosabb tevékenység-csoportok kerültek kijelölésre (természetesen ezek még tovább bonthatók, gondoljunk csak arra, hogy a betegség megállapításához hányféle résztevékenység vezet: a beteg a környezetének felderítése, a különböző vizsgálatok elvégzése, stb.), míg a tengelytől felfelé a tevékenységhez csatlakozó legfontosabb információk blokkjai helyezkednek el.

A tevékenységek szoros kapcsolatban állnak egymással, a beteg (betegség) kezdeti és kimeneteli állapotához hasonlóan visszacsatolások sorozata biztosítja a dinamizmust, a rugalmasságot. A tevékenységek értékfordozói pedig minden esetben a jelző információk. Csoportosításuk aszerint a legcélszerűbb, hogy milyen mozzanatot, tevékenységet jelölnek. Jelen esetben az alábbi csoportosítás vázolható fel:

1. **személyi azonosítás információi:** az azonosító jel a személyt azonosítja, de idetartozhatnak olyan jelzők, amelyek jelölik az egyénnek a társadalomban elfoglalt aktuális helyét;
2. **az igénybevételi gyakoriság, betegforgalom jelzői:** önmagukban is jeleznek (az egészségügyi statisztika ma így használja őket), de személyhez, megbetegedéshez kapcsolva tartalmuk konkrétabbá válik, az okokra fény derülhet;
3. **körülmenyre utaló információk:** minden olyan jelzés figyelembevételéről van szó, amely a betegség

- kialakulásában szerepet játszhat (pszichikai állapot, erőnlét, bioritmus, stb.), idekapcsolhatók a szociális ellátottság, a családi helyzet, a lakókörnyezet, a munkakörülmények információi is;
4. **anamnézis:** beleértve a családi, egyéni, a múlt és a közelmúlt anamnesztikus adatait, de kiemelten az egyénre vonatkoztatva;
5. **a betegség megállapításának adatai:** a legszélesebb információs blokk, amely magába foglalja a szignalizációs értékű panaszokat, a vizsgálati eredményeket, beleértve az aktuális állapot rögzítését;
6. **diagnózisok:** a gyógyító-megelőző ellátás folyamán - akár egy orvoshoz fordulás során is - megállapított diagnózisok (beutaló diagnózis, záró diagnózis, szövödmények, stb.). Lényeges, hogy az ellátás melyik mozzanatában állapították meg őket;
7. **orvosi döntés:** nem egyenlő magával a kórismével, hanem olyan komplex orvosi tevékenység jelzéséről van szó, amely a folyamatban addig megszerzett ismeretekre támaszkodva kijelöli a további tevékenységnek - például a gyógyítás mikéntjének - az irányát, helyét, gondoljunk csak a progresszív betegellátás elvére;
8. **a gyógyítás tevékenységéhez, tágabb értelemben vett rehabilitációhoz tartozó adatok:** széles és bő tartalmat jelölő információk (a terápia megválasztása, műtéti beavatkozások, gyógyító „eljárások”), amelyek az egészségi állapot helyreállítására irányuló komplex tevékenységet képviselik;
9. **eredmény (kimenetel) jellegű adatok:** a gyógyító-megelőző ellátás adott tevékenységi sorának végső konklúzióját bemutató információk (gyakran például egybeesnek egy kórházi kezelést lezáró epikrizissel!), ami optimális esetben gyógyuláshoz vezet;
10. **az ellátás feltételrendszerének kiütpontjait jelző adatok:** mindazon tényezőket jellemző adatok, amelyek például az orvosi rendelő felszereltségétől kezdve az ellátó személyzet (orvos, nővér) felkészültségét demonstrálják;

11. az ellátási tevékenységek "hatékonyságát" jelző adatsoportok: amelyek valójában a korábbi rendezett adatsoportokat is használva az adott gyógyító-megelőző esemény sikeréről (vagy sikertelenségéről), a munka minőségéről tájékoztatnak.

A vázolt modell alkalmazható a gyógyító-megelőző ellátás bármely tagozatában - alapellátás, járóbeteg szakellátás, fekvőbeteg szakellátás (kórház-rendelőintézet ellátás), rehabilitáció (szanatórium) - és különböző tevékenységi területein; gondozás, szűrés, gyógyítás. Természetesen az egyes tevékenység- és információcsoportok más és más hangsúllyal jelentkezhetnek például az alapellátásban, vagy a kórház-rendelőintézet ellátásban, de egyben megegyeznek: *modulokat alkotva az orvos-beteg találkozások, az ún. orvosi munkahelyek köré csoportosulnak és elsődlegesen mindig a betegre, az egyénre mutatnak.* Kétségtelen, hogy alkalmazásuk nemcsak epizódokat, eseteket jelöl, hanem a beteggel szoros kapcsolatban lévő eseménysorozatokat, amelyeket megfelelő rendszerben folyamatosan értékel, egybevet egymással.

8. A rendszer kompatibilitás kérdéseinek megoldása: előszabványok

Az egészségügyi ellátás rendszer szervezeti struktúrája minden európai országban az egészségügyi intézmények hálózatából áll, amelyeket alapmódotetésük, kompetenciájuk, működési feltételeik szerint nagyfokú heterogenitás és differenciáltság jellemez. A különbözőség vonatkozik a hazai intézmény hálózatra is, amint erről szó volt az ellátó hálózat rendszer elemzésénél is. Természetes, hogy a működést támogató információrendszerekre is vonatkozik a heterogenitás, amely igen gyakran a rendszerfejlesztési megoldásokban is megmutatkozik. Ennek ellenére legalább két alapvető rendezőelv érvényesülését kell garantálni. Egyrészt szükséges az egyes intézmények illetve az ellátandók (a biztosítottak) sajátos igényeit a legmegfelelőbb és legköltséghatékonyabb módon kielégíteni, másrészt ugyanakkor rendkívül fontos fenntartani a teljes intézményhálózat szakmai konzisztenciáját és integritását helyi és területi (regionális) szinten egyaránt.

Emellett figyelembe kell venni az egészségügyi intézményeknél már telepített és működő, a piacon hozzáférhető - egymástól elszigetelt és egymással nem helyettesíthető - nagy számú informatikai alkalmazást, amelyek hatékonyan támogatják a felhasználó sajátos igényeit. A zavartalan működés elengedhetetlen feltétele, hogy lehetővé tegyünk a már létező alkalmazások integrációját és együttműködését, ily módon biztonságot teremtve a már megvalósított beruházásoknak és lehetővé téve a szolgáltatások folyamatosságát, ugyanakkor elősegítve a meglévő saját, monolitikus rendszerek fokozatos migrációját az interaktivitás, a nyitottság és modularitás biztosítása

érdekeiben. A szakmai biztonság garanciája, a megoldások költséghatékonysága - különösen, ha az ellátó rendszer egészét tekintjük - szükségessé tette az információrendszerek szabványosítási kérdéseinek megoldását.

A szabványos rendszer-architektúra célja, hogy meghatározza az egészségügyi információs rendszerekben használatos azon közös rendszer-szolgáltatások körét, amelyek a sajátos, az orvos-szakmai feladatspecifikáción alapuló követelményeket kielégítik. A szabványos architektúra egy olyan gyakorlati eszközt kíván adni, amelyet különböző típusú, az információs rendszer teljes életciklusán belül eltérő szerepet betöltő felhasználók is használhatnak.

Az Európai Unió megfelelő bizottságaiban már több, mint egy évtizede folynak a különböző szakterületek - közöttük az egészségügy szakterületei - szabvány kidolgozó munkálatai. Az egészségügyi munkacsoport (rövidített elnevezése a CEN TC251) valójában ún. előszabványokat dolgoz ki, amelyek az egyes országokban a nemzeti sajátosságokat is figyelembe vevő alkalmazások előkészítése után válnak szabvánnyá. A hazai körülmények között jelenleg a következő szabványok honosítása történt meg:

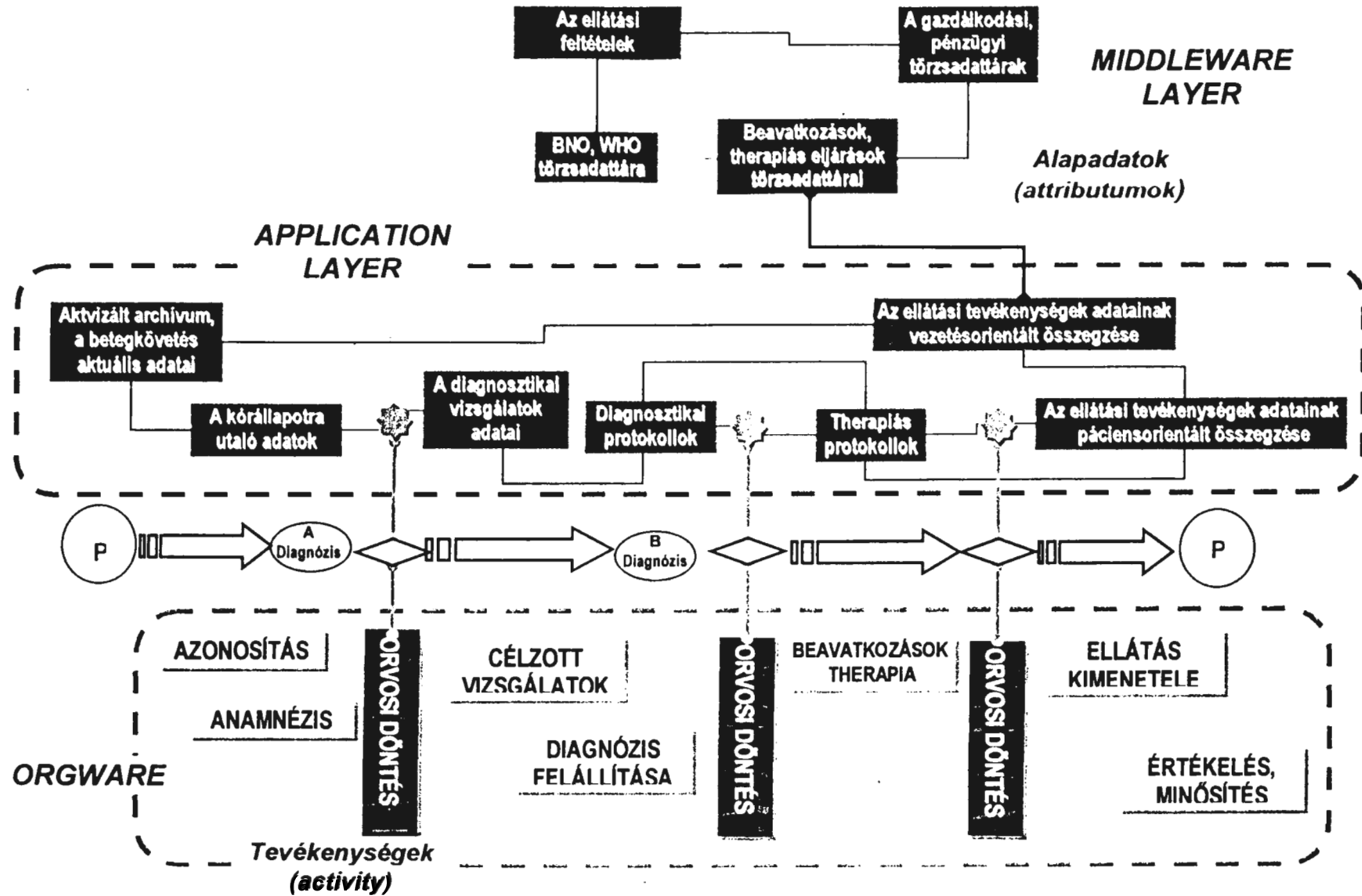
- EGÉSZSÉGÜGYI INFORMÁCIÓ RENDSZER ARCHITEKTÚRA SZABVÁNY (HEALTHCARE INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE /HISA, PREENV 12967-1)
- ELEKTRONIKUS EGÉSZSÉGÜGYI DOKUMENTÁCIÓ (HEALTHCARE RECORD ARCHITECTURE IEHCRA, PREENV 12265)
- ELEKTRONIKUS ADATCSERE (MEDICAL ELECTRONIC DATA EXCHANGE /EDI)
- DIGITÁLIS ALÁÍRÁS MÓDSZERTANA (METHODS FOR DIGITAL SUBSCRIPTION)
- EGÉSZSÉGÜGYI INFORMATIKAI RENDSZEREK VÉDELME ÉS BIZTONSÁGI OSZTÁLYOZÁSA (SECURITY CATEGORISATION AND PROTECTION FOR HEALTHCARE INFORMATION SYSTEM STANDARD)

A szabványok alkalmazása a létező rendszerek összehasonlításának, értékelésének és integrálásának célját, valamint az olyan új nyílt és moduláris rendszerek tervezését és nagyvonalú kidolgozását szolgálja, amelyek képesek konzisztens és integrált támogatást nyújtani az egészségügyi intézmény a betegkövetést is magába foglaló klinikai, szervezeti és vezetési követelményeinek. Az ellátás páciensorientált folyamatában elhelyezhető Egészségügyi Információ Rendszer Architektúra Szabvány (HISA) sémáját a 9. számú ábra mutatja be.

Referencia:

Informatika jegyzet az egészségügyi szakközgazdász képző kollégium hallgatói számára. Szerkesztők: Dr. Simon Pál, Szklenár József. JATE Jegyzetkiadó, Szeged, 1994.

Dr. Simon Pál, Templar Partnership Company,
1114 Budapest, Szabolcska Mihály u. 5.
Tel/Fax: (1) 385-6303



9. számú ábra: Az ellátás folyamata és a rendszer architektúra szabvány alapjai

Intelligens kártyarendszerek az egészségügyi ellátásban (védelem, kulcsfunkciók, osztott adatbázisok, alkalmazások)

Dr. Simon Pál
Templar Partnership Company
simon@mail.elender.hu

Abstract

Alig több mint másfél évtized telt el az elektronikus memória kártya megjelenése óta, népszerűsége viharosan növekedett (elsősorban pénzkímélő eszközként, majd ezt követték a többi alkalmazások). Ez a fejlett egészségügyi ellátási és biztosítási rendszerrel rendelkező országok körében világszerte mutatott érdeklődés az orvosi ellátás és a páciens egészségi állapotát követő információrendszerek intelligenciájának növelése (az egyénre osztott individuális adatbázisok megteremtésének igénye) mellett az egészségügyi ellátás minőségének, költségeinek ellenőrzése irányában megnyilvánuló elkötelezettségnek is tulajdonítható. Összefoglalólag levonható az a következtetés, hogy az egészségügyi informatikában a kutatások, fejlesztések, rendszermegvalósítások célja a páciens megbetegedésének megelőzése, a beteg szövődménymentes meggyógyítása érdekében végzett orvosi, ápolási tevékenység közvetlen informatikai támogatása. A célok teljesülésének garantáltan megfelelő eszköze az intelligens kártya és a köré szerveződő alkalmazói rendszerek.

1. Bevezetés

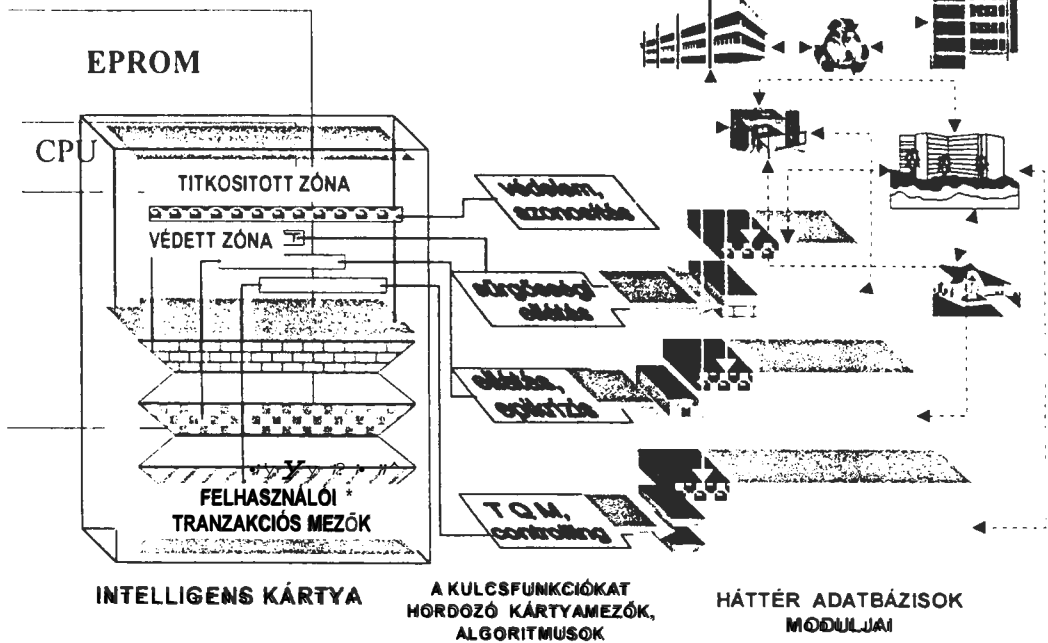
A számos informatikai alkalmazói terület között kiemelt jelentősége van az osztott adatbázis hálózatoknak, amelyek a relációk segítségével különböző célú összefüggések feltárását teszik lehetővé. Az egészségügy rendszerében ezek az adatbázisok szerveződhetnek az ellátás szintjei - alapellátás, járóbeteg ellátás, fekvőbeteg ellátás - szerint, az orvosi szakterületek - belgyógyászat, sebészet, gyermekgyógyászat, stb. - szerint, vagy például az ellátási folyamat fontosabb szakaszai - anamnézis, diagnosztika, diagnózis felállítása, terapia, eredmény - szerint.

Az egészségügyi informatika szolgáltatásai között meghatározó szerepet játszó összefüggés-vizsgálatok célja az ellátás szükségletei (kik és milyen okból szorulnak az egészségügyi ellátás valamilyen formájára, hogyan lehet az egészségi állapot romlását megelőzni), az ellátáshoz szükséges felhívérendszer biztosítása (beleértve a materiális - pl. műszer, gyógyszer, épület, infrastruktúra, stb. - és az immateriális - az ellátó személyzet felkészültsége, képzési lehetőségei, anyagi és erkölcsi megítélése - feltételeket), az ellátás folyamata és kimenetele (a beteg ellátásának, ápolásának folyamata) és az ellátás eredményessége (az orvosi munka "minősége" képes volt-e biztosítani a beteg szövődmény mentes gyógyítását és ez menyibe került) közötti ellentmondások feltárása és megoldásuk elősegítése.

Napjainkra és a jövőre vetítve alapvető problémakörrel van szó, mert az orvostudományi kutatások, az egészségügyi ellátás költségei az új kutatási és alkalmazási területek megjelenésével, valamint az ellátandók számának, szükségleteinek növekedésével (pl. az emberi élettartam meghosszabbodása) nem fognak csökkenni. Ugyanakkor a ellátási szükséglet kielégítésénél az orvosi szakmai szabályoknak kell prioritást biztosítani. A populációs szintű összefüggés vizsgálatok mellett az optimálist megközelítő megoldásokhoz az egyének egészségi életútjának vizsgálatára is szükség van, amelynek eredményes informatikai eszköze az intelligens kártya (Smart Card), illetve az intelligens kártya alapú rendszerek *

Az intelligens kártya funkcionális szerkezetét az 1. számú ábra mutatja be.

* A dolgozatban az intelligens kártya (Smart Card) elnevezés multifunkciós aktív memória kártya alapú elektronikus adathordozót jelent. A kártyák típusainak technológiai szempontok szerinti felosztása ennél részletesebb (lásd a bibliográfiát).



1. számú ábra: Az intelligens kártya – Smart Card – funkcionális szerkezete

2. Védelmi funkciók

Az intelligens kártyák adatvédelmi és általános biztonság védelmi (személyiség védelmi) szempontból többszörös védelmet képesek biztosítani. Az egészségügyi informatikai alkalmazásokat tekintve ezek különösen értékes tulajdonságaik. A fontosabb védelmi funkciók tömören összefoglalva a következők:

A kártya *firmware driver szoftverek* leírása: a firmware és driver szoftver komponensek a kártyaolvasó csatlakozásához és működtetéséhez szükségesek.

1. Firmware:

A firmware közvetlenül a kártyaolvasóban mint PROM létezik az alábbi funkciókkal:

- fizikai kommunikáció,
- író/olvasó funkció (fizikai),
- az 11 Kbyte-os tárterület címzése,
- a biztonsági kód ellenőrzése kártyáról,
- COMX kommunikáció.

2. Driver szoftver (bázis modul):

A driver software floppyn kerül átadásra és minden munkaállomáson installálni kell.

- C program interface-t tartalmaz,
- írás-olvasási művelet a kártyán (adattechnikai),
- jelszó ellenőrzése,
- a kártya inicializálása egyedi azonosítóval, személyi adatokkal és biztonsági kulccsal,

- szekvenciális rekord előkészítés a PC-n a kártyaolvasó adatai része.
- adatrekordok előkészítése a personalizációhoz,
- rendszerbiztosítás speciális Master és Slave kártyák segítségével.

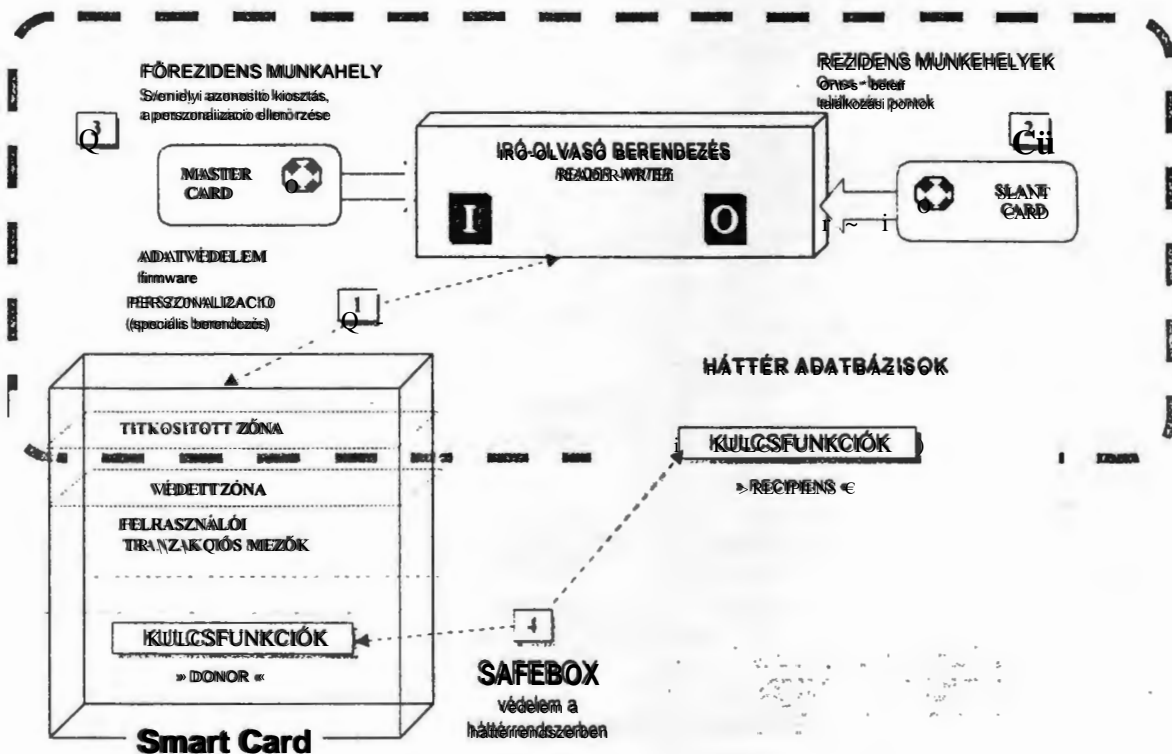
3. Driver szoftver (bővítő modul):

- installációs automatika a munkaállomásokra,
- adatjelzés a kártyán,
- Master állomás funkciók,
- Master-Slave kártyarendszer (kiadás a felhasználó számára),
- írásvédelem megadása a kártyán,
- interface rendszerparaméterek automatikus beállítása,
- logikai jogosultság vizsgálat (pl.: érvényességi idő a kártyán).

4. A Safe-boxot biztonsági szoftverként alkalmazza a rendszer. A PC-n lévő adatbázisokhoz történő illetéktelen hozzáférések kiszűrése és különféle szolgáltatások nyújtása a fő célja. Lényeges jellemzői:

- felhasználó és password management,
- felhasználó specifikus védelem (írási és/vagy olvasási jog),
- a Winchester online rejtjelzése három féle algoritmus szerint,
- vírusmegelőzés, vírusvédelem.

A 2. számú ábra a megvalósítható védelmi funkciókat összegzi.

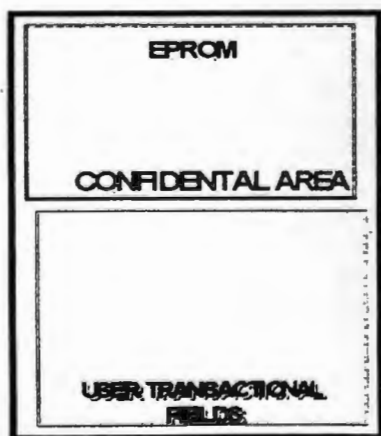


2. számú ábra: Az intelligens kártyák védelmi funkciói

3. Kulcsfunkciók mint speciális osztott adatbázis kapcsolatok

A kártya szerepe abban foglalható össze, hogy az osztott adatbázisoknak ez az egénre "leosztott" változata hordozható, lehetőleg több funkciót is kielégítő intelligens és "interoperabilis" számítástechnikai felületet biztosítására legyen képes. A választható - jelen prezentációban nem részletezett - kártya típusok közül első sorban a *smart card* gyűjtőnéven szerepelők jöhetnek szóba, ha a

felhasználói szakmai célokat tekintjük elsődlegesnek. A korlátozó körülmények között rendszerint első helyen áll a megvalósításhoz szükséges források szűkös volta, de ugyanilyen fontos tényező a háttérrendszerek minősége, felkészültsége, az általános - szakmai és társadalmi - fogadókészség milyensége. Az eddigi hazai tapasztalatok is azt bizonyítják, hogy a kedvező hatásokat és a gazdaságosságot hosszútávon garantáló, de nagyobb beruházásokkal járó megoldások nem jutnak szóhoz, helyettük a látszólagosan olcsóbb - és rövidtávon úgymond biztos hasznot hozó - tervek kerülnek, illetve kerültek előtérbe. Az egészségügy környékén maradván elég csak a betegbiztosítási igazolvány emyhén szólva nem túl sikeres szereplését említeni.

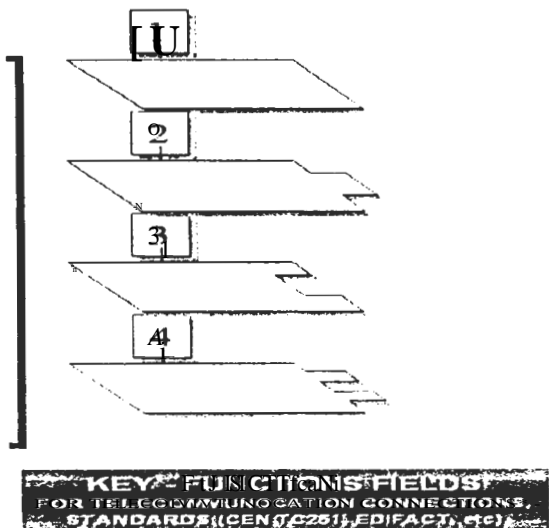


SMART CARDS

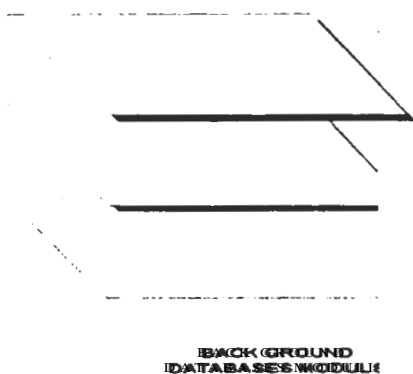
Főleg a humán célú információrendszerek (egészségügyi, egészségbiztosítási, oktatási, különböző szolgáltatási rendszerek) esetében már elég korán, még a mai kártyatechnológiák és az alkalmazói információrendszerek korábbi fejlettségi szintjén felmerült a multifunkcionális alkalmazások igénye. Sőt, ma sem zárultak le azok a viták, amelyek az "olcsó kártya és mindentudó háttérrendszerek", a "drága mindentudó kártyák és szerényebb háttérrendszerek", vagy a "minden szolgáltatáshoz külön kártya" szemben a "minden szolgáltatás igénybe vételéhez alkalmas multifunkciós kártya" és más elképzelések között fennállnak. Aligha szükséges

bizonyítani, hogy bármelyik megoldás kizárólagos előtérbe helyezése hibás elgondolás lenne. Az alkalmazások milyenségének eldöntésénél a helyes szemléletet a teljesítendő felhasználói funkciók szem előtt tartása jellemzi.

Az egészségügyi rendszerekben és az ellátás igénybe vételét garantáló egészségbiztosítási rendszerekben célszerű lenne egy féle kártyát alkalmazni. A törekvés nem mai keletű, elég csak az Eucard Projecthez kapcsolódó Health Passport programra gondolni. Az intelligens kártyarendszerekben az egyén egészségi állapotának, ellátási eseményeinek és ezek eredményeinek, az igénybe vett/felhasznált biztosítási



szolgáltatásoknak a követését olyan kulcs-funkciók szervezése segítheti, amelyek a fenti folyamat kitüntetett információ csomópontjával teremtenek érték-hordozó közvetítői kapcsolatot. A funkciók fizikai megvalósításához az intelligens kártya család tagjai lennének alkalmasak, mivel ezeknek megvan az a tulajdonsága, hogy aggregált adatokat tartalmazva individuálisan osztott adatbázisoként működjenek.

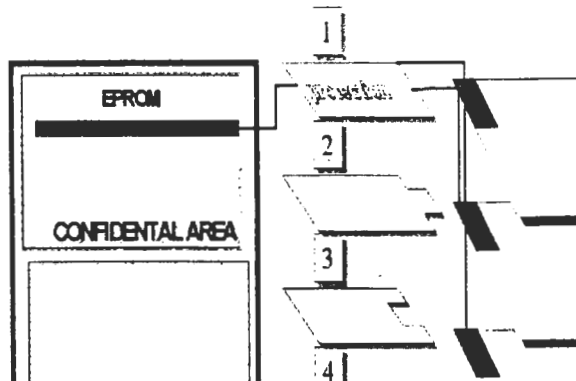


Aminnt már arról fentebb szó esett, a különböző funkciókat kiszolgáló, a különböző szolgáltatásokra szervezett és rendszerezett adathalmazok, adatbázisok

hálózata az egészségügyi információrendszerek alapja. Másféle megközelítésből kiindulva a jól működő információrendszerekben alapfeltétel a korrekt adatbevitel, adatfeldolgozás, de a rendszer értékét az intelligens, sokoldalú adatbázisok milyensége fémjelzi, amelyek nem egyszerű adatnyilvántartások, kinyomtatott listák halmazai, hanem bonyolult összefüggések felkutatását lehetővé tevő relációs rendszerek. Ha az alapellátás területéről a házi orvos munkáját támogató információrendszereket vesszük alapul, akkor az ő adatbázisának a házi orvosi kompetenciákhoz, az általa végezhető és elvégzett tevékenységekhez kell igazodnia (az ellátás szintje szerint szervezett adatbázis) és azon belül is rendeznie kell az információkat az orvosi feladatkörök különbözősége szerint (prevenció, ellátás-therapiadignosztika, gondozás, egészségnevelés, stb.). Az egészségügyi ellátási rendszer magasabb és összetettebb funkciókat ellátó intézményeinél (szakrendelő, szakgondozó, kórházi járó- és fekvőbeteg ellátás, egyetemi klinika, országos intézet) magától értetődően a rendszer ennél sokkal bonyolultabb.

Az orvosi, nővéri munka eredményessége, összefoglalólag: az egészségügyi ellátás minősége nagymértékben függ attól, hogy milyen informatikai támogatás áll a rendelkezésére. Ebben a bonyolult rendszerben, ahol az "objektum", a páciens az ellátás folyamatában bonyolult utat jár be, azaz számos ún. "orvos-beteg" találkozás zajlik le, elengedhetetlen a teljes ellátási folyamat informatikai követése, az információk értékelése, a végzett beavatkozások eredményeinek és a beteg állapotát jelző indikátorok összehasonlítása. Evidenciaként fogadhatjuk el, hogy a minőség biztosításában, ellenőrzésében, - a "quality control"-ban - az informatikának, következőképp a betegkövetés informatikai eszközének, az intelligens kártyarendszereknek meghatározó funkciója van.

Az egészségügyi adat különleges és különlegesen kezelendő. Az egészségügy információrendszerében, különösen ott, ahol a maga a páciens is szerepel, szigorú adatvédelmi és személyiségvédelmi eljárásokat

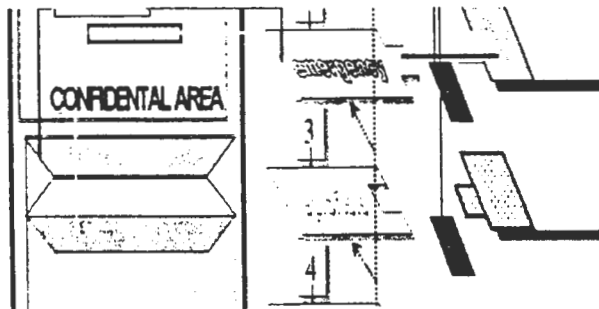


kell alkalmazni. Ezek az eljárások rendszerint

összetettek, a rendszeren belül több szinten is védenek és legmegbízhatóbbak a kártyákat is alkalmazó megoldások. Csak vázlatosan felsorolva a védelmi szinteket: a perszonalizáció, az író-olvasó védelmi rendszer (PIN kód és hasonló eljárások), az egyes adatbázis modulok védelmi rendszere ("safe box" típusú megoldások), amelyet a kulcsfunkciók csak megerősítenek. A CEN-TC251 európai standardok között elfogadott "professzionális kártya - páciens kártya" kapcsolat pedig a védelem mellett jogosultsági feladatokat is ellát.

A sérültek, betegek ellátásában mindenkor kritikus szituáció az, amikor életveszély áll fenn, a beteggel például eszméletlen állapota miatt nem lehet kommunikálni, az ellátás körülményei nem nevezhetők ideálisnak, a feltételek beszűkültek (például közlekedési balesetnél). Az időtényező jelentősége - az, hogy igen rövid idő alatt kell a sérültnek szakszerű ellátást kapnia - megnő és döntővé válik az, hogy mennyit tudunk a sérült korábbi és jelenlegi egészségi állapotáról.

A sürgősségi ellátás - "emergency care" - ideje alatt általában "relatív információ inszufficiencia" áll fenn, ugyanis feltehetően sokféle adatot jegyeztek fel a beteg korábbi egészségi állapotáról, a sürgősségi ellátása szempontjából fontos betegségeiről, de ezek nem elérhetőek és nem egyszer rendezetlenül vannak tárolva. A kártya viszont tartalmazhatja a sürgősségi ellátáshoz nélkülözhetetlen információkat, nevezetesen az ellátást befolyásoló állandó genetikai, biológiai jelzőket (vércsoport, allergia, örökletes megbetegedések, stb.), az élet folyamán bekövetkezett maradandó elváltozásokat (pl. diabetes, lezajlott infarktus, végtag hiány, maradandó érzékszervi károsodás, stb.) és az ideiglenesen fennálló, de végül is maradandó károsodás nélkül gyógyuló betegségek (például reverzibilis munkahelyi ártalmak okozta elváltozások, amelyek az expozíció megszűntével elmúlnak).

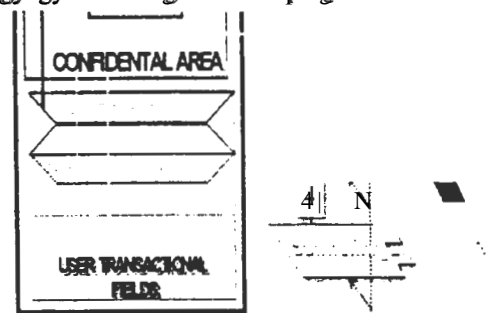


Az aktuális ellátás valamennyi fontosabb eseményét (anamnézis, diagnosztikai vizsgálatok, terapia, az ellátás kimenetelle) a rendszernek páciens rekordjai tartalmazzák rendszerint több lépésös archíválási struktúrában. Az intelligens kártyákon az aktuális

ellátási esemény (például egy kórházi ápolás) összegzett információit célszerű aggregált formában tárolni (epicrysis). Az aggregált forma nem egy egyszerű adattömörítést jelent, hanem az ellátási folyamat domináns és karakterisztikus adatainak az orvosi logika szerinti rendezését. A rendezés ismerveinek érvényesülését garantálják a kártya szerkeszthető mezői, a kulcsfunkciók és a közvetítésükkel kialakított adatbázis kapcsolódások. Célszerű az időrendben utolsó ellátás információit ily módon tárolni a korábbi események csak egy cím formájában lennének rögzítve, a szükség esetén történő kibontásukat a kulcsfunkciók végeznék el.

A nemzetközi gyakorlatban mind gyakrabban találkozhatunk olyan kártyaalkalmazásokkal, ahol egy feladat támogatására működnek rendszerek (például: a cukorbeteg kezelését, gondozását segítő, több országban is működő rendszer, a DiabCard) és ha korlátozott mértékben is, a hazai gyakorlatban is van erre példa (kardiopulmonológiai gondozó kártya, dialízis kártya). Felmerülhet a kérdés, hogy szükség van-e ilyen párhuzamosnak tűnő rendszerekre. A példaként felhozott "egészségügyi útlevél" funkciókat betöltő kártyának nem egy szakmai célfeladatot kielégítő kártya helyettesítése a feladata, hanem valamennyi ellátási esemény követése.

Az ellátási események, helyesebben a betegek követésének célja egyben az adott ellátási, ápolás folyamat értékelése, az ellátás kimenetelének és a beteg egészségi állapotának a minősítése. Az elsődleges szempont annak a megítélése, hogy a beteg gyógyítása megfelelő-e a progresszív ellátás elvénél,



azaz az állapotának megfelelő helyen, a betegségének megfelelő terápiás kezelésben részesülve visszatartató egészségkárosodás nélkül meggyógyult-e. Ez az optimális állapot az eseteknek csak egy részében biztosítható, de mégis ez tekintendő az orvos szakmai "etalonnak", mint ahogy az ellátás finanszírozásában is az ehhez tartozó költségeknek kellene a tervezés alapjául szolgálnia. Természetesen ez nem jelentheti azt, hogy adott esetben beteg állapota miatt nem lehet az "etalonoktól", a különböző diagnosztikus, terápiás szakmai protokolloktól eltérni, vagy ezek ellátási költségeit nem kell biztosítani. A feladat az, hogy az eltérés okaira keressük meg az adekvát válaszokat.

vizsgáljuk meg és tárjuk fel az összefüggéseket. Az intelligens kártyaalkalmazási rendszerek lehetőséget adnak az individuális "controlling" vizsgálatokhoz és ezek a "páciensorientált" elemzések biztosíthatják a populációs szintű epidemiológiai - "vezetésorientált" - analízisek alapjait, az e célból szervezendő adatbázisok objektumait.

4. Egészségügyi, egészségbiztosítási alkalmazások

Egészségügyi kártyarendszerek

Általános célú egészségügyi kártyarendszerek

Az általános célú kártyák több országban vagy már alkalmazási stádiumban vannak, vagy projekt szinten léteznek. Gyakran kórházi vagy klinikai hálózatban alkalmazzák azokat. Általában tartalmazzák azokat a legfontosabb egészségügyi és/vagy sürgősségi adatokat, amelyek lehetővé teszik a páciens gondozásba vételét. Az orvosi receptre és a laboratóriumi vizsgálatokra vonatkozó adatokat is tartalmazzák az azonosítási és az alapvető adminisztratív információk mellett. Ami a jelen helyzetben figyelemre méltó:

A legtöbb megvalósított egészségügyi kártyarendszer elérte azt a kritikus fordulópontot, amellyel megfelelő mennyiségű tapasztalatot nyertek technológiai, szociológiai és orvosi szempontból. Ezért a legfontosabb programok a megszerzett ismeretek által gazdagított projekteket célzó tervezés területére irányulnak.

Speciális felhasználású kártyák

A speciális felhasználású kártyák állandó vagy időleges adatokat tartalmazznak. Növekvő érdeklődés nyilvánul meg irántuk az összes európai országban. Az ilyenfajta állandó fájlokat használó kártyarendszerek általában olyan krónikus betegségekhez kapcsolódnak, mint a vesekezelés, szívbetegség-felügyelet, rák utókezelés, stb. Ide sorolhatjuk a *gondozást támogató kártya rendszereket*, a *véradókat követő ún. donor kártyákat*, a *gyógyszer fogyasztást követő kártyákat*. Napjainkban mindinkább előtérbe a *multifunkciós kártyák* alkalmazása, amelyek az egészségi állapot, az ellátás követése mellett más jellegű szolgáltatást is teljesítenek (pl. banki azonosító funkciók).

A hazai és a nemzetközi alkalmazások részletesebb áttekintésére a Bibliográfia nyújt útmutatást. Sajnálatos módon az a jellemző, hogy az ellátás, ellátásrendszerek terén egyáltalán minsemek lemaradva a hazai szakemberek, az egyre növekvő távolság a megvalósítás terén jelentkezik.

Egészségbiztosítási (társadalombiztosítási) intelligens kártya rendszer

Az előbbi részfejezettől eltérően nem működő példákat kívánunk bemutatni, hanem egy elgondolást ismertetünk, amelynek célja a jelenlegi hazai áldatlan egészségbiztosítási informatikán szándékozik változtatni. Az tömören ismertető koncepció már korábban elkészült, de az (1995), de az akkori Egészségbiztosítási Önkormányzat és az OEP nem kívánt a témával foglalkozni. A rendszer nem csak az egészségbiztosítás, hanem a nyugdíjbiztosítás feladatait is támogatná, ezért ez a névben is kifejezésre került: **Társadalombiztosítási Intelligens Kártyarendszer (TB-IKR).**

A rendszer *elsődleges alkalmazási célja* a biztosított azonosítása, jogosultságának igazolása-ellenőrzése beleértve a jogosultsági szolgáltatások egyéni ("ügyfél" szintű) követését, a biztosított és a biztosító számára egyaránt felhasználó barát ("ügyfél és ügyintéző" barát) információrendszerek kiépítését, és lehetővé tegye az alapadatbázisok naprakész rendezését on line üzemmódban interaktív módon.

A *másodlagos* (de nem másodrendű) *cél* a szolgáltatás típusokhoz kötődő tevékenységek és eredményeik elemzésének, ezen belül is a megelőző-gyógyító ellátás és a vele szoros kapcsolatban lévő ellátások tevékenységei "költség-haszon" elemzésének, a biztosítási kockázatokhoz szükséges összefüggés vizsgálatoknak az előkészítése.

A **TB-IKR alapvető funkciói** a következőkben foglalhatók össze:

1. *Személyazonosítási funkciói*: Az állampolgár, a személy azonosítása.
2. *Társadalombiztosítási jogosultság igazolásának funkciója*: Azonosítja a társadalombiztosítással kapcsolatban álló személyt, mint a nyugdíjbiztosítás, az egészségbiztosítás szolgáltatásainak igénybevételeire jogosultat.
3. *A társadalombiztosítási szolgáltatások névelés nyilvántartási funkciója*: A biztosított által igénybe vett szolgáltatások nyilvántartása a szolgáltatás típusa, a jogosultság alapja szerint:
 - 3.1. *Az egészségbiztosítási ágazathoz tartozó szolgáltatások*:
 - 3.1.1. *Tamesszatheni ellátások*: a gyógyító-megelőző ellátásra (az ellátás szintjei szerint), a gyógyszerellátás • formáira, a gyógyászati segédesszközök és egyéb tamesszatheni ellátásra való jogosultság nyilvántartása;

3.1.2. A pénzbeni ellátások: a rokkantsági, baleseti járadéokra és más pénzbeli járandóságra való jogosultság nyilvántartása; a táppénz igénybevételének és módozatainak nyilvántartása.

3.1.3. A terheségi, anyasági ellátás: várandósági pótléokra, GYED-re, GYES-re, családi pótlékra való jogosultság nyilvántartása.

3.2. A nyugdíjbiztosítási ágazathoz tartozó szolgáltatások:

3.2.1. A saját jogú nyugellátási jogosultság, ezen belül az öregségi és a rokkantsági nyugellátásra való jogosultság nyilvántartása.

3.2.2. A hozzátartozói alapú jogosultság és egyéb, a nyugellátási kategóriákhoz való jogosultság nyilvántartása.

4. A társadalombiztosítási jogosultság különböző szolgáltatásainak követési funkciója: A társadalombiztosítási ágazatokhoz tartozó szolgáltatásokat jelző "paraméterek" (időtényezők, jogviszonyok, juttatási értékhatárok, stb.) és változásaik követése.

5. A társadalombiztosítási szolgáltatások követésének és elemzésének funkciója: A biztosítási szolgáltatások "paramétereikhez" kötődő értékek minőségi és költségelemzése. Összefüggés

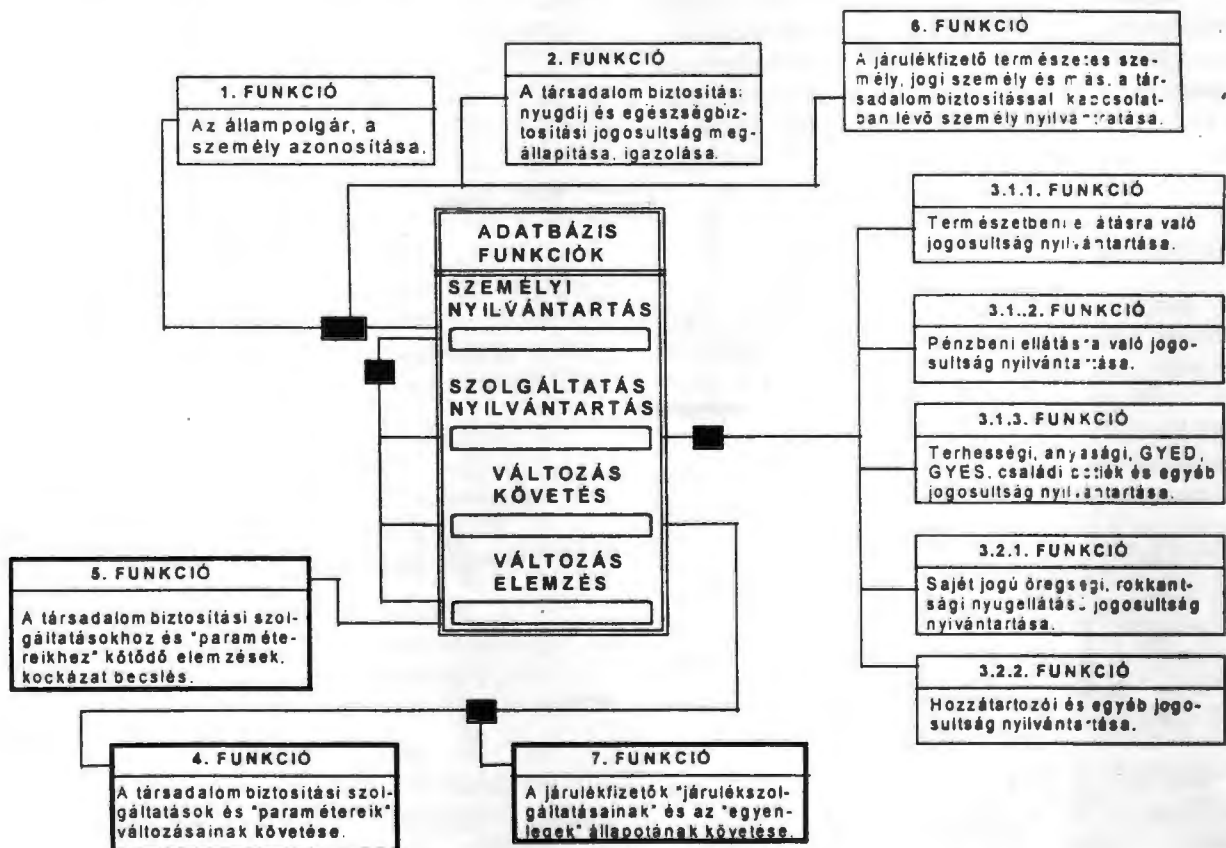
vizsgálatok, a biztosítási kockázatok becslésének előkészítése.

6. A járulékfizető nyilvántartásának funkciója: A járulékfizető természetes személynek, a járulékfizető munkáltató szervezetnek hivatalos jogszerű képviselőjének és más (önkéntes) biztosító egyesületek törvényes képviselőjének nyilvántartása, amennyiben szerződés kapcsolatban áll a társadalombiztosítással.

7. A járulékfizetők nyilvántartásának funkciója a járulékok, befizetések típusai és befizetések helyzete szerint: A járulékbefizetők (a 6. pontnál felsoroltak) "járulékszolgáltatásuk" szerinti nyilvántartásuk (kinék milyen típusú járulékot kell befizetniük) és a mindenkor "egyenleg" állapota (tartozások, túlfizetések, szankció típusok) szerinti követésük.

8. "Ügyfélszolgálati" funkciók: a biztosított vagy a járulékfizető által önállóan - a biztosító ügyintézői nélkül a kártya segítségével - igénybe vehető információs szolgáltatások, amelyek felvilágosítják, tájékoztatják a róla nyilvántartott adatokról (befizetések egyenlegei, határidők, stb.).

A rendszer funkciókat és kapcsolataikat a 3. számú ábra mutatja be.



3. számú ábra: A társadalombiztosítási intelligens kártyarendszer funkcionális folyamatai

A TB-IKR rendszerelemei

A TB-IKR rendszerelemei fizikailag megegyeznek az intelligens kártya rendszerelemeivel, a specifikációkat a biztosítási rendszerben, pontosabban: biztosítási információrendszerekben elfoglalt helyük és a hozzájuk rendelt feladatok szabják meg. Szükségesnek tartjuk itt is kiemelni azt az álláspontunkat, hogy olyan technológiai sajátosságokkal rendelkező eszközöket kell majd kiválasztani, amelyek felületén a funkciók bővíthetők anélkül, hogy eszköz-cserét kelljen végrehajtani.

A rendszer alapvető eleme a társadalombiztosítási (egészségbiztosítási valamint nyugdíjbiztosítási) ügyfélkapcsolatok színhelyei: **a biztosított, a járulékfizető és a biztosító találkozási pontjai (TB-TAP).**

A TB-IKR másik meghatározó rendszereleme maga a **Társadalombiztosítási Intelligens Kártya (TB-IK)**, amely az egész rendszer - a TB-IKR - személyre "leosztott" adatbázisa. Az intelligens kártyáról - azaz bizonyos fokú intelligenciával rendelkező eszközről - lévén szó, nem csak adathordozói feladatot tölt be, hanem a rendszerbe lépve differenciáltan aktivizálhatja az általa hordozott tartalmat és kapcsolatot létesít az egyes kiválasztott, ill. előre definiált adatbázis modulok között. Egyúttal az egész folyamat alatt gondoskodik a hordozott, az átadásra és átvételre kiválasztott információk védelméről a tranzakció teljes mélységében. "Nyugalmi" helyzetben a rajta lévő információk nem változnak, nem törölhetők, nem nyerhetők ki.

A belépő © és ® funkciókkal a nyilvántartási, regisztrálási, bizonyos mérvű differenciáltabb tájékoztató (lásd: a személyekhez kötött szolgáltatások "térképe") szolgáltatásokon túl tartalmazza az információ csoportok érték-változásainak követését.

Az © funkciócsoport feladata a társadalombiztosítási szolgáltatások alakulása, változásai közötti összefüggések elemeinek, az összefüggések okainak feltárása, a biztosítási kockázatok matematikai statisztikai elemzésének megvalósítása, az a társadalombiztosítás gazdálkodásához, prognózisához szükséges analízisek elvégzése.

A TB-IKR informatikai folyamataiban a következő fontos rendszerelem a **professzionális kártya (TB-IPK)** (Professional Card, Master Card), amelynek a társadalombiztosítás szervezete, az "ügyintéző", még inkább az ügyviteli folyamatok információrendszerében van szerepe. Ezek között első helyen áll az adatvédelem, a személyiségvédelem ("privacy") biztosítása a hozzáférési jogok, az

adatbázisok definiált mezőinek "megnyitása" tekintetében. Ezek a funkciók az adat-tranzakciók alatt működnek.

A TB-IPK védelmi szerepköre más módon is megoldható (az intelligens beíró/olvasó berendezésekkel, a háttér adatbázisra telepített "safebox" rendszerekkel, különféle hálózatvédelmi rendszerekkel, stb.), de ez a speciális kártya nem csak a védelemre, hanem az "ügyfél-ügyintéző" kapcsolat perszonális szintű dedikálására is alkalmas. Ez a lehetőség nem csak a TAP-okon, a biztosított járulékfizető - biztosító találkozások alkalmával hasznosítható, hanem a rendszer azon pontjain, ill. azokban a folyamatokban, ahol alrendszerekhez, adatbázis modulokhoz való hozzáférést kell szabályozni ("rezidenci funkciók"). A védelmi és rezidenci szerepkör rugalmas alkalmazása jelentős mértékben növelheti a rendszerek biztonságát.

A TB-IPK rendelhető természetes személyhez (ez esetben a TB-IK szerepét is betölti az adott tulajdonos személyét illetően, a "professzionális" jelleg a háttér, a főrendszerből transzponálódik a kártyára, és addig van "rajta", amíg a személy ezt a beosztást ellátja) és rendelhető a kitüntetett rezidenci beosztáshoz, munkakörhöz (ilyenkor a rezidenci munkakörbe lépő személy identifikációs adatai "perszonalizálódnak" a rezidenci kártyán).

A TB-IKR következő fontos rendszereleme a **perszonalizáció munkahelye, a perszonalizálás folyamata (TB-PER)**. Ezen a ponton történik a kártyák személyre szóló kiadása, a TÁJ titkosított applikálása és az identifikációhoz tartozó adatok védelme a TB-IK konfidenciális mezőjén (születés, anyja neve, stb.). Nem kétséges, hogy a TB-IKR legfontosabb munkahelyei közé tartoznak ezek az ún. főrezidenci állomások, ahol az ott dolgozó szigorú hozzáférési jogosultságának, feladatmegosztásának szabályozása alapvető követelmény.

A kártya kiadásán kívül itt kell megtörténnie az elvesztett (ellopott), megsemmisült kártyák rendszerből való törlésének és ugyancsak ez a helye azon kártyák bevonásának, megsemmisítésének, amelyek a biztosítási jogosultság valamilyen oknál fogva történő megszűnése miatt esedékesek (pl. haláleset). A jogilag, rendszertechnikailag szigorúan szabályozandó funkciókhoz kézenfekvő a TB-IPK-k megfelelően szervezett használata.

A TB-IKR rendszerelemei között a **beíró/olvasó berendezések (TB-I/O)** (hardver és szoftver komponenseinek együttese értendő a megnevezés alatt) a felelősek az adatátvitelért és az adatátviteli folyamat alatti védelem biztosításáért. Általában más intelligens kártyarendszereknél (például banki pénzkímélő rendszerek, bonyolult rezsims feladatokkal

megbízott rendszerek vagy éppen a speciális orvosi alkalmazások) és így a TB-IKR esetében sem egyszerű közvetítő és védelmi szerepkörrel van szó, hanem a rendszerben betöltött feladattól és helytől függően bizonyos mértékű szelekciós funkcióktól.

Azokon a munkahelyeken, TB-TAP-okon, ahol a feladat a személy és a jogosultság megállapítása vagy a biztosított tájékoztatása a feladat (Ⓢ, Ⓜ, Ⓢ és Ⓢ funkciók), ott egyszerűbb berendezések, sok esetben csak olvasó berendezések használhatók. Az összetettebb feladatoknál, ahol például kulcsfunkciók transzponálására is szükség van, vagy a rendszer belső terében telepített főrezidensi állomás kiszolgálásáról van szó, akkor bonyolultabb és intelligensebb eszközök alkalmazandók.

A TB-IKR funkcionális modellje

A TB-IKR működésének prediszlokációs helyei a TB-TAP-ok, vagyis az egészségbiztosítási és nyugdíjbiztosítási ágazat hálózatában azok a szervezeti egységek, ahol a rendszer funkciói teljesülnek. Ezek a szervezeti egységek a társadalombiztosításhoz tartozóan a kifizető helyek, a kirendeltségek és a megyei (fővárosi) egészségbiztosítási pénztárak.

A funkcionális modell - amint az elemzés is utal rá - olyan struktúra, amely a funkciók működését hierarchiájában hivatott biztosítani attól függően, hogy a rendszer hol foglal helyet. Alapvetően kétféle képen konfigurált típusú állomást különböztethetünk meg:

- rezidens munkaállomás, amely közvetlenül az "ügyfélforgalomban", biztosított/járadékfizető - biztosító kapcsolatban vesz részt.
- főrezidens munkaállomás, amely a TB-IKR meghatározó csomópontjain a rendszer alapfeladatainak megoldásában, a rendszer vezérlésében, felügyeletében vesz részt.

A rezidens munkaállomások tipikus diszlokációja: a kifizetőhelyek, ahol általában csak a TB-IK olvasása szükséges, esetleg egy-két beíró/olvasó berendezéssel is ellátott kiténtetett munkahely telepíthető; a kirendeltségek, amelyek beíró-olvasóval ellátott munkaállomások, kivételek az ügyfelek tájékoztatására szolgáló munkahelyek, csak olvasó berendezéssel rendelkeznek. A megyei (fővárosi) társadalombiztosítási szervezetekben a rezidens munkaállomások hasonló feladatokat látnak el mint a kirendeltségeken és a feladataik is megegyezőek. A beíró-olvasó berendezéssel ellátott konfigurációk esetében a TB-IKP is a rendszer részét képezi.

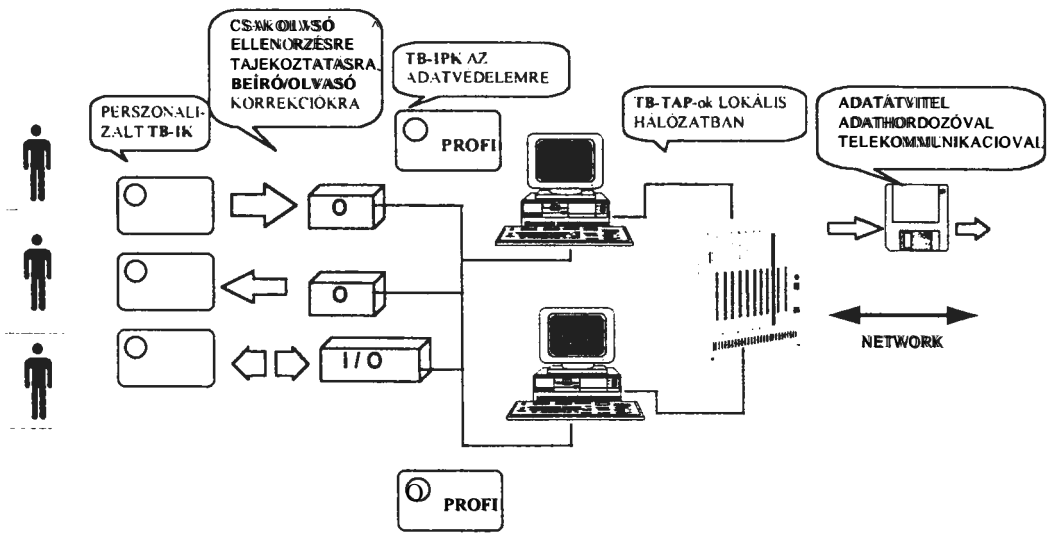
A főrezidens munkaállomások telepítési helye a társadalombiztosítás megyei (fővárosi) igazgatóságainak kiemelt fontosságú olyan munkahelyei, mint a perszonalizáció, a szolgáltatások ellenőrzése és követése, az elemzés és értékelés munkaállomásai és adatbázisai. A rendszerhez a TB-IKP-és szolgáltatásai mellett a SafeBox típusú védelmi rendszerek is hozzátartoznak. Ugyancsak főrezidens munkaállomásokra van szükség a főigazgatóságok az ún. "másodfokú" ügyintézés ellátására.

A TB-IKR munkahelyi típus-konfigurációi nem merev struktúrák, hanem az adott társadalombiztosítási szervezet lokális feladataihoz igazodnak. Az egészségügyi ellátási rendszer TB-IKR-hez kapcsolódó munkaállomásai hasonló típusúak lehetnek nem csak a feltétlenül biztosítandó kompatibilitás, hanem a feladatstruktúrák hasonlósága miatt is. Ha a kezdetben nem is, de később a szolgáltatás-követés, elemzés érdekében ezeknek az összekapcsolására is szükség van.

Az egészségbiztosítási szervezetéhez nem tartoznak ugyan az egészségügyi ellátási rendszer különböző szintjei (alapellátás, szakorvosi járó- és fekvőbetegellátás), de aligha vitatható, hogy a TB-IKR és a gyógyító-megelőző, a népegészségügyi információrendszerek szoros együttműködést kell biztosítani. A rendszer elhatározott (ill. még elhatározandó) céljaitól függ, hogy milyen mértékben valósul meg a funkciók sora és milyen mértékben kell ehhez bekapcsolni az egészségügyi ellátási rendszert. Annyi bizonyos, hogy ez a lépés csak halasztható (nem túl hosszú ideig!), de meg nem kerülhető.

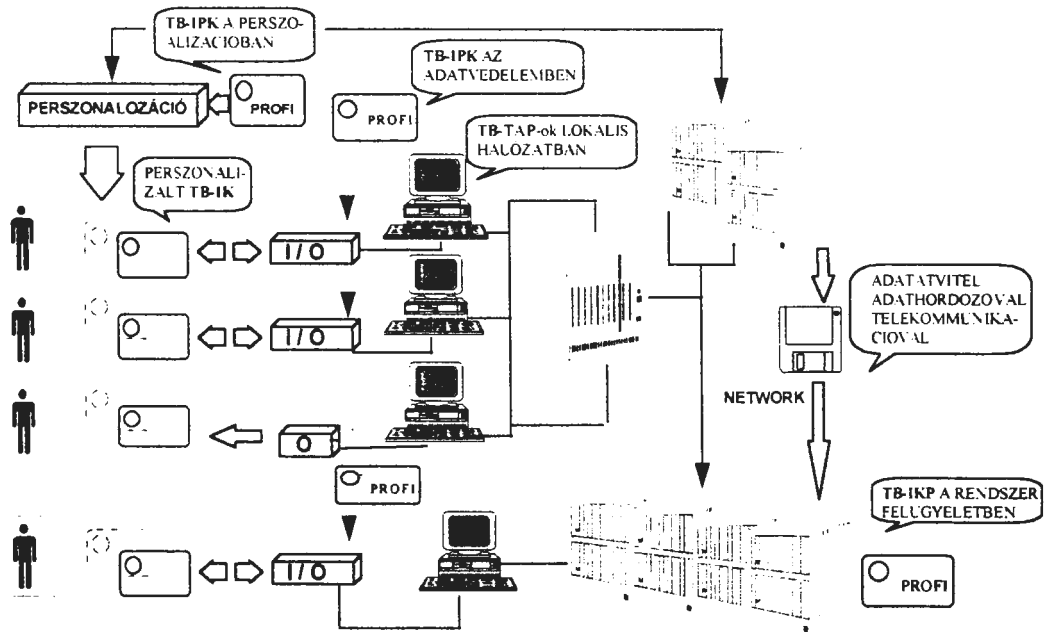
Összefoglalólag levonható az a következtetés, hogy az egészségügyi informatikában a kutatások, fejlesztések, rendszermegvalósítások célja a páciens megbetegedésének megelőzése, a beteg szövődménymentes meggyógyítása érdekében végzett orvosi, ápolási tevékenység közvetlen informatikai támogatása. A célok teljesülésének garantáltnak megfelelő eszköze az intelligens kártya és a köré szerveződő alkalmazói rendszerek. Úgy véljük, hogy a feladat a kétségtelenül növekvő veszteségek biztos prognózisával egyetemben halasztható ugyan, de maga a megvalósítás nem kerülhető meg.

A rezidensi és főrezidensi munkaállomás funkcionális modelljét a következő ábrák vázolják fel:



**REZIDENS MUNKAÁLLOMÁS TÍPUSKONFIGURÁCIÓJA
KIFIZETŐHELY, KIRENDELTSÉG**

4. számú ábra: A TB elKR rezidens állomás funkcionális modellje



**FŐREZIDENS MUNKAÁLLOMÁS TÍPUSKONFIGURÁCIÓJA
MEGYEI (FŐVÁROSI) IGAZGATÓSÁGOK, NYUFIG, OEP**

5. számú ábra: A TB elKR főrezidens állomás funkcionális modellje

Bibliográfia (ajánlott szakirodalom):

- Simon Pál, Naszlady Attila; *Elektronikus adathordozók az egészségügyi ellátásban*. Honvédorvos, 3, 1983.
- Naszlady Attila, Simon Pál; *Korszerű személyi egészségügyi adathordozó felépítése és működése. - MEDINFORM. II. Egészségügyi Informatikai Vándorgyűlés, Szekszárd, 1983. május 5-6.*
- Római Tibor, Simon Pál, Naszlady Attila, Gulyás Imre; *A mikroprocesszoros memóriakártya egészségügyi felhasználása*. Mikroprocesszorok alkalmazása az orvostechikában. Esztergom, 1983. október 6-7.
- Simon Pál, Naszlady Attila, Horváth Attila; *A MEDINFORM, a sürgősségi ellátás információrendszere*. Magyar Mentésügy, 1984. 4. 2. 59-66.
- Simon, P., Naszlady, A.; *Memory Card - Micro Chip - in Primary Health Care*. MEDINFO'86, IIFIP - IIMIA. Washington D.C. 1986. Elsevier Science Publishers B. V. North Holland (eds.; R. Salamon, B. Blum, M. Jorgensen), Proceedings; pp 11015-11019.
- Simon Pál; *"Memóriakártyák alkalmazási lehetőségei az egészségügyi alapellátásban"*. Népegészségügy, 1986. 67.3. 147-157.
- Simon P. - Naszlady A.; *Primary Health Care in Hungary, System Analysis of Ambulatory Care in Selected Countries*. Springer - Verlag, Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo 1987. 170 p.
- Simon Pál; *"Az informatika szerepe az alapszintű sürgősségi ellátásban"*. Medicus Universalis. XXII/4. 211-212. 1989.
- Pál Simon; *"The Modernization of Health Informatics in Hungary"*. International Symposium of Medical Informatics and Education. R. Salamon, D. Protti, J. M. Moehr (editors) University of Victoria. B. C. Canada, Proceedings; pp. 54-58. 1989.
- Simon Pál; *"Osztott adatbázisok szerepe a preventív medicinában"*. Neumann János Számítógéptudományi Társaság IV. Országos Kongresszusa, Pécs, 1989. II. 28. - IV. II. Adatbázisok és adatbázis szolgáltatások. 216-222. o.
- Dr. P. Simon, Dr. J. Simon (Ms); *"Problems of the Privacy in the Medical Informatics"*. MIE'90 Proceedings, Glasgow, Scotland, August 20-23. 1990. Springer-Verlag. pp. 620-622.
- Simon, P.; *About the "Keyfunction of the Patient Card"*. Symposium on Clinical Uses of Patient Card. Reading, England. October 10-11. 1991. Proceeding (Workbook); pp. 51-55.
- Dr. L. Morva, Dr. P. Simon; *"The Problems of Developments of an Emergency Information System in Primary Health Care"*. ESCTAIC'90, Goldegg Castle-Salzburg, Austria, October 24-27, 1990.
- Naszlady, A., Simon, P.; *How to compress medical data in memory card*. 3rd Global Conference on Patient Card. 12-15. March. 1991. Spain Proceedings; pp. 272-275.
- Pál Simon, Dr., MD, Ph.Sc.; *"The Problems of Developing Telemedicine in Hungary"*. First International Conference on Medical Aspects of Telemedicine. University Hospital Tromsø - Norwegian Telecom Research, Tromsø 20th-22nd May, 1993. Abstracts; p. 47.
- Ferenc Perner; *Activ memory card in the patient care*. Congress of Hungarian Hospital Association. April 14-15, 1994. Balatonfüred.
- Z. Nagy, P. Simon, E. Sipos (Ms), Gy. Kozmann; *The main elements of information system of the National Stroke Program (Smart Card-Telecommunication-Knowledge bases)* MEDINFO 95 Proceedings. R. A. Greenes et al. (editors)© 1995 IIMIA. Pp 1496-1499.
- Simon Pál; *Osztott adatbázisok szerepe az egészségügyi, egészségbiztosítási rendszerekben*. Magyar Adatbázisforgalmazók VI. konferenciája és Kiállítása. 1996. október 28 - november 11. Budapest. Programfüzet; 57. o.
- O. P. Schaefer; *World Review: Health Cards'97* L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 3-6.
- H. Doare; *The European overview: Health Cards'97* L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 7-8.
- J. R. Zimmermann; *Healthcare Chip Card Technology in North America*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 9-10.
- T. Takahashi; *The Prospects of Health Cards in Asia*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 11-15.
- O. Rienhoff; *can Medical Informatics deliver? - How Useful is the Present Communication Infrastructure in Health Care?* Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 19-22.

- J. Sembritzki: *German Patient Cards - From administrative to medical data - Harmonization and Standards*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 31-39.
- B. Kramberger, M. Toth and M. Suselj: *Introducing the card technology in the Slovene health care system*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 60-66.
- K. Neuwirt, P. Damborsky, J. Ochozka and T. Tripovsky: *Project "MACHA" - health card pilot application in the Czech Republic*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 67-70.
- D. C. Markwell: *Healthcard Interoperability*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 197-205.
- V. Böhm, R. Engelbrecht, R. Sulzmann, w. Moser and J. Sembritzki: *The DLABCARD Server Architecture*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 257-261.
- H. Parent: *The new ISO 7816-7 chapter, a great Opportunity for Standardization in Healthcare*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 262-264.
- M. Gallagher: *The development and implementation of a pan European Healthcard in nine countries*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 281-288.
- J. Sembritzki and G. Brenner: *Introduction of a Patient Data Card into outpatient medical care and the pharmacy sector (CARDLINK test site Koblenz)*. Health Cards'97 L. van den Broek and A. J. Sikkel (Eds.) IOS Press, 1997, pp 292-301.

Dr. Simon Pál, Templar Partnership Company,
 1114 Budapest, Szabolcska Mihály u. 5.
 Tel/Fax: (1) 385-6303

TARTALOM

Előszó	2
A XXI. Neumann Kollokvium rövidített programja	3
KALMÁR ELŐADÁS	12
Számítógépek a neurobiológiai kutatásban	13
KÜLFÖLDI MEGHÍVOTT ELŐADÓK	23
Computer-Assisted Detection of Ovarian Follicles Based on Ultrasound Images	24
KÓRHÁZI INFORMÁCIÓS RENDSZEREK	35
HospNet technológia	36
Korszerű technológiák az SMS vezető információs rendszerében	40
INTELLIGENS MÉRŐRENDSZEREK, JELFELDOLGOZÁSI TECHNIKÁK	42
Járás, futásvizsgálatok hazai lehetőségei a Magyar Testnevelési Egyetem és a BMÉ keretein belül	43
Patkányokon elhelyezett marker-elrendezések felismerése	49
Izomaktivitások és a mozgás kinematikai jellemzői közti kapcsolat dystoniás gyerekek végtag-mozgásakor	53
An approach on recognition, separation and classification from ECG recordings	55
Cardiac arrhythmia detection using the Kalman filter	59
KÉPFELDOLGOZÁSI MÓDSZEREK	62
Vékonyító algoritmusok 3D orvosi képekre	63
Pont alapú regisztráció, képfúzió	67
Tapasztalatok a DICOM szabvánnyal a SZOTE-PACS-ban	71
Lossy Compression of Medical Images with Information Enhancement	74
Valósidejű képátviteli rendszerek orvosi alkalmazásai	78
Kvantitatív vizsgálatok a nukleáris medicinában; Normál kotroll meghatározásának matematikai módszere	82
Eseményfelismerés szívfalmozgás defektusokra ultrahang ekhokardiográfias képeken	86
MODELLEZÉS	90
A matematikai modellek szerepe az idegrendszerkutatásban	91
Szimulációs modell a repolarizáció vizsgálatára	95
Statisztikai és modell vizsgálatok a testfelszíni potenciáltképek variabilitásának megértéséhez	99
Érfal viszkoelasztikus viselkedése nyújtás hatására	104
Lakossági sugárterhelés előrejelzésére alkalmas radioökológiai modellek validálása	107
Nukleáris beavatkozások költség-optimalis tervezése Matlab-Simulink rendszerrel	110
EGÉSZSÉGÜGYI INFORMATIKA	115
Kórházi információrendszerek Magyarország, 1998.	116
Statisztika és térinformatika a minőség- és költségelemzést támogató adatbázis funkcióhoz:	121
"Patrek" projekt - adatbázis funkciók	
Transzportábilis páciens rekord az egészségügyi ellátás minőség- és költségelemzésének támogatására:	124
"PATREK" PROJEKT - REKORD FUNKCIÓK	
Egészségügyi informatikai szabványosítás	128
A népegészségügyi információrendszerek alapjai	131
Az intelligens egészségügyi kártyarendszer bevezetésének lehetőségei; Egy lehetséges magyar megközelítés	135
Az egészségügyi adatvédelem szabályozása	138
Központi kódolási rendszer a HIETE-n	142
Internetes technológiák használata kórházi információs rendszerünkben	144
Egy telemedicinális alkalmazás: EKG bázisú kardiológia	147
EPIDEMIOLOGIA	151
Stroke epidemiológiai vizsgálatok Magyarországon; Eredmények és módszertani nehézségek	152
Keringési betegségek indikátor diagnózisai prevalencia elemzése	153
A tüdőrák, -tbc-s megbetegedések korai szűrésének informatikai rendszere	157
DNS diagnosztika; a XXI. Század vizsgáló eljárása	164
A Chlamydia trachomatis fertőzés gyakorisága és lehetséges zoonotikus forrásainak meghatározása epidemiológiai módszerekkel	167
POSZTER	170
Internet-es orvosi tudásellenőrző programrendszer - Dr. Quiz	171
Body composition analysis based on the impedance method	175
Menedzsment informatikai "Rubik-kocka" Háromdimenziós megoldás AMIS/AS400-as környezetben	179
Orvosi szövegek adatbázis alapú látnis szemantikai elemzése	182
Internet-Intranet hálózaton működő távoktatási rendszer EduSystem	185
Magyar nyelvű BLISS program a kommunikációban hátrányos helyzetűek megsegítésére	189
Egy intelligens mérőegység biológiai jelek méréséhez, feldolgozásához	193
A repolarizáció jellemzése átlagérték jel alapján	196
Döntést támogató szakértői rendszer az aromaterápiában	200
A Kórházvezetést Támogató Információs Rendszer (KITI) menedzsmentje a Kamézy Gyula Kórházban	205
TUTORIÁLOK	207
Informatikai rendszerek alkalmazása a kontrollig és minőségbiztosítás megvalósításában	208
Nemzetközi szabványok az egészségügyi software minősítés terén - az ISAB tevékenysége az elmúlt 2 év során	210
Az orvosi kódrendszerek korszerű alkalmazása	212
Az egészségügyi - orvosi - informatika elmélete és módszertana, az ellátás folyamata, előszabványok alkalmazása	220
Intelligens kártyarendszerek az egészségügyi ellátásban (védelem, kulcsfunkciók, osztott adatbázisok, alkalmazások)	232
TARTALOMJEGYZÉK	244

132

.39>

• *ilt*

• *ilt*

• *ilt*

• *ilt*

• *ilt*

)
> i
)

• *ilt*

• *ilt*

• *ilt*

• *ilt*

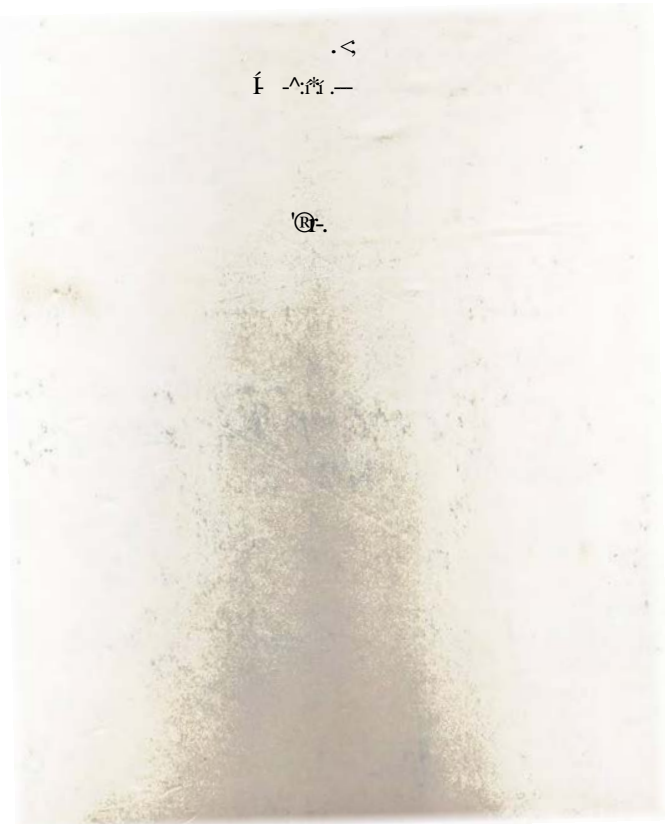
• *ilt*

V.

*



Si • i



í ^ 2 1

©.

1-
..T-

flfs...
*

MV'

-W

m