



XXII. Neumann Kollokvium

A számítástechnika orvosi és biológiai alkalmazásai

Veszprém, 2000. november 9-10.

Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvosbiológiai Szakosztály
Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék
VEAB Egészségügyi Informatikai Munkabizottság

A SZÁMÍTÁSTECHNIKA ORVOSI ÉS BIOLÓGIAI ALKALMAZÁSAI

A XXII. NEUMANN KOLLOKVIUM KIADVÁNYA
2000. november 9-10., Veszprém

A Kollokvium támogató szervezete
Magyar Egészségügyi Informatikai Társaság

A kollokvium elnökei:

Dr. Kozmann György
NJSzT Orvosbiológiai Szakosztály

Prof. Dr. Naszlady Attila
EFMI alelnök

A kiadványt szerkesztette:
Dr. Kozmann György és Szokolczai Krisztina

Előszó

A Szervező Bizottság nevében örömmel nyújtom át a XXII. Neumann Kollokvium résztvevőinek a 2000 november 9-10 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság Székházában megrendezésre kerülő ülészak programját és előadásait tartalmazó kötetet.

Előzetes adataink szerint, a korábbi Kollokviumhoz viszonyítva, a jelen rendezvény aktív és passzív résztvevőinek száma csökkent. Fájó példaként megemlítem, hogy az 1998-as Kollokvium 50 szóbeli prezentációjával szemben az idei rendezvény előadásainak száma mindössze 40, ezért az eredetileg tervezett 3 napos rendezvény időtartamát 2 napra kellett csökkentenünk, nem szervezhettünk poszter szekciót és kiállítást sem. A visszaesés mellett megjelentek a megújulás jelei is. Fontos tény, hogy minden eddiginél nagyobb számban jelennek meg a Kollokviumon kiváló képességű fiatal kutatók, a pályájuk elején álló egyetemi hallgatók, doktoranduszok. Megújulás jelei láthatók a kialakult tematika alapján is. Olyan fontos, és korábban nem jellemző témakörök jelentek meg mint a hátrányos helyzetűek (gyerekek) segítségét kitűző multimédia alkalmazások, valamint a telemedicina. Nagy súllyal van jelen az oktatás. Több szekció programjában találunk igazi fejlődésre utaló új gondolatokat (pl. modellezés, jelfeldolgozás). Folytatódtak fontos hagyományok, így az idén már harmadik alkalommal szerveztük meg a fiatal kutatók versenyét, ahol több résztvevő jelent meg mint korábban.

A pozitív jeleknek különösen nagy fontosságot kell tulajdonítani most, amikor a NJSZT Orvosbiológiai Szakosztály kapta meg a 2002-es nagy európai kongresszus, a MIE'2002 szervezési jogát. Nyilvánvaló, a sikeres kongresszus egyik mércéje az lesz, hogy a hazai kutatók milyen szakmai hozzájárulást tudnak adni a programhoz.

A NJSZT Orvosbiológiai Szakosztály fontos missziójának tartja, hogy a jelen rendezvényen bemutatott kutatási eredmények alapján elősegítse már a jövő évi MEDINFO'2001 világkonferencián a sikeres magyar részvételt és ezt követően szakmai oldalról sikerre vigye az MIE'2002 rendezvényt.

Az előttünk álló nagy munkában vannak hatékony segítők az Orvosbiológiai Szakosztálynak. Fontos eredménynek tekintjük, hogy idén létrejött az MTA Orvostudományi Osztályán belül az Orvosi Informatikai Munkabizottság, és ugyancsak megkezdte munkáját a Veszprémi Akadémiai Bizottságon belül, a jelen Kollokviumot is támogató Egészségügyi Informatikai Munkabizottság. Munkánkban támaszkodunk társszervezeteinkre és az orvosi/egészségügyi informatikai területen működő Ph.D. programokra is.

Végezetül a Kollokvium előkészítő munkálataiban kiemelkedő munkatársak közül külön köszönetemet fejezem ki Szakolczai Krisztinának, aki a szervezési, kiadvány szerkesztési munka dandárját végezte. Köszönet illeti a VEAB szervezetét, a Kollokvium kellemes körülményeinek, történelmi hangulatot idéző háttérének biztosításáért, a Soros Alapítványt és a Nokia Hungary Kft-t, a VE Információs Rendszerek Tanszékét az infrastruktúra hiányzó elemeinek térítésmentes biztosításáért. Köszönöm továbbá a NJSZT munkatársai és Bolgár Andrea munkáját.

Veszprém, 2000. november 2.

Dr. Kozmann György
a Szervező Bizottság elnöke

A XXII. NEUMANN KOLLOKVIUM PROGRAMVÁZLATA

2000. NOVEMBER 9. CSÜTÖRTÖK

14.00-18.00	Regisztráció	
15.00-15.15	A konferencia megnyitása	
15.15-16.00	Kalmár előadás	
16.00-16.45	Felkért előadók	
17.00-18.30	Modellezés	Multimédia az orvoslásban
19.00 -	Állófogadás	

2000. NOVEMBER 10. PÉNTEK

8.00-9.00	A Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvosbiológiai Szekciójának éves közgyűlése	
9.10-11.00	Biometria és epidemiológia	Oktatás
11.20-11.50	Kódolás	Egészségügyi jelfeldolgozás
11.50-13.45	Ebédszünet	
13.45-15.15	Telemedicina	Kerekasztal az orvosi informatikai szabványosításról
15.30-16.40	Informatikai alkalmazások	
17.00-17.20	Záróünnepély , Fiatal Kutatók Versenye Díjkiosztás	
17.20-18.00	A Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvosbiológiai Szekciójának éves közgyűlése (határozatképtelenség esetén megismételve)	

A XXII. NEUMANN KOLLOKVIUM RÉSZLETES PROGRAMJA

2000. november 9. csütörtök

- 14.00-18.00 Regisztráció
- 15.00-15.15 **A konferencia megnyitása**
- 15.15-16.00 **Kalmár előadás**
Prof. Dr. Hantos Zoltán
Szegedi Tudományegyetem, Orvosi Informatikai Intézet
A légzőrendszer mechanikája: paradigmák, mérés technika, modellezés
- 16.00-16.30 Horváth Mihály, Németh László:
Korai számítástechnikai kezdeményezések a Balatonfüredi Szívkórházban.
- 16.30-16.45 Jobbágy Ákos:
Orvostechnikai oktatási programok harmonizációja
- 16.45-17.00 Kávészünet
- Az "A" szekció programja
- 17.00 –18.30 Modellezés**
- A szekció elnöke: Hantos Zoltán**
- 17.00 -17.15 Laczkó József, Fazekas Csaba, Kozmann György:
Emberi karmozgások jellemzése az ízületi elfordulások közötti kapcsolat stabilitásával
- 17.15 - 17.30 Fazekasné Kis Mária:
Idősor analízis alkalmazása halálozási okok adatainak elemzésére
- 17.30 - 17.45 Fazekas Csaba, Győri István:
A kompartment rendszerek farmakológiai alkalmazhatósága és identifikálhatósága
- 17.45 - 18.00 Kocsis László, Jurak Mihály:
Karmozgások jellemzésére használatos kinematikai paraméterek áttekintése
- 18.00 - 18.15 Orosz Miklós, Molnárka Győző, Nádasy György, Raffai Gábor, Monos Emil:
Érfalban ébredő mechanikai feszültség vizsgálata egyszerű viszkoelasztikus modell segítségével.
- 18.15 - 18.30 Kocsis László, Tóth András, Fazekas Gábor:
Féloldali bénultak felső végtagjának gyógytornáztatása ipari robottal

2000. november 9. csütörtök

- 17.00 –18.30 A "B" szekció programja
Multimédia az orvoslásban
A szekció elnöke: Tarnay Katalin
- 17.00 -17.15 Síkné Lányi Cecília, Simon Csaba, Papp Zoltán :
Magyarnyelvű oktatói segédprogramok a BLISS nyelvhez
- 17.15 - 17.30 Szabó Julianna, Csuti Péter, Páll Attila, Síkné Dr. Lányi Cecília,
Molnárné Lányi Ágnes:
*Multimédiás képességfelmérő alkalmazás halmozottan fogyatékos
mozgássérült gyermekek számára*
- 17.30 - 17.45 Kosztyán Zsolt, Hogyor András, Síkné Dr. Lányi Cecília, Molnárné
Lányi Ágnes:
*Halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek számára készült
MEMORY játék számítógépes programja*
- 17.45 - 18.00 Lang Zoltán, Síkné Dr. Lányi Cecília, Dr. Lányi Zsuzsanna:
*Multimédia a látásfejlesztésben (Látásfejlesztő multimédia program az
óvodáskorú gyengénlátó gyermekek korai fejlesztésében)*
- 18.00 - 18.15 Sándor Norbert, Várady Géza, Síkné Dr. Lányi Cecília, Molnárné Lányi
Ágnes:
*Halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek vizsgálatára készült
RAVEN teszt számítógépes programja*
- 18.15 - 18.30 Balogh N., Kerkovits G., Karlócai K., Horváth L. , Endersz F., Vecsey T,
Lupkovics G, Wrana Gy, J. Riesmier, M. Eichelberg, D. Lemoine, J.
Punis:
*Kardiológiai ultrahang és angio multimédia leletek DICOM3 alapú
telekommunikációja az Interneten*
- 19.00 - 22.00 **ÁLLÓFOGADÁS A VEAB PINCÉJÉBEN**

2000. november 10. péntek

8.00 - 9.00

**Neumann János Számítógép-tudományi Társaság
Orvosbiológiai Szekciójának éves közgyűlése**

9.10 - 11.00

Az "A" szekció programja

Biometria és epidemiológia

A szekció elnöke: Dinya Elek

9.10 - 9.25

Boda Krisztina, Kozinszky Zoltán, Balogh Zsolt:

Többváltozós regressziós modellek alkalmazása orvosi kutatási adatokra statisztikai programrendszerekkel

9.25 - 9.40

Kozinszky Zoltán, Boda Krisztina, Bártfai György:

Terhességmegszakítást kérők fogamzásgátlási szokásainak elemzése logisztikus regressziós analízis segítségével

9.40 - 9.55

Horváth Gábor:

Anesztéziai balesetek szisztematikus tanulmányozása a Teleonika segítségével

9.55 - 10.10

Nyári T., Cseh I., Woodward M., Szöllösi J., Deák J., Arzese A.:

HPV szűrés Magyarországon tünetmentes, női populációban

10.10 - 10.25

Orosz Miklós, Keresztfalvi László, Kékes Ede, Kozmann György:

Vérnyomás jel és szívritmus variabilitás tulajdonságok ambuláns mérések alapján

10.25 - 10.40

Kozmann György, Kékes Ede, Szokolczai Krisztina, Szász Károly:

Kardiológiai vizsgálóeljárások statisztikai tulajdonságai, költséghatékony vizsgálati stratégiák

9.10 - 11.00

A "B" szekció programja

Oktatás

A szekció elnöke: Kékes Ede

9.10 - 9.25

Jávor András:

Elektronikus hallgatók az orvosegyetemeken

9.25 - 9.40

Kovács Judit, Dr. Balkányi László, Dr. Kékes Ede

Egészségügyi informatika a felsőoktatásban – Az új évezred kihívásai

9.40 - 9.55

Halmi Lászlóné dr. Formanek Mária:

Az Egészségügyi Informatika megjelenése a BME KKMFI MAI

Orvostechnikai készülékek és rendszerek modul oktatásában

9.55 - 10.10

Balkányi László, Kovács Judit:

Tudás-kezelés, ismeretprezentáció az Orvosi Szakmai Kollégiumok

részére - IKTA kutatás-fejlesztési projekt - első lépések

10.10 - 10.25

Daragó László:

Szükség van-e az egészségügyi informatikusra?

10.25 - 11.00

Nyilvános vita

11.00 - 11.20

Kávészünet

2000. november 10. péntek

Az "A" szekció programja

11.20- 11.50

Kódolás

A szekció elnöke: Balkányi László

11.20- 11.35

Héja Gergely, Surján György:

Kódtáblák konzisztencia-vizsgálata neurális hálózatokkal

11.35- 11.50

Surján György, Héja Gergely:

Vektor-tér alapú fél-automatikus kódolási módszer

A "B" szekció programja

11.20- 11.50

Egészségügyi jelfeldolgozás

A szekció elnöke: Kozmann György

11.20- 11.35

Czinege László, Benyó Zoltán:

EEG jelek autoregresszív modellezése agyi ischaemia vizsgálatára

11.35- 11.50

Papp Viktor Marcell:

Alvásfázis detektálás idő-frekvencia analízissel

11.50-13.40

Ebédszünet

Az "A" szekció programja

13.45 - 15.15

Telemedicina

A szekció elnöke: Kozmann György

13.45 - 14.00

Mógor Emil, Vassányi István, Szakolczai Krisztina, Tarnay Katalin:

Kardiológiai adatbázis mobil elérése

14.00 - 14.15

Harmatné Medve Anna, Drozdik Béla, Mógor Emil, Vassányi István,
Tarnay Katalin:

Kardiológiai adatbázis mobil elérésének formális leírása

14.15 - 14.30

Dinya Elek:

Klinikai vizsgálatok, távadatátvitel

14.30 - 14.45

Pongrácz Ferenc., Truppe M.:

Regisztrációs algoritmusok sebészeti tervező/navigációs rendszerekben

14.45 - 15.00

Balogh Nándor:

Az XML lehetőségei a magyar egészségügyi informatikában

2000. november 10. péntek

- 13.45 - 15.15 A "B" szekció programjában
Kerekasztal az orvosi informatikai szabványosításról
Moderátor: Naszlady Attila
Balkányi László:
CEN szabványok implementációjának tapasztalatai a KTI programban
Surján György:
A hazai egészségügyi informatikai szabványosítás perspektívái
Kincses Gyula:
Kormányzati elgondolások elvárások, elvárások
Simon Pál:
*Szabványok alkalmazása egészségügyi adathordozó kártyák
használatában*
Weltner János:
*Az anya neve sem ismer ra a neve anyjara - A magyar egészségügyi
minimal basic data set kérdései*
- 15.15 - 15.30 Kávészünet
- 15.30 - 16.40 **Informatikai alkalmazások**
A szekció elnöke:
- 15.30 - 15.45 Bognár Vilmos:
Polgárcentrikus szolgáltatások az egészségügyi telematikában
- 15.45 - 16.00 Bordás István, Hevesi László:
Egészségügyi adatvagyron leltár készítése
- 16.00 - 16.15 Békési László:
*Az Országos Egészségbiztosítási Pénztár informatikai rendszerének
átalakítása. Felkészülés az intelligens egészségügyi kártya
alkalmazására.*
- 16.15 - 16.30 Simon Pál:
Az Intelligens Multifunkcionális Orvos Kártya - IMOK
- 16.30 - 16.40 Simon Pál előadása
- 16.40 - 17.00 Kávészünet
- 17.00 - 17.20 **Záróünnepély , Fialat Kutatók Versenye Díjkiosztás**
- 17.20 - 18.00 **Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvosbiológiai
Szekciójának közgyűlése (szavazóképtelenség esetén ismételt)**

Előadások kéziratai

Emberi karmozgások jellemzése az izületi elfordulások közötti kapcsolat stabilitásával

Laczkó József^{1,2}, Fazekas Csaba², Kozmann György²
Simmelweis Egyetem, Biomechanika Tanszék, Budapest¹
Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék, Veszprém²

Absztrakt

Síkbeli emberi karmozgásokat vizsgáltunk. Kísérleteket végeztünk, amelyek során a karmozgások kinematikai jellemzőit mértük az APAS (Ariel Performance Analyzis System) mozgáselemző rendszer segítségével.

A kísérleti alanyok célt elérő karmozgást végeztek. A feladat az volt, hogy a kar egy kezdeti helyzetéből indulva a kezükben tartott kis pálcával egy adott célpontot érintsenek meg amely a test előtt helyezkedett el. A kar és az elérni kívánt pont a mozgás kezdetekor egy közös síkban helyezkedett el és a mozgások során a kar közelítőleg ebben a síkban maradt. A váll-, a könyök- és a csukló- izületek pozíciójának koordinátáit videokamerákkal rögzített film digitalizálásával nyertük. Az izületekben létrejövő elfordulásokat ezen koordinátákból számítottuk

Egy kar helyzetét minden mintavételi pillanatban három izületi szöggel (váll, könyök, csukló) jellemeztük. Ezen három szög rendezett sorozata három-dimenziós (3D) vektort ad minden pillanatban. Az összes ilyen vektor (lehetséges izületi-szög kombinációk) által alkotott teret izületi térnek nevezzük. A mozgást az izületi tér azon vektorainak halmazával jellemeztük, amelyek előfordultak a mozgás végrehajtásakor. A mozgás ismételt végrehajtása során adódó vektorok vizsgálata azt mutatta, hogy ezek a vektorok a 3D "izületi térben" közelítőleg egy két-dimenziós (2D) sokaságra illeszkedtek. E szerint az izületi szögek között egy viszonylag állandó kapcsolat van. Mivel az izületek száma nagyobb, mint a tér dimenziója, amelyben a mozgás lejátsszódik (2D), ezért elméletileg az izületi hajlásszögek végtelen sok kombinációja eredményezhetné ugyanazt a kéz-pozíciót és különböző izületi trajektóriák adnák a kar végpontjának ugyanazt a trajektóriáját. Eredményeink azonban azt sugallják, hogy egészséges karmozgások esetén az izületi térben mért trajektóriák az izületi tér egy 2D felületéhez közel maradnak. Olyan kísérleti alanyok mozgását is mértük, akik mozgás-rendellenességgel küzdenek. Ekkor az izületi trajektóriák a felületet átölő szélesebb sávot alkotnak tehát az izületek közötti kapcsolat változatossága nagyobb. Az izületi trajektóriák ilyen vizsgálata mozgás-betegségek diagnózisát segíti.

1. Bevezetés

A sokizületű mozgások területén az egyik legismertebb és leggyakoribb feladat a redundáns szabadsági fokokra vonatkozik, mely szerint akaratlagos mozgások folyamán a mozgás szabadsági fokainak száma (n) nagyobb, mint amennyi a mozgás végrehajtásához feltétlen szükséges lenne (n_0). Sokizületű rendszerek kinematikáját tekintve n egyenlő az izületek szabadsági fokainak összegével. Másrészt a mozgás munka-terének a 3-dimenziós Euklideszi fizikai térnek megfelelően általában $n_0=3$. Síkbeli mozgás esetén $n_0=2$.

Tegyük fel, hogy a központi idegrendszer megtervezi a végtag végpontjának fizikai térbeli trajektóriáját. Ekkor az idegrendszer n_0 egyenlet megoldásával áll szemben, amelyekben összesen n ismeretlen van ($n > n_0$). [5].

Az egyenletrendszer egyértelmű megoldásához további $n-n_0$ egyenletre lenne szükség, amely $n-n_0$ kényszert ró ki a rendszerre. Nem tudjuk, hogy a központi vezérlés (az idegrendszer) hány független változót szabályoz de biomechanikai, anatómiai és idegrendszeri kényszerek miatt a változók száma valószínűleg kisebb, mint n [2,5]. Így feltehető, hogy az izületi elfordulások nem függetlenül vezéreltek, hanem működési egységeket alkotnak a vezérlés szempontjából. Ugyanakkor a központilag vezérelt paraméterek száma lehet nagyobb, mint n_0 és ez a mozgás változatosságában tükröződik. Kérdés, hogyan azonosíthatók viszonylag stabil kapcsolatok az egyes biomechanikai változók pl. az izületi szögek között?

Ebben a közleményben emberi végtagmozgásokkal nevezetesen kar-mozgásokkal foglalkozunk. Bevezetjük a munkapont fogalmát, amely a legfontosabb pontja a végtagnak egy adott mozgás szempontjából. Például a munkapont lehet a mutatóujj végpontja valamely célra mutató mozgás esetén. Kísérletek mutatták, hogy az egyes izületek pályája kevésbé reprodukálható egy mozgás egymás utáni ismételt végrehajtása során, mint a munkapont pályája.

2. A szinergia fogalma

A szinergia egy szabály, amely központi vezérlő paraméterek közötti kapcsolatot jelent és ez ízületi elfordulások, illetve az ízületeket mozgó izmok aktivitása közti kapcsolathoz vezet. Így 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 jelentené, így csökkenti a szabályozandó független változók számát. Eredetileg ez a fogalom az egyensúly megtartását biztosító akaratlagos mozgásokban résztvevő izmokhoz érkező vezérlő jelek kombinációjára vonatkozott. Az izmok együttműködésének a feladata egy testrésznek, pl. egy végtag stabilitásának a biztosítása az egyensúlyra ható perturbációkkal szemben. [5, 6].

A szinergia fogalma azonban nem korlátozódott egyensúlyi feladatokra, hanem általában mozgási feladatokra vonatkozik. Lényegében minden akaratlagos mozgás során fellép a redundancia problémája, ami nyilvánvaló a perifériális pl. az ízületi kinematika szintjén de feltételezhető a központi idegrendszer szintjén is [1, 7]. A mozgás változatosága az egymás után végrehajtott kísérletek során szintén azt sugallja, hogy a központi idegrendszer szintjén több lehetőség van egy adott mozgási feladat megoldására.

A szinergia létezése részben megoldja a problémát: az ízületi elfordulásokat vezérlő paraméterek bizonyos csoportjait működési egységként kezeli. A szinergia egy viszonylag állandó kapcsolatot tükröz az ízületi elfordulások között, így jelentős lehet a redundanciából adódó feladatok megoldásában.

3. Kísérletek

Kísérleti személyeink egy széken ülve végezték a mozgásokat.

A kísérlet kezdetén karjuk függőlegesen lógott testük mellett. Előttük mellmagasságban elhelyezett tárgyat kellett a kezükben tartott rövid pálcával megérinteni majd a kart a nyugalmi helyzetbe, visszahelyezni úgy, hogy karjuk a szagittális síkban maradjon.

Minden kísérleti személy ismételten végrehajtotta a mozgást. A kísérlet során az első 10 mozgásról rögzítettünk adatokat. Ezután háromszázszor végrehajtották a mozgást majd újból felvettük 10 mozgás kinematikai adatait.

4. Kinematikai adatok felvétele és feldolgozása.

A váll- a könyök- és a csukló- ízületeket megjelölő markereket helyeztünk a bőrre. További markereket helyeztünk a célpont (a mozgás végén elérni kívánt pont) megjelölésére és a kézben tartott pálcika végére is.

Ezeknek a markereknek a koordinátáit mértük két kamerás Ariel Performance Analysis System-el (APAS) 50 Hz mintavételezési frekvenciával. Az X és Y koordinátatengelyek a horizontális síkban előre illetve oldalra mutattak a vállhoz viszonyítva, a Z koordináta tengely pedig függőleges volt. Ezekből a koordinátákból az APAS szoftverével számítottuk az ízületi hajlásszögeket.

A további számításokra MATLAB programokat fejlesztettünk.

A különböző ideig tartó mozgások (az első 10 és az utolsó 10) összehasonlítása érdekében az ízületi hajlásszög-változásokat idő szerint normalizáltuk és a mozgási idő minden egyes százalékában approximáltuk az ízületi hajlásszögek értékét a MATLAB spline toolboxa segítségével.

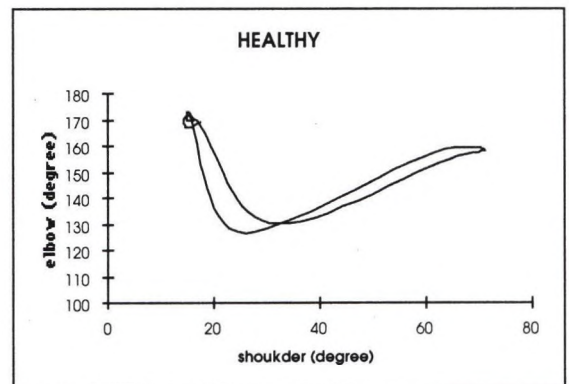
Az ízületi hajlásszögeket ezután egymás függvényében ábrázoltuk a mozgási idő megfelelő időpontjaiban (1-től 100-ig a mozgási idő minden százalékában)

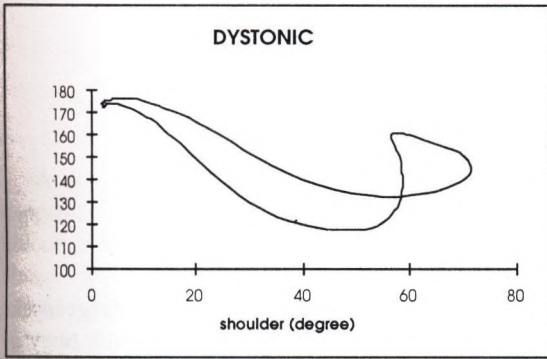
5. Eredmények

Az ismételten végrehajtott mozgások mozgásmintáit és variabilitását, vizsgáltuk. A variabilitás vizsgálata lehetőséget ad különböző populációk összehasonlítására és betegségek osztályozására [3]. Az 1. ábrán egy egészséges és egy mozgáskoordinációs betegségben (dystonia) szenvedő alany mozgásmintáját hasonlítottuk össze a kísérletben mért adatok alapján. Az egészséges kísérleti alany esetén az ízületi térben ábrázolt váll-könyök görbe "szélessége" kisebb, mint a dystoniás beteg esetén. A cél elérése és a karnak a nyugalmi állapotba történő visszahelyezése az ízületi térben közel azonos pályán történik. A pályák közötti eltérés a dystoniás beteg esetén nagyobb.

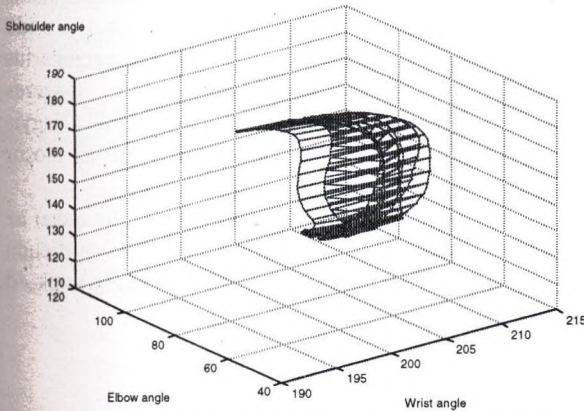
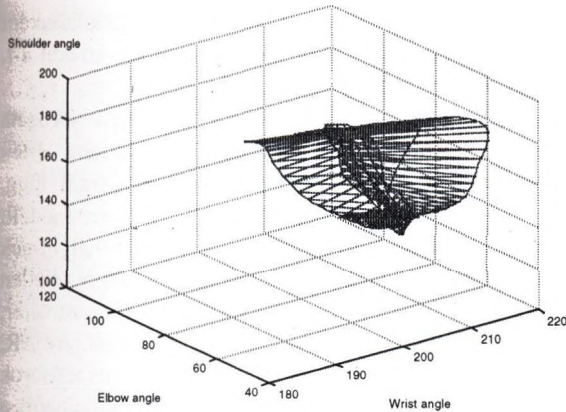
A 2. ábra a három ízületi szög egymáshoz való viszonyát mutatja a 3D ízületi térben.

Az ábrák egészséges alanyra vonatkoznak a mozgás gyakorlása elTM ill. után. Az ízületi pályák alkotta halmaz "szélességét" ($T(t)$) minden idTM pontban kiszámítottuk az alábbi képlet alapján.





1. ábra A váll és könyök ízületekben mért hajlásszögek egymás függvényében az egészséges és a dystoniás kísérleti alany esetén.



2. ábra A váll- könyök- és csukló-izületben mért[4] hajlásszögek egymás függvényében egészséges alany esetén gyakorlás előtt és után.

$$T^2(t) = \max \{ (as_i(t) - as_j(t))^2 + (ae_i(t) - ae_j(t))^2 + (aw_i(t) - aw_j(t))^2 \mid 1 \leq i \leq j \leq 10 \}$$

Ahol as_i , ae_i , aw_i a váll- könyök- ill. csukló-izületi szöget jelenti az i . mozgás végrehajtáskor. t pedig az időt jelöli a mozgás teljes idejének százalékában.

A halmaz maximális szélessége a mozgás végrehajtás során:

$$T_{max} = \text{Max} \{ T(t) \mid t = 1, \dots, 100 \}$$

T_{max} az ízületi térben mért távolságot jelent, amelyet fokban mérünk

A gyakorlás elTMtt: $T_{max} = 27.44$, gyakorlás után:

$T_{max} = 15.06$.

6. Összefoglalás

A mozgásnak az ízületi térben való ábrázolása mutatja, hogy ugyanannak a mozgási feladatnak sokszori végrehajtása során az ízületi szögek közötti kapcsolat hasonló. A mozgásszervek biomechanikai adottságai, tulajdonságai igen nagy változatosságot megengednek, de ezen tulajdonságok hatása tanulási, gyakorlási folyamat eredményeként igen stabilá válik. [4,8]. Egészséges esetben a mozgás gyakorlása után ez a kapcsolat stabilabbá válik, a mozgás változatossága kisebb lesz.

Az ízületi szögek közötti kapcsolat az ízületi térben szemléltetett ízületi trajektóriában tükröződik. Ez azt sugallja, hogy ez a kapcsolat idegrendszeri mozgászavarral küzdő betegek esetén kevésbé stabil.

A mozgásnak az ízületi térben való számszerű jellemzése a mozgás hatékonyságának megállapítására ad lehetőséget, amely finomabb, részletesebb értékelést ad, mint csupán a fizikai térben leírt mozgáspályák vizsgálata.

Készült a T029391 számú OTKA pályázat támogatásával.

Referenciák

- [1] Bernstein, N.A (1967). The co-ordination and regulation of movements. Oxford: Pergamon Press.
- [2] Hore J, Watts S, Vilis T (1992) Constraints on arm position when pointing in three dimensions: Donders' law and the Fick gimbal strategy. Journal of Neurophysiol 68:374-382
- [3] Laczkó J, Kozmann Gy, Herczegfalvi A. (1998): Izomaktivitások és a mozgás kinematikai jellemzői közti kapcsolat dystoniás gyerekek végtag-mozgásakor. A Számítástechnika orvosi és biológiai alkalmazásai. A XXI Neumann Kollokvium kiadványa Szerk. Kozmann Gy. és Szakolczai K.pp 53-54.
- [4] Laczkó J., Kozmann Gy., Tihanyi J. (2000): Quantitative characterisation of kinematic joint - synergies in limb movements. European Journal of Neurosciences, V. 12 Suppl. 11. p149.
- [5] Latash M.L.(1993): Control of Human Movement. Human Kinetics, Urbana IL.
- [6] Massion, J., 1992. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. Progress in Neurobiology 38, 35-56.
- [7] Morasso P. (1981): Spatial Control of arm Movements. Experimental Brain Res. 42:223-227.
- [8] Tihanyi J, Laczko J. (1997): Effect of neural factors on Force-Time curve characteristics. Soc. Neurosci. Abstr., Vol 23, Part 1., p 1050

Idősor analízis alkalmazása halálzási okok adatainak elemzésére

Fazekasné Kis Mária
Debreceni Egyetem, Debrecen

Absztrakt

Az isémiás szívbetegeég és a mellrák okozta halálzási arányok alakulását idősor elemzéssel mutatja be az előadás. Mindkét betegeég a vezetó halálzási okok között szerepel a magyar lakosság, illetve a nők körében. Autoregresszív integrált mozgóátlag (ARIMA) modellekkel és autokorrelációs (ACF) és keresztkorrelációs (CCF) függvények alkalmazásával a szerző azt vizsgálja, hogy a halálzási okokra külső környezeti tényezőknek a hatása lényeges-e?

Az elemzések alapján az isémiás szívbetegeég okozta halálzási esetében külső tényezők hatására lehet következtetni, a mellrák okozta halálzási esetekben ezt a hatást nem lehet kimutatni.

1. Bevezetés

Az idősor elemzés adatai közel egyenlő időközönkénti megfigyelések eredményei. A véletlen szerepét is figyelembe vevő idősorok, a *sztochasztikus idősorok* intenzív vizsgálatával az 1970-es években Box és Jenkins kezdett foglalkozni [1-2]. Magyar matematikusok is számos közleményben ismertették ehhez kapcsolódó eredményeiket [3-5].

Ezeket a módszereket számos esetben közgazdasági folyamatok elemzésére is felhasználták [6]. Egészségügyi alkalmazások is ismertté váltak. Vizsgálták, hogy nem fertőző betegeégek, illetve tumoros betegeégek okozta halálzási arányok milyen idősori modellekkel adhatók meg. Elemezték, vajon a környezeti tényezőknek van-e hatása e két betegeégcsoport okozta halálzási arányokra [7]. A levegőszennyeződés és a halálzási arányok alakulását modellezték sztochasztikus idősorokkal [8]. Összefüggést kerestek az influenza vírus terjedése és a szövödményes esetek halmozott előfordulása között [9]. Az említett modelleket a fentiekén kívül még több egészségügyi területen is alkalmazták. [10-11]. ARIMA modelleket hazánkban főként közgazdasági elemzésekhez használtak [12-13]. Halálzási adatok elemzéséről külföldi és magyar közleményekben számoltak be. [14-16].

Az előadás az *isémiás szívbetegeég és a mellrák* okozta halálzási adatok idősori modelljeinek paramétereinek becslését ismerteti. Autoregresszív integrált mozgóátlag modellekkel (ARIMA) és

autokorrelációs- és keresztkorrelációs függvények (ACF, CCF) felhasználásával elemzésre került, hogy a halálzási okok arányainak változására külső tényezők (pl. környezeti hatások) hatása lényeges-e.

2. Sztochasztikus idősori modellek

Legyen $z_t, z_{t-1}, z_{t-2}, \dots$ az egyenlő időközönkénti megfigyelt adatok sorozata, azaz egy idősor értékei a $t, t-1, t-2, t-3, \dots$ időpontokban. Legyen $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$ független, azonos eloszlású véletlen változók sorozata $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ eloszlással. Ha a z_t megfigyelési érték lineárisan az előző z_{t-1} értéktől és a véletlentől függ, akkor $z_t = \phi z_{t-1} + \varepsilon_t$, ahol ϕ paraméter. Az ilyen modellt elsőrendű autoregresszív modellnek, AR(1)-nek nevezik. Ha z_t kifejezhető a jelen és egy előző véletlen lineáris kombinációjaként, $z_t = \varepsilon_t - \theta \varepsilon_{t-1}$, ahol θ paraméter, ez elsőrendű mozgóátlag MA(1) modellt jelent. Az AR, MA, és az ARMA modellek az ún. stacionárius idősorok elemzésére alkalmazhatók. Ilyen idősorok jellemzői: a várható érték, a szórásnégyzet, az autokorrelációs együtthatók időben állandóak, azaz függetlenek a t idő változótól. Vannak olyan idősorok, melyek stacionárius idősorrá transzformálhatóak d -szeres differenciaképzéssel, rendszerint $d=0, 1, 2$. Vagyis $w_t = \nabla^d z_t$, ahol w_t stacionárius idősor, ∇ jelöli az idősor adataiból a differenciaképzést, azaz $\nabla z_t = z_t - z_{t-1}$.

Az AR, MA, és ARMA modellek speciális esetei az integrált p -rendű autoregresszív és q -rendű mozgóátlag modelleknek, azaz ARIMA(p, d, q)-nek. d differenciaképzést jelöli.

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

A fenti kifejezés szerint egy z_t idősort lehet modellezni az előző értékeiből és/vagy előző hibáiból.

Két idősor adatai közötti kapcsolatot a CCF fejezi ki. $A z_t$ és y_t idősorokra a CCF:

$$\rho_{zy}(k) = \text{cor}(z_t, y_{t+k}), \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$c_k = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} \left(z_t - \bar{z} \right) \left(z_{t+k} - \bar{z} \right)$$

k : az időkésleltetés. Az ACF az empirikus ACF-1 becsülhető:

c_k az empirikus autokovarianciákat jelöli [1-3, 19].

$$r_k = \frac{c_k}{c_0}$$

A két idősor közötti megfelelő sztochasztikus kapcsolatra a CCF felhasználásával nehéz következtetni, különösen ha mindkét sorozat önmagában autokorrelált. Haugh két lépésből álló módszert dolgozott ki ilyen jellegű idősorok elemzéséhez [17-18]. Először mindkét idősorra meg kell adni a megfelelő egyváltozós modellt, majd a stacionárius idősorra transzformálás után nyert fehér zaj folyamatokra, a rezídiumok sorozatára, meghatározható a CCF. Az autokorrelált sorozatból fehér zaj előállítását előszűrésnek nevezik.

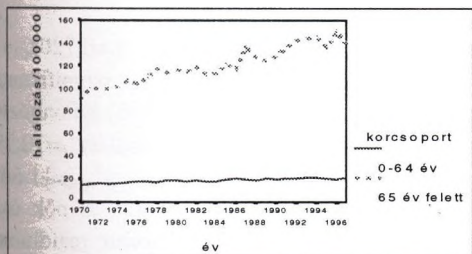
3. Halálzási adatok elemzése

Az elemzéshez felhasznált adatbázis a WHO kezdeményezésére készült, a magyarországi adatokat a Központi Statisztikai Hivatal szolgáltatta.

1970-től 1997-ig a fő halálzási okok adatai két korcsoportban 0-64 évig és 65 év felettiekre és összesítve szerepeltek, mindkét korcsoportban nőkre és férfiakra is. Az elemzések több halálzoki diagnózisra az SPSS programcsomag alkalmazásával történtek. Az eredményeket két jellemző példa mutatja be.

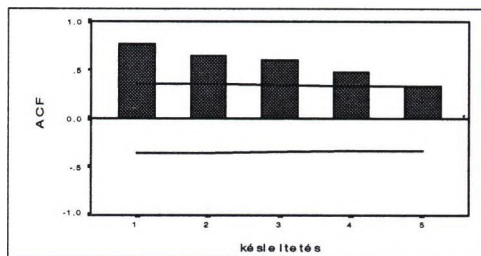
3.1. A mellrák okozta halálzási arányok összehasonlítása 0-64 éves és a 65 év feletti korcsoportokban

A megfigyelt időszakban a halálzási arányok alakulását az 1. ábra mutatja.



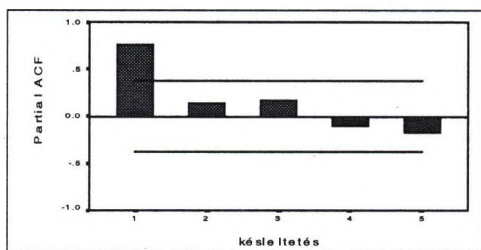
1. ábra. Mellrák okozta halálzási adatok a 0-64 éves és a 65 év feletti korcsoportokban.

A korcsoportok halálzási adatainak elemzése a Box-Jenkins féle modellezési eljárással történt [1-2]. Az ACF függvényértékek pozitív értéktől fokozatosan csökkentek (2. ábra).



2. ábra. A 0-64 éves korcsoportban a mellrák okozta halálzási adatok ACF -e.

A parciális ACF-nek (PACF) a $k=1$ késleltetésnél szignifikáns értéke volt, további késleltetések esetén a függvényértékek a konfidencia intervallumon belül maradtak (3. ábra).



3. ábra. A 0-64 éves korcsoportban a mellrák okozta halálzási arányok PACF-e.

Az ACF és a PACF függvények az első differenciaképzés után nem mutattak szignifikáns értékeket.

A két korcsoport idősorára AR(1) modell illesztése történt, melyeket a $z_t = \phi_1 z_{t-1} + \epsilon_t$ kifejezés jellemez. A ϕ_1 paraméter becslött értéke az idősor adataiból számított r_1 empirikus autokorrelációs együttható. A 0-64 éves korcsoportbeli nők halálzási arányát leíró sztochasztikus egyenlet $z_t = 0,762z_{t-1} + \epsilon_t$; $\sigma_N = \pm 0,179$; a 65 év felettiekre $z_t = 0,818z_{t-1} + \epsilon_t$; $\sigma_F = \pm 0,179$. [1-3]. σ a standard hibát jelöli. Az AR paraméterek nullától való szignifikáns eltérése t-próbával igazolható ($t_{0,64} = 6.269$ és $t_{65F} = -8.357$, $t_{0,05} = 2.776$).

Mindkét bemutatott elemzés esetében az autoregressziós folyamatok paramétereinek megbízhatósága többféle módon konstruált konfidencia intervallumokkal elemezhető [3, 4, 19].

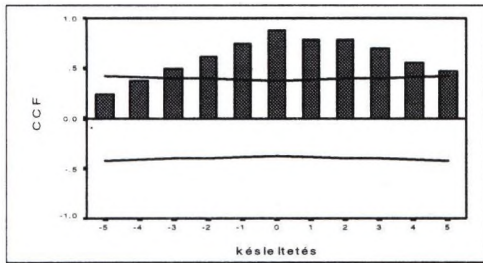
A rezídiumok autokorrelálatlanságának ellenőrzéséhez az egyedi autokorrelációk vizsgálata helyett ezek összességét lehet vizsgálni.

$$\hat{\chi}^2 = n * \sum_{k=1}^K \hat{r}_k^2(a)$$

A rezídiumok autokorrelációi eloszlásának közelítéseként használható a megadott kifejezés. Az autokorrelációk függetlenségük esetén közelítőleg (K-p-q) szabadságfokú χ^2 eloszlást követnek. Ha a modell

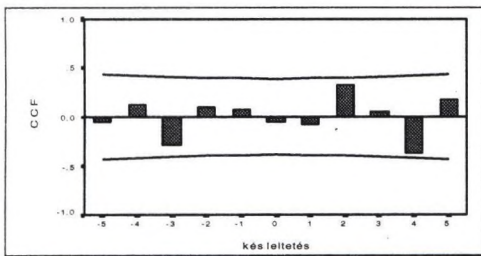
nem megfelelő χ^2 értéke erősen megnő. Az autokorrelációkból számolt χ^2 értékek ($\chi^2_{0,64}=6,56$ és $\chi^2_{0,05}=9,488$; illetve $\chi^2_{65F}=9,96$ és $\chi^2_{0,02}=11,668$) alapján autokorreláltságot nem lehetett kimutatni a fiatalabb korcsoportban 5%-os, az idősebb korcsoportban 2%-os szignifikancia szinten. Az idősor első differenciáiból számított együtthatók 5%-os szignifikancia szinten nem különböztek nullától, ezt t-próbával lehetett igazolni ($t_{0,64}=-0,506$; $t_{65F}=-0,800$; $t_{0,05}=2,776$). Az ellenőrzések alapján a választott modell helyesnek bizonyult [17-19].

Az alapadatokból képzett CCF szignifikáns együtthatói tág késleltetési tartományba estek (4. ábra).

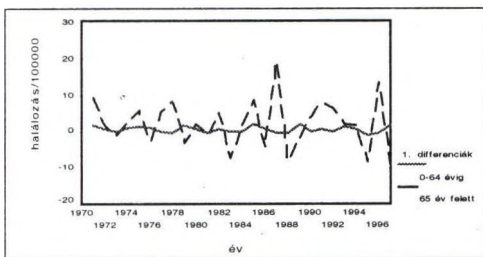


4. ábra. A mellrák okozta halálzási adatokból a 0-64 éves és 65 év feletti korcsoportok CCF-e az első differenciaképzés előtt.

Az első differenciák idősorából képzett CCF 95%-os megbízhatósági szinten nem mutatott szignifikáns értéket (5. ábra).



5. ábra. A mellrák okozta halálzási adatokból 0-64 éves és 65 év feletti korcsoportok CCF-e az első differenciaképzés után.

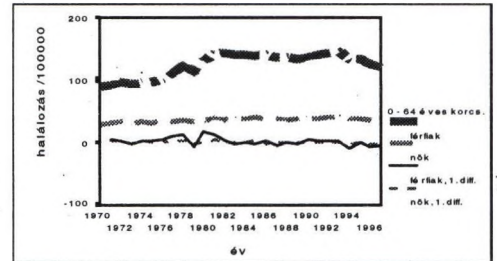


6. ábra. A mellrák okozta halálzási adatokból a 0-64 éves és 65 év feletti korcsoportok reziduumainak idősora.

A 6. ábra mutatja, hogy az idősor elemeinek eltérő a viselkedése, azaz az idősorban nincs „szinkronizáció”. A két idősorból előállított első differenciák sorozatában jelentős eltérések vannak.

3.2. Isémiás szívbetegeég okozta halálzási arányok összehasonlítása 0-64 éves korcsoportban férfiakra és nőkre

A 0-64 éves korcsoportokban a halálzási adatok változásai a 7. ábrán láthatóak.

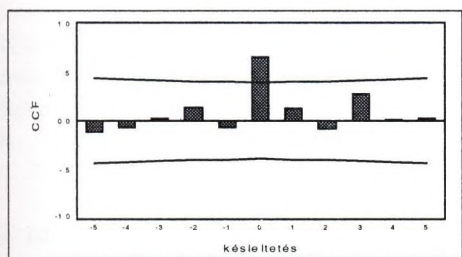


7. ábra. Az isémiás szívbetegeég okozta halálzási arányok 0-64 éves korcsoportokban férfiakra és nőkre. Az ábra alsó részében az első differenciák sorozata látható.

Mindkét idősor, valamint az első differenciák adataiból nyert ACF és PACF értékek hasonlóak voltak a mellrák okozta halálzási arányok elemzésével kapott ACF és PACF adataihoz. Ebből arra lehet következtetni, hogy az isémiás szívbetegeég okozta halálzási arányok is AR(1) modellel becsülhetőek, melyeket a következő kifejezésekkel lehet megadni. Férfiakra a halálzási arányt megadó sztochasztikus egyenlet

$z_t=0,884z_{t-1}+\epsilon_t$; $\sigma_{0-64}=\pm 0,179$; nőkre: $z_t=0,720z_{t-1}+\epsilon_t$; $\sigma_{65}=\pm 0,179$. Az együtthatók 5%-os szignifikancia szinten ($t_F=6,571$ és $t_N=6,621$; $t_{0,05}=2,776$) különböztek nullától. A reziduumok autokorrelációiból ($\chi^2_F=10,795$ és $\chi^2_N=6,56$; $\chi^2_{0,05}=9,488$; és $\chi^2_{0,02}=11,668$) autokorreláltságot nem lehetett kimutatni. A nők és a férfiak korcsoportjainak adataiból képzett reziduumok sorozatai 5%-os szignifikancia szinten ($t_F=2,313$ és $t_N=-0,376$; $t_{0,05}=2,776$) nem különböztek nullától. Így a modell választása helyesnek bizonyult [17-19].

A két nem (férfiak és nők) adataiból készített CCF hasonló a 4. ábrához. Az első differenciák idősorából képzett CCF-nek $k=0$ késleltetésnél 95%-os megbízhatósági szinten szignifikáns értéke volt, míg a többi együttható nullától szignifikánsan nem különbözött (8. ábra).



8. ábra. A mellrák okozta halálozási adatokból 0-64 éves és 65 év feletti korcsoportok CCF-e az első differenciáképzés után.

A 7. ábra alsó részében láthatók az idősorokból képzett első differenciák sorozatai. Az idősorok „szinkronizációjára” lehet következtetni a 7. és a 8. ábrák alapján. Azokban az években, mikor növekedett a férfiak halálozási aránya, akkor a nőké is növekedett, ugyanez igaz a csökkenésekre is.

4. Következtetések

Több haláloki diagnózisra készültek hasonló elemzések: cerebrovasculáris betegség, májbetegség és májzsugor, keringési rendszer betegségei, méhnyakrák, stb. A halálozási adatok elemzése alapján az eredményeket két csoportba lehet sorolni. Az egyik csoportra (*A csoport*) jellemző példa a mellrák, másokra (*B csoport*) az isémiás szívbetegség okozta halálozási adatok elemzése.

Az *A csoportban*, a tumoros betegségek okozta halálozások esetében, a korcsoportok idősorából képzett első differenciák idősorai között szinkronizáció nem volt kimutatható, vagyis az alkalmazott módszerekkel a külső környezet hatását nem lehetett igazolni. Az *B csoport* esetében az összehasonlított idősorokból képzett első differenciák "szinkronizált" viselkedést mutattak, és a CCF-nek egy szignifikáns értéke volt ($k=0$ -nál). Az isémiás szívbetegség okozta halálozási arányok szinkronizáltságából olyan következtetésre lehet jutni, hogy a megfigyelési csoportokra azonos külső környezeti tényező hatott (pl. helytelen táplálkozás, stressz, mozgásszegény életmód stb.). A környezet hatásának értékelésekor azonban tekintetbe kell venni a módszer és a betegségek sajátosságait is.

Magyarországi adatokból levont fenti következtetések megegyeznek a szakirodalomban e tárgykörben végzett korábbi elemzésekből nyert következtetésekkel [7].

Referenciák

- [1] Box, G.E.P., Jenkins, G.M. Time Series Analysis Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco, 1970.
- [2] Jenkins, D. M., Watts, D. G. Spectral analysis and its applications. Holden-Day, San Francisco, 1968.
- [3] Arató, M., Benczúr, A. "Gauss-Markov folyamatok

maximum-likelihood becslésének egzakt eloszlása". in: (Idősorok analízise, Ed. Tusnády, G., Ziermann, M.) Műszaki Kiadó, Budapest, 1986;85-117.

- [4] Arato, M. Linear stochastic systems with constant coefficients: A statistical approach, Springer, Berlin, 1982.
- [5] Éltető, Ö., Meszéna, Gy., Ziermann, M. Sztochasztikus módszerek és modellek. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [6] Nelson, C.R., Plosser, C.I. Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications. Journal of Monetary Economics 1982;10:139-162.
- [7] Helfenstein, U. Detecting hidden relations between time series of mortality rates. Methods Inf Med 1990;29:57-60.
- [8] Odriozola, A.J.C., Jimenez, D.J., Rubio, M.J.C., Perez, M.J., Ortiz, P.M.S., Rodrigues, R.P. Air pollution and mortality in Madrid, Spain: a time series analysis. Arch Occup Environ Health 1998;71:543-9.
- [9] Upshur, R.E., Knight, K., Goel, V. Time-series analysis of the relation between influenza virus and hospital admissions of the elderly in Ontario, Canada, for pneumonia, chronic lung disease, and congestive heart failure. Am J Epidemiol 1999;149:85-92.
- [10] Allard, R. Use of time series analysis in infectious disease surveillance. Bull World Health Organ 1998;76:327-33.
- [11] Martinez-Schnell, B., Zaidi, A. Time series analysis of injuries. Statistics in Medicine 1989; 8:1497-1508.
- [12] Liélti, R. Egyváltozós idősori modelleken alapuló inflációs előrejelzések. Statisztikai Szemle 1999;77:522-549.
- [13] Sugár, A. „Determinisztikus vagy sztochasztikus modell? Az idősori modellezés problémái”, disszertáció. BKTE, Budapest, 1991.
- [14] Izsák, J. A halálozási struktúra változásainak vizsgálata disszimilitási indexekkel. Statisztikai Szemle 1997;75:130-140.
- [15] Józán, P. Epidemiológiai válság Magyarországon a kilencvenes években (I.). Statisztikai Szemle 1994;72:5-20.
- [16] Józán, P. Epidemiológiai válság Magyarországon a kilencvenes években (II.). Statisztikai Szemle 1994;72:101-113.
- [17] Haugh, L.D., Box, G.E.P. Identification of Dynamic Regression (Distributed Lag) Models Connecting Two Time Series. J Am Stat Assoc 1977;72:121-130.
- [18] Haugh, L.D. Checking the independence of two covariance stationary time series: a univariate residual cross-correlation approach. J Am Stat Assoc 1976;71:378-385.
- [19] Csáki, P. "ARMA folyamatok", in: Idősorok analízise, Ed. Tusnády, G., Ziermann, M. Műszaki Kiadó, Budapest, 1986; 50-84.

Levelezési cím:

DR. FAZEKASNÉ KIS MÁRIA

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum

Agrárinformatikai és Alkalmazott Matematikai Tanszék

4032. Debrecen, Böszörményi út 138.

fazekam@date.hu

A kompartment rendszerek farmakológiai alkalmazhatósága és identifikálhatósága

Fazekas Csaba, Győri István

Veszprémi Egyetem, Matematikai és Számítástechnikai Tanszék, Veszprém

Absztrakt

A kompartment rendszerek egyik alkalmazási területe a farmakokinetika, ahol segítségükkel a gyógyszerek útját, eloszlását modellezik. Legtöbbször a klasszikus kompartment rendszereket használják e célra. Azonban a biológiai rendszerekben gyakorlatilag mindig fellép időkésleltetés, mivel a gyógyszereket szállító mechanizmus sebessége véges. Az előadásban a késleltetett rendszereket és identifikálhatóságát vizsgáljuk meg.

1. Bevezetés

A farmakokinetika, melynek egyre nagyobb szerepe van a gyógyszerkutatóban, a gyógyszerek testben való eloszlásával, mozgásával foglalkozik és így a farmakodinamikával együtt a gyógyszer és a biológiai környezet kölcsönhatását írja le. Az ilyen irányú vizsgálatokhoz először fel kell állítani a rendszer matematikai modelljét, melyet a mért, illetve a megfigyelt adatokból tudunk meghatározni. A modellben szereplő paraméterek becslésére több módszer is létezik. Ezek két nagy csoportba sorolhatók: a nem kompartmentes és a kompartmentes analízis csoportjába. Mi az utóbbival fogunk foglalkozni. Ekkor ugyanis a modellezést anatómiai és fiziológiai szempontok alapján végezzük el, míg a nem kompartmentes analízis esetén a modell kimeneti görbéje alatti területből határozzuk meg a paraméter értékeit. A gyógyszereket és az egyéb anyagokat is a véráram juttatja el a szervekhez, melyeket a kompartmentes modellezésben rekeszeknek (kompartmeneknek) tekintünk. A klasszikus modellekben (ezeket részletesen tárgyalja több könyv és monográfia, melyek közül az egyik legismertebb Jacques [1] műve) a rekeszek közti anyagátvitel időmentes. A probléma matematikai szempontból bonyolultabb, ha az átvitelhez időre van szükség, melyet képzeletbeli, ill. valódi csövekkel modellezhetünk. E időkésleltetés biológiai modellekben nem elhanyagolható, mivel az anyagokat a vér szállítja a szervekhez, és a vér sebessége pedig véges. E késleltetéses rendszerek első általános leírását Győri és Eller adta meg [2].

2. Késleltetett rendszerek

Az időkésleltetett rendszereket az ún. retardált argumentumú differenciálegyenletek vagy funkcionál differenciálegyenletek írják le. Az általános egyenlet N rekesz esetén a következő:

$$\dot{x}_i(t) = -\sum_{j=1}^N g_{ji}(x_j(t)) + \sum_{j=1}^N g_{ij}(x_j(t - \tau_{ij})) + I_i(t), \quad t \geq 0, \quad i = 1K N$$

és a kezdeti feltétel:

$$x_i(t) = \varphi_i(t), \quad -\tau \leq t \leq 0, \quad i = 1K N$$

ahol

$$\tau = \max_{1 \leq i, j \leq N} \tau_{ij}$$

\square_{ij} : az i. és a j. rekeszt összekötő csövön való áthaladáshoz szükséges tranzit idő

$x_i(t)$: az i. rekeszben lévő anyag mennyisége

$\dot{x}_i(t)$: az i. rekeszben lévő anyag változási sebessége

$I_i(t)$: az i. rekeszbe a környezetből jutó anyag mennyisége

$g_{ij}(x_j(t))$: a j. rekeszből az i. rekeszbe folyó anyag sebessége $j=1 \dots N$, $i=0 \dots N$ és $g_{ij}(x)$ a $[0, \infty)$

intervallumon folytonos nem csökkenő függvény. Ha $g_{ij}(x_j(t)) = a_{ij}x_j(t)$, akkor az a_{ij} állandót frakcionális sebességi állandónak hívjuk.

Belátható, hogy e kezdeti érték feladatnak mindig van egyértelműen meghatározott megoldása a $[0, \infty)$

intervallumon, és ha $\varphi_i(t) \geq 0, i = 1K N$, akkor az

$x_i(t) \geq 0, i = 1K N$. Sőt ha $I_i(t) = I_i$ állandó, akkor a rendszer egyensúlyi állapotba tart az idő előrehaladtával.

E rendszeregyenletből visszkapjuk a klasszikus rekeszmodell egyenletet,

$$\tau_{ji} = 0, \quad j = 1K N, \quad i = 0K N.$$

A fenti egyenlet tovább általánosítható több eltérő transzport idejű cső esetére valamint úgy, hogy az összekötő csövek száma egy, de a transzport folyamatot a csőben egy valószínűségi eloszlásfüggvény írja le.

A csöves rekeszrendszereket leíró retardált argumentumú differenciálegyenletek gyakorlati célokra történő alkalmazásának egyik fő akadály az, hogy analitikusan nem vagy csak nagyon nehezen tudjuk őket megoldani, és numerikus módszer is csak a az egyenletek megoldását segítik, egyéb feladatokat, pl.:

identifikációt, nem. Ezért érdemes azzal az approximációval foglalkozni, amelyben csöves rendszereket csöveket nem tartalmazó (azaz időkésleltetést nem tartalmazó) rendszerekkel közelítjük. Erre módszert először Györi és Eller dolgozott ki a [2]-ben lineáris esetre. Ekkor a csöves rendszert egy nagyobb rekeszszámú rendszerrel közelítjük a következőféleképpen:

Legyen a P_{ji} cső tranzit ideje $\tau_{ji} > 0$, $j = 0, K, N$, $i = 1, K, N$ és ezt a csövet vágjuk N_{ij} darabra úgy, hogy az egyes csődarabokhoz ugyanaz a τ_{ij}/N_{ij} tranzitidő tartozzék. Ekkor közelítjük ezeket a csődarabokat olyan rekeszekkel, melyek transzport együtthatója N_{ij}/τ_{ij} , így turnover idő megegyezik a közelített csődarabok tranzitidejével. Továbbá $t=0$ kezdeti időpontban az egyes közelítő rekeszekben lévő anyagmennyiségek egyezzenek meg a megfelelő csődarabokban lévő anyagmennyiséggel. Így a közelítő rendszer a következő:

$$\dot{z}_i(t) = - \sum_{j=0}^N g_{ji}(z_i(t)) + \sum_{j=1, \tau_{ij}=0}^N g_{ij}(z_j(t)) + \sum_{j=1, \tau_{ij} \neq 0}^N \frac{N_{ij}}{\tau_{ij}} z_{ij}^{[N_{ij}]}(t) + I_i(t)$$

$$\dot{z}_{ij}^{[1]} = g_{ij}(z_j(t)) - \frac{N_{ij}}{\tau_{ij}} z_{ij}^{[1]}(t)$$

$$\dot{z}_{ij}^{[k]} = \frac{N_{ij}}{\tau_{ij}} z_{ij}^{[k-1]}(t) - \frac{N_{ij}}{\tau_{ij}} z_{ij}^{[k]}(t)$$

$$k = 2, K, N_{ij}, \tau_{ij} \neq 0, i, j = 1, K, N$$

Az ehhez tartozó kezdeti feltétel:

$$z_i(0) = \varphi_i(0)$$

$$z_{ij}^{[k]} = \int_{-k \frac{\tau_{ij}}{N_{ij}}}^{-k \frac{\tau_{ij}}{N_{ij}} + \frac{\tau_{ij}}{N_{ij}}} g_{ij}(\varphi_j(s)) ds$$

$$k = 1, K, N, \tau_{ij} \neq 0, i, j = 1, K, N$$

ahol $z_i(t)$: az i . rekeszben lévő anyagmennyiség

$z_{ij}^{[k]}(t)$: a P_{ij} cső k . darabjában lévő anyagmennyiség

A kérdés most már csak az, hogy hogyan válasszunk meg az N_{ij} darabszámot. Ha $\tilde{N} \gg 1$ természetes szám és

$$\tau = \max_{1 \leq i, j \leq N} \tau_{ij}, \text{ akkor:}$$

$$N_{ij} = \left\lceil \frac{\tilde{N} \tau_{ij}}{\tau} \right\rceil$$

ahol $\lceil \cdot \rceil$ az egészrész képzést jelenti. Ekkor ugyanis

belátható, hogy a \tilde{N} szám korlátlan növelésével, a közelítő $z_i(t)$ megoldások sorozata egyenletesen konvergál az $x_i(t)$ -hez a valamely zárt intervallumon, bizonyos plusz feltételek esetén a $[0, \infty)$ intervallumon, azaz bármely $\varepsilon > 0$ van olyan N_0 természetes szám, hogy minden $\tilde{N} > N_0$ -ra:

$$\sup_{t \geq 0} |z(t) - x(t)| \leq \varepsilon$$

ahol $z(t) = (z_1(t), \dots, z_N(t))$ és $x(t) = (x_1(t), \dots, x_N(t))$.

Jacquez és Simon a [3]-ben továbbfejlesztette az időkésleltetés gondolatát és bevezette a folytonos és a diszkrét időkésleltetés fogalmát. A diszkrét késleltetés egyezik meg az előbb tárgyalt késleltetésnek, azaz a csőbe bejutó bármely anyagi részecske, a csőből, a cső késleltetési idejével később jön ki. A folytonos késleltetés alatt azt értették, hogy a rekeszbe jutó anyag a rekeszből a rekesz dinamikájának megfelelően jut ki (pl.: exponenciálisan csökken a kijutó anyag mennyisége a rekeszben lévő anyag mennyiségével arányosan), így a bejutott anyag egy része gyakorlatilag azonnal ki is jut, míg a többi része egyre később jut ki a rekeszből. Ennek jellemzésére vezették be a folytonos időkésleltetési sűrűség függvényt, amely azt adja meg, hogy adott időintervallumban (időpillanatban) az eredetileg a rekeszben lévő anyag hányad része jut ki a rekeszből. Ennek bevezetése a következő módon történik:

Tekintsünk egy N rekeszes rendszert, ahol S jelentse azon rekeszek indexeinek halmazát, melyek gerjesztik a környezetet, azaz $g_{0j}(t) \neq 0$, és $x_j(t)$ jelentse a j . rekesz állapotát, azaz a benne lévő anyag mennyiségét. Ekkor

$$\sum_{j \in S} g_{0j}(t) x_j(t) dt \quad (1)$$

mennyiségű anyag jut ki a $[t, t+dt]$ időintervallumban a rendszerből, ha kezdetben egységnyi anyagot osztottunk ki a rekeszek között. Ám ekkor:

$$\int_0^{\infty} \sum_{j \in S} g_{0j}(t) x_j(t) dt = 1$$

Így látható, hogy a (1) sűrűség függvény, amely a függ az anyag kezdeti, rekeszek közti eloszlásától. Továbbá látható, hogy bármely folytonos késleltetést tartalmazó rendszer helyettesíthető egy nagyobb rekeszszámú késleltetést nem tartalmazó rendszerrel.

Mint azt már említettük a funkcionál differenciálegyenletek megoldására nem ismert hatékony eljárás. Numerikus megoldásra Tavernini javasolt egy módszert a [4]-ban, míg analitikus megoldásra Plusquellec és Steiner dolgozott ki egy, a Laplace transzformáció alapuló módszert a [5]-ban. Ennek hátránya, hogy nehézkes, csak speciális esetekben alkalmazható egyszerűen. Másik módszer az analitikus megoldásra az, hogy analitikusan, időkésleltetési periódusonként oldjuk meg az egyenletet, azaz először a $[0, t_1]$, majd $(t_1, t_2]$, s.í.t (ahol $t_1 = \min \square_{ij}$, és t_2 a második

legkisebb késleltetés) periódusban keressük meg a megoldást úgy, hogy kezdeti feltételként az előző periódus megoldásának, a periódus végpontjában lévő megoldása szolgál.

3. Identifikálhatóság

A modell felírása után lehet nekiállni megoldani a paraméterbecslési vagy identifikálhatósági problémát. Akkor beszélünk paraméterbecslésről (ezt is nevezik néha identifikációnak), ha a rendszer megoldásai csak bizonyos pontokban, mérések alapján ismert. E mérések felhasználásával történik a paraméterek becslése numerikusan, általában a legkisebb négyzetek módszerével. Identifikálhatóságról akkor beszélünk, ha a rendszer bizonyos adataiból, pl.: átviteli függvényéből, meg tudjuk mondani a rendszer paramétereinek az értékeit. Bellman és Astrom [6]-ben bevezette a strukturális identifikálhatóság és a numerikus identifikálhatóság fogalmát. Strukturális identifikálhatóság alatt azt értjük, hogy pontos adatok állnak rendelkezésre, pl.: pontosan ismerjük a bemenetet és a kimenetet, vagy előzetes ismereteink vannak a rendszerrel kapcsolatban. Ezzel szemben a numerikus identifikálhatóság alatt azt értjük, hogy nincsen pontos adat a birtokunkban, pl.: zajos vagy mintavételezett megfigyelések állnak csak rendelkezésünkre. A strukturális identifikálhatóságnak három alosztályát vezették be:

- Globálisan identifikálható: minden paraméter értéke egyértelműen meghatározható (egy modell van csak).
- Lokálisan identifikálható: a véges sok értéke lehet a paraméternek (több modell is lehetséges).
- Nem identifikálható: van legalább egy olyan paraméter melynek értéke nem határozható meg (nem találunk hozzá modellt), vagy végtelen sok értéke lehet legalább egy paraméternek (végtelen sok modell lehetséges).

Késleltetés nélküli rendszerekre több identifikálhatósági eljárás született:

- Laplace transzformált módszere
- Taylor soros módszer
- Rubinov és Winer módszere [7]
- Grewal és Glover módszere [8]
- Eisenfeld módszere [9]

E módszerekkel az a baj, hogy már viszonylag kevés rekesz esetén is nehézkessé válik a megoldásuk, ezért érdemes számítógépes szimulációt alkalmazni rájuk.

Késleltetett rendszer esetén az identifikálhatóság még nehezebbé válik. Ennek szemléltetésére gondoljunk végig a Laplace transzformált módszerét. Ekkor a modell alapján számított és a megfigyelt rendszer átviteli függvényét hasonlítjuk össze, és az együtthatók összevetésével identifikáljuk a rendszert. Késleltetés nélküli rendszer esetében az átviteli függvény egy

racionális törtfüggvény, melynek számlálója és nevezője is polinom. Ezzel szemben a késleltetett rendszer átviteli függvényének a számlálója és a nevezője is trancendális polinom is lehet, azaz exponenciális tagok vannak benne. Ezért itt különösen igaz az, hogy az identifikálhatóságot számítógépes program segítségével kellene elvégezni. Mivel ilyen program jelenleg nem ismert, ezért az egyik célunk az, hogy egy ilyen programot kifejlesszünk. Jelenleg még csak kezdeti verziója létezik MAPLE környezetben.

Másik vizsgálandó terület a késleltetés nélküli és a késleltetett rendszerek közötti kapcsolat vizsgálata, pl.: a rendszer milyen tulajdonságait befolyásolja késleltetés bevezetése; ha változik, akkor hogyan változik a rendszer identifikálhatósága, stabilitása, megfigyelhetősége, stb. E területen sikerült bebizonyítanunk, hogy ha egy késleltetett rendszer identifikálható, akkor a késleltetés nélküli rendszer is az, és ez bizonyos feltételekkel fordítva is igaz. Így könnyebben eldönthető néhány késleltetett rendszerről az az identifikálhatóság.

4. Alkalmazások

Több cikk is született már a késleltetéses rendszerek farmakokinetikai alkalmazásáról és jószágukról. Az egyik első ilyen témájú cikket Reeve és Bailey írta [10] az I^{131} -albumin emberben való eloszlásáról. Ők erre egy-rekeszes, egy-csőves rendszert használtak, ahol a rekesz jelentette a véráramot a cső a szövetek közti folyadékot. A csőnek késleltetése van, melynek értéke tág határok között változhat. Így a késleltetési időt egy valószínűségi eloszlásfüggvény adja meg. A cső késleltetése azt szimbolizálja, hogy a kapillárisból kilépő I^{131} -albumin mennyi idő múlva tér vissza a véráramba. E modell által adott eredmények jól korreláltak a mért értékekkel.

Plusquellec és munkatársai a [11] és a [12] cikkekben az enterohepatikus cirkulációt modellezték olyan, kettő rekeszt tartalmazó modellel, melyben a két rekeszt összekötő egyik él egy idő késleltetéssel rendelkező cső volt. Ekkor ugyanis a késleltetés abból adódik, hogy a gyógyszer reabszorpciójához (hogy újra a májba jusson a portális keringés segítségével) idő szükséges.

Farooqi és Mohler a limfociták recirkulációját tanulmányozták a [13] cikkükben. Ebben összehasonlítottak négy különböző típusú modellt a mért értékekkel. A négy modell a lineáris, idő invariáns; a lineáris, idővariáns; a késleltetéses és a nem lineáris modell volt. Eredményül azt kapták, hogy az első két modell által adott eredmények jelentősen eltérnek a valódi értékektől, míg a második két modell által adott eredménye jól közelítette a mért értékeket.

5. Összefoglalás

Láthattuk tehát, hogy a késleltetett modellek használata a farmakokinetikában jobb modellezési eredményeket biztosítanak, mint a késleltetés nélküliek, mivel jobban tükrözik a szervezet valódiságát. Ám a modellekkel való számítás nehézkes és jól használható számítógépes program sincsen még rá. A kutatómunkánk célja az ilyen célra alkalmas módszerek számítógépes programjának a kidolgozása.

Referenciák

- [1] Jacquez: Compartmental analysis in Biology and Medicine, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1985
- [2] Györi, J. Eller: Compartmental system with pipes, Math. Biosci., 1981, 53:223-47
- [3] J. A. Jacquez, C. P. Simon: Demystifying Compartmental System with Lags, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, 1994
- [4] Tavernini L.: One-step Methods For the Numerical Solution of Volterra Functional Differential Equations. SIAM J. Numer. Anal. 1971, 8:786-795
- [5] Yves Plusquellec, Jean-Louis Steimer: An Analytical Solution for Class of Delay-Differential Equation in Pharmacokinetic Compartment Modeling, Math Biosci., 1984, 70:39-56
- [6] Bellman, R and Aström, K. J.: On structural identifiability. Math. Biosci., 1970, 7:329-339
- [7] S. I Rubinow, A. Winer: Compartmental Analzsis: an inverse problem. Math Biosci., 1971, 11:203-247

- [8] M. S. Grewal, A. Glover: Identifiability of Linear and Nonlinear Dynamical System, IEEE Trans. Autom. Contr., 1974, AC-21, 833-837
- [9] J. Eisenfeld: Sharp Interval Bounds and Condition for Unique Identifiability in Linear Compartmental System with Emphasis an Role of Exits, Nonlinear Analysis, 1999, 37:567-587
- [10] E. B. Reeve, H. R. Bailey: Mathematical Models Discribing the Ditribution of I^{131} -albumin in Man, J. Lab. And Clin. Med., 1962, 60:923-943
- [11] Y. Plusquellec, Leon Bousquet: Time-Delay for Two-Compartment Models Used for Study of Enterohepatic Circulation of Drugs., IEEE transaction on Biomedical Engineering, 1984, 31:469-472
- [12] Jean-Louis Steiner, Yves Plusquellec, Anne Guillaume, Jean-Francois Baisvilleux: A Time-Lag Model for Pharmacokinetics of Drug Subject to Enterohepatic Circulation, Journal of Pharmaceutical Sciences, 1983, 71:297-302
- [13] Z. H. Farooqui, R. R Mohler: Distribution Models of Recirculating Lymphocytes, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, 1989, 36: 355-362

Levelezési cím:

Fazekas Csaba
Veszprémi Egyetem Központi Kollégiuma
Veszprém Egyetem utca 12., 8200
E-mail cím: fazekas@ond.vein.hu

Dr. Györi István
Matematikai és Számítástechnikai Tanszék
Veszprémi Egyetem, Veszprém Pf. 158., 8200
E-mail cím: gyori@almos.vein.hu

Érfalban ébredő mechanikai feszültség vizsgálata egyszerű viszkoelasztikus modell segítségével.

Orosz Miklós^{1,3}, Molnárka Győző², Nádasy György³, Raffai Gábor³, Monos Emil³

¹ MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, Budapest

² Széchenyi István Főiskola, Matematika Tanszék, Győr

³ Klinikai Kísérleti Kutató és Humán Élettani Intézet, Semmelweis Egyetem, Budapest

Absztrakt

Az érfal mechanikai viselkedése időfüggő, azaz stressz-relaxációs és kúszási viselkedést mutat. A viszkoelasztikus technikai modellek hiányosságainak kiküszöbölése céljából egy kontinuum modellt fejlesztettünk ki, aminek matematikai leíró egyenlete formálisan hasonlít a technikai modellekéhez, de értelmezésében a kontinuum-mechanikai modellekhez áll közel, a jelenségek interpretálásában egyértelműbb. Megvizsgáltuk, hogy az érfalban fellépő mechanikai feszültség időbeli változásai hogyan függenek a viszkoelasztikus modulusok változásaitól. A viszkozitási tag csökkenő és a relaxációs tag növekvő értékei esetén a feszültség-változások amplitudója csökken. Ebből arra következtítettünk, hogy az érfal viszkozus, de ugyan-akkor lassan relaxáló viselkedése fékezi a falban keletkező feszültség hirtelen változásait, így csökkenti az érfal szakadásának veszélyét.

1. Bevezetés, célkitűzés

Az érrendszer biomechanikai viselkedése nagymértékben függ az érfal viszkoelasztikus sajátosságaitól. A kardiovaszkuláris rendszer normális és patológiás működésének jobb megértéséhez az érfal biomechanika kvantitatív megfogalmazása szükséges. Ez matematikai modellek felhasználásával történik.

A mérések szerint az érfal a mechanikai erőhatásokkal szemben nemlineáris, időfüggő viselkedést mutat, emiatt nem alkalmazható rá a Hooke törvény. Helyette különféle matematikai modellek használata terjedt el, amelyek közül a modellek két csoportját említjük meg. Az egyik csoportot alkotják a viszkoelasztikus, technikai modellek, amelyek elasztikus és viszkozus elemekből épülnek fel, mint pl. a 3 elemes "Standard Linear Solid" modell [1]. A másik csoportba tartoznak a kontinuum-mechanikai modellek [2]. Mindkét modellfajtának vannak előnyei és hátrányai.

A viszkoelasztikus modellekben tetszőleges számú elemet egymáshoz kapcsolhatunk, az elemek számának növekedésével a kapcsolások lehetőségének száma is megnövekszik, tehát adott számú elemet többféleképpen is összekapcsolhatunk. Az azonos elemszámú, de

különbözőképpen kapcsolt rendszerek ugyanazt az időfüggő viselkedést valósítják meg, de a bennük foglalt elemek modulusai különböznek [3]. Ezért a technikai modellek használatakor a jelenség értelmezése nem egyértelmű, az elemek fizikai jelentése nem kellőképpen tisztázott. Jelleműknél fogva nem terjeszthetők ki a három dimenziós esetre. Előnyük viszont az egyszerű matematikai alak.

A kontinuum-mechanikai megközelítés komplex és egyértelmű, de nem számol a biológiai szövet rostszerkezetével, bonyolultabb matematikája miatt pedig használata kevésbé szemléletes. Ezért egy olyan modell alkalmazását javasoljuk, amely matematikailag viszonylag egyszerű és szemléletes, a modell paraméterei egyértelműbbek a technikai modellekénél [4]. E modell segítségével elvégeztük az érfalban ébredő mechanikai feszültségek kvantitatív és kvalitatív elemzését.

2. Módszerek

2.1 Mérések

Nyúl aortából kivágott szövetcsíkokat 37°C-on normál Krebs-Ringer oldatban termosztáltunk. A csíkok átlagosan 3-4 mm hosszúak, 2 mm szélesek és 0,5 mm vastagságúak voltak. A preparátumokat kis lépésekben megnyújtva regisztráltuk a húzóerő időbeli és nyújtásfüggő változását. Erre a célra egy SOLTEC Corporation 500 Signal Processort használtunk.

Egy-egy nyújtási lépcső hossza 400 μm volt, amit 2 perc relaxációs időszak követett. A megnyújtásokat addig folytattuk, amíg a csík el nem szakadt.

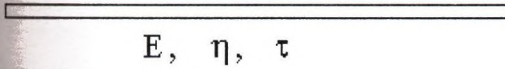
A csíkok megnyújtásának sorozatában egy-egy lépés a következő szakaszokból tevődött össze: rövid ($\sim 0,1$ s) időtartamú meghúzás, majd konstans relatív megnyúlás mellett egy hosszú (120 s) időtartamú „nyugalmi” fázis, ami alatt feszültségrelaxáció zajlott le.

A mérések szerint az érfalban ébredő mechanikai feszültség (10^5 - 10^6 Pa) egy-egy megnyújtás időtartama alatt észrevehető mértékben lecseng.

2.2 Modell

Az általunk vizsgált kontinuum modellt egy vékony,

homogén szálnak tekintjük, amely az E elasztikus (Young) modulussal, az η viszkozitással, és a τ relaxációs idővel jellemezhető.



1. ábra Kontinuus viszkoelasztikus modell

A viszkoelasztikus anyagokat jellemző differenciálegyenlet általános alakja a következő:

$$\sigma + p_1 \frac{d\sigma}{dt} + p_2 \frac{d^2\sigma}{dt^2} + \dots = q_0 \varepsilon + q_1 \frac{d\varepsilon}{dt} + q_2 \frac{d^2\varepsilon}{dt^2} + \dots \quad (1)$$

ahol $\sigma = F/A$ mechanikai feszültség, $\varepsilon = (\square - \square_0) / \square_0$ pedig a relatív megnyúlás [1]. Az első rendű deriváltakat tartalmazó tagokra szorítkozva, a p és q együtthatók helyébe a megfelelő modulusokat beírva a differenciálegyenlet alakja a következő:

$$\sigma + \tau \frac{d\sigma}{dt} = E \varepsilon + \eta \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (2)$$

A σ feszültség időfüggésének ismeretéhez az ε relatív megnyúlás időfüggését pontosan ismernünk kell. Az alábbiakban néhány egyszerű esetre írjuk fel ε konkrét alakját, és az ehhez tartozó megoldást.

3. Eredmények

3.1 Számítások

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 = \text{állandó}$$

vagyis $d\varepsilon/dt=0$: a feszültségrelaxációs szakasznak felel meg a méréseinkben.

A megoldásfüggvény:

$$\sigma(t) = E \varepsilon + (\sigma_0 - E \varepsilon) e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (3)$$

ahol σ_0 a megnyújtás utáni pillanatban a szálnban ébredő feszültség, ε a relatív megnyúlás.

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 + v \cdot t$$

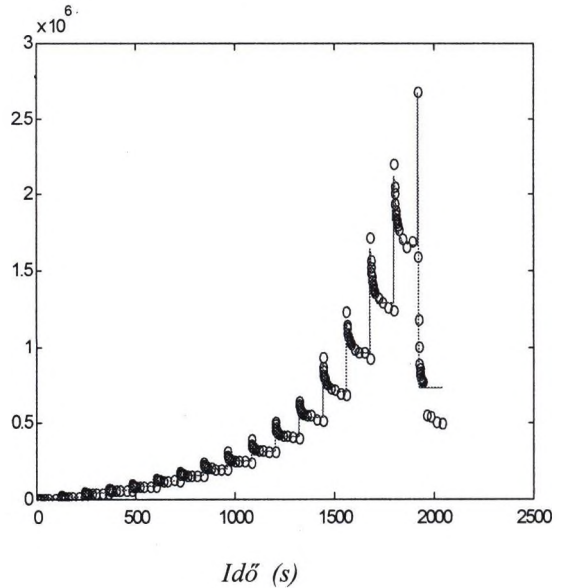
vagyis a megnyúlás v_ε sebessége állandó: $d\varepsilon/dt = v_\varepsilon = \text{állandó}$, ez jó közelítéssel a meghúzási szakasznak felel meg a méréseinkben. A nyújtás előtti feszültség-értéket σ_0 -val, a relatív megnyúlás kezdeti értékét pedig ε_0 -lal jelöltük.

A megoldásfüggvény:

$$\sigma(t) = E v_\varepsilon t + \sigma_0 e^{-\frac{t}{\tau}} + (\eta v_\varepsilon - E v_\varepsilon \tau + E \varepsilon_0) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (4)$$

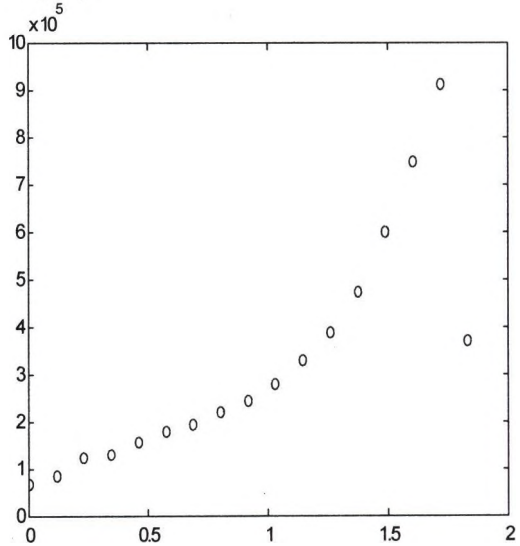
A modulusokat a mérési adatok alapján görbeillesztéssel határoztuk meg a MATLAB programrendszer segítségével.

σ [Pa], mért (o), illesztett (--)



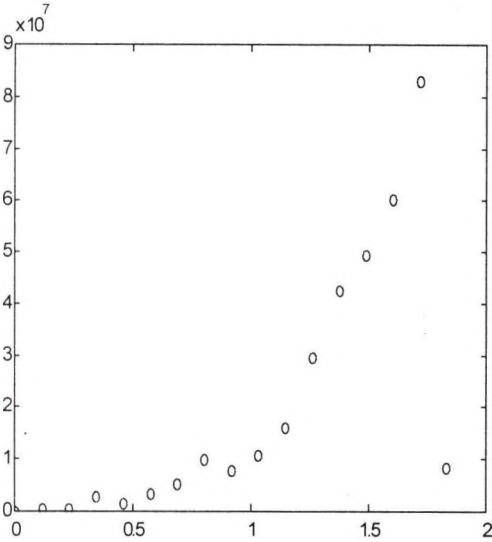
2. ábra Mért és illesztett feszültségek az idő függvényében

E [Pa]

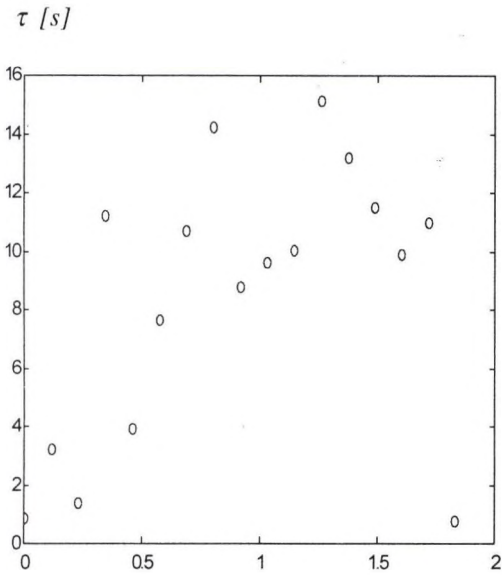


3. ábra Rugalmassági (Young) modulus a relatív megnyúlás függvényében

η [Pa s]



4. ábra Viskozitás a relatív megnyúlás függvényében



5. ábra Relaxációs idő a relatív megnyúlás függvényében

3.2 Szimulációs vizsgálatok

Az érfal időbeli viselkedését, a modulusok változásaitól való függését egy olyan egyszerű periodikus függvény segítségével vizsgáltuk, amelynek ritmikus változása az ér pulzálását szimulálta. Ez a periodikus függvény az egyszerű matematikai kezelhetőség érdekében a szinusz függvény volt. A megnyúlás időfüggvénye tehát a következő:

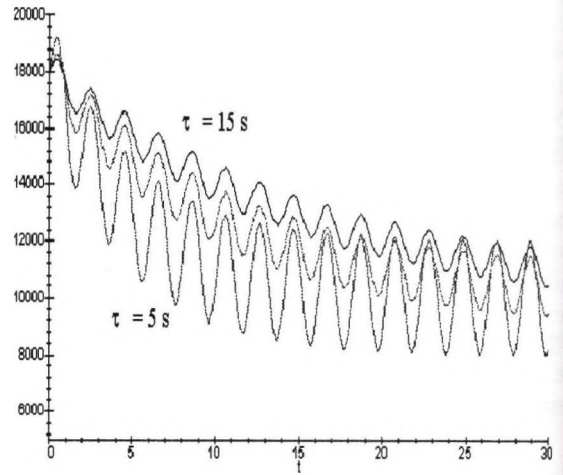
$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 (1 + A \sin(\alpha t))$$

A megoldásfüggvény: $\sigma(t) =$ (5)

$$= E\varepsilon_0 + A\varepsilon_0 \frac{E + \eta\tau\omega^2}{1 + \omega^2\tau^2} \sin \alpha t + A\varepsilon_0 \frac{\eta - \tau E}{1 + \omega^2\tau^2} \cos \alpha t + \left(\sigma_0 - E\varepsilon_0 - \frac{A\varepsilon_0\omega(\eta - \tau E)}{1 + \omega^2\tau^2} \right) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

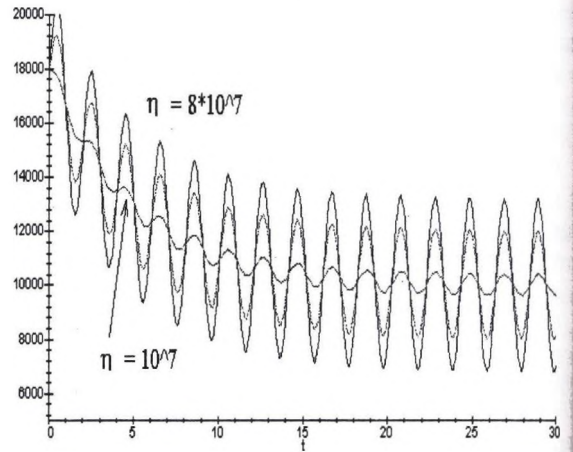
Az alábbiakban megvizsgáljuk, hogy a viszkózus elasztikus modulusok változásai milyen hatást gyakorolnak az érfalban fellépő mechanikai feszültségre. Az illesztéssel kiszámított τ , η és E modulusok nagyságrendjébe eső tesztadatokkal felrajzoltuk a mechanikai feszültség időfüggő viselkedését.

$\sigma(t)$ [Pas]



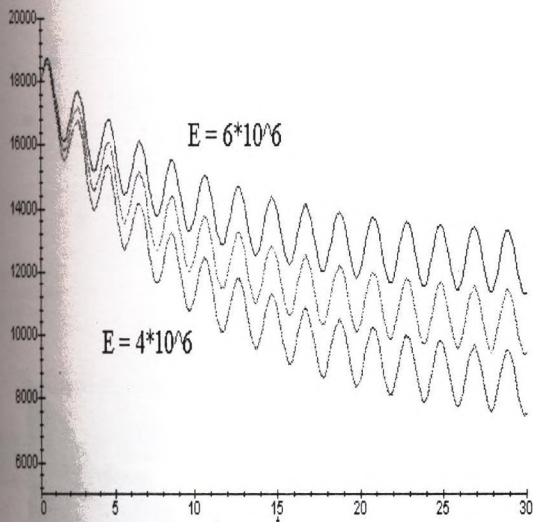
6. ábra σ mechanikai feszültség változó τ relaxációs idők mellett

$\sigma(t)$ [Pas]



7. ábra σ mechanikai feszültség változó η viskozitások mellett

$\sigma(t)$ [Pas]



8. ábra σ mechanikai feszültség változó E modulusok mellett

4. Diskusszió

Az (3) egyenletben csak a τ relaxációs idő szerepel, az η viszkozitás itt nem, csak a (4) egyenletben a kúszásnál. Ez abból következik, hogy a viszkozitást makroszkopikus sebességű mozgásokra értelmeztük, míg feszültségrelaxáció esetében ilyenről nem beszélhetünk. Természetesen relaxációnál az anyag gyengülése összefügg a molekulák átrendeződésével, egymáson való elcsúszásával.

A 3-4. ábrán látható, hogy a σ mechanikai feszültség, az E Young modulus és az η viszkozitási együttható értékei a megnyúlás függvényében határozott növekedést mutatnak. Az 5. ábrán a τ relaxációs idő nem mutat ilyen egyértelmű növekedést, értékeiben viszont nagy a szórás.

A 6. ábrán rövidebb τ relaxációs idő estén a feszültség gyorsabban csökken. Nagyobb időállandók esetén az érfal lassabban gyengül. Egy idő után a mechanikai feszültségek átlagértéke ugyanarra a szintre áll be, de a feszültségváltozás amplitudója csökken, a feszültségnek nincs ideje követni a megnyúlást.

A 7. ábrán a nagyobb η viszkozítások esetében a mechanikai feszültségváltozás amplitudója megnövekszik, mert a viszkózusabb érfal nehezebben "folyik meg". A relaxáció sebessége most nem változott, mert τ sem változott. A feszültségek átlagértéke sem változik.

A 8. ábrán az E Young modulus növekedése megemeli a feszültségértékek átlagát. A relaxáció sebessége csökken. A feszültségváltozás amplitudója viszont nem változik, mert sem a τ időállandó, sem az η viszkozitás értéke nem változott.

5. Következtetés

Fentiek alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tárgyalt modell a biomechanikai modulusok értelmezése szempontjából egyértelmű, a relaxációs és kúszási folyamatok értelmezése szempontjából érthető és szemléletes. A matematikai formalizmus viszonylag nem bonyolult, a mérési adatok gyors számítógépes kiértékelését teszi lehetővé. Az η viszkozitás csökkenő és a τ időállandó növekvő értékei esetén az érfalban ébredő feszültségváltozások amplitudója csökken. Ebből arra következtettünk, hogy az érrendszer egészséges működésének feltételei közé tartozik az érfal viszkózus (nyúlékony), de ugyanakkor lassan relaxáló viselkedése. Ez ugyanis fékezi a falban keletkező feszültség hirtelen változásait, így csökkenti az érfal szakadásának veszélyét.

Köszönetnyilvánítás

Támogatták: OTKA T-030245 és ETT-149/2000

Irodalom

- [1] Flügge W: Viscoelasticity. Massachusetts-Toronto-London, Waltham. 1967
- [2] Fung YC: Biomechanics; Mechanical Properties of Living Tissues. Springer Verlag, New York - Berlin - London - Paris - Tokyo - Hong Kong - Budapest. 1993
- [3] Orosz M, Molnárka Gy, Monos E: Curve Fitting Methods and Mechanical Models for Identification of Viscoelastic Parameters of Vascular Wall - A Comparative Study. Med Sci Monit 1997; 3(4): 599-604
- [4] Orosz M, Molnárka Gy, Nádasy Gy, Raffai G, Kozmann Gy, Monos E: Validity of Viscoelastic Models of Blood Vessel Wall. Acta Physiol Hung 1999; 86(3-4): 265-71

Levelezési cím:

Orosz Miklós
Klinikai Kísérlet Kutató és Humán Élettani Intézet,
Semmelweis Egyetem,
Budapest, Pf. 448, 1446 Budapest
Telefon: (36-1) 210-0306
Fax: (36-1) 334-3162
email: orosz@elet2.sote.hu

Karmozgások jellemzésére használatos kinematikai paraméterek áttekintése

Dr. Kocsis László, Jurák Mihály
BME Műszaki Mechanikai Tanszék, Budapest

Absztrakt

Jelen tanulmány megpróbálta "csokorba" gyűjteni és diagrammokon szemléltetni a mozgásvizsgálatoknál leggyakrabban használatos kinematikai paramétereket. Egy-egy konkrét vizsgálat során az alkalmazó felelőssége és kötelessége, hogy ezek közül a céljainak legjobban megfelelőeket válassza a mozgás biomechanikai jellemzésére, elemzésére.

Bevezetés

A mozgásvizsgálatok fejlődése és gyorsan növekvő számítástechnikai lehetőségek megteremtették a korszerű diagnosztikai célú mozgáselemzések lehetőségeit. Ezeket ma már igen széles körben alkalmazzák a gyógyítás területén is. Igen korszerű hardver és szoftver lehetőségek közül választhatunk. Ebben az összeállításban röviden szeretnénk ismertetni és szemléltetni a mozgásvizsgálatok során leggyakrabban használatos kinematikai paramétereket. Mindezt egy konkrét karmozgás vizsgálatán keresztül mutatjuk be. A REHAROB projekt (<http://reharob.manuf.bme.hu>) keretében kifejlesztésre került egy multimédiás katalógus, amelyben agysérült betegek felsővégtagi rehabilitációjához használatos karmozgásokat gyűjtötték össze. Innen választottunk ki példának egy gyakorlatot:

Kiinduló helyzet:

A kezelt személy a hátán fekszik. A felkar a test mellett az ágyon nyugszik, könyökben 90° flexió, a tenyér a test felé néz (0° -os alaphelyzet).

Mozgáspálya:

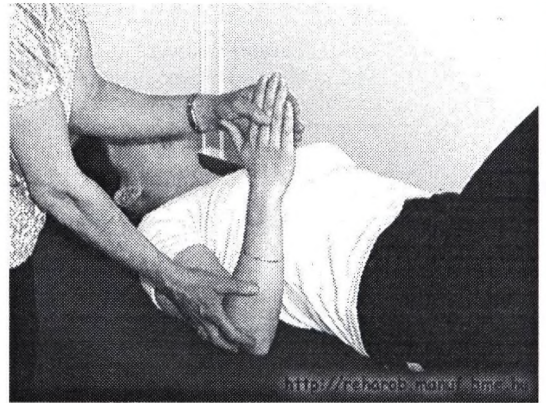
A kiinduló- és a véghelyzet között folyamatos váll abdukción.

Véghelyzet:

A vállban 90° abdukción, a könyökben 90° flexión, és marad az alkarban is a 0° -os alaphelyzet.

Mozgás kivitelezése:

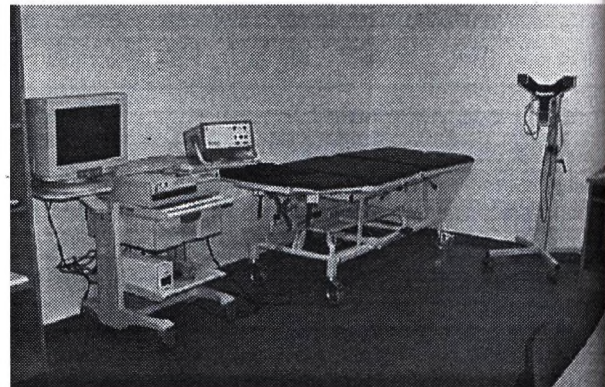
Lassú, folyamatos mozgás.



1a. ábra: Kiinduló helyzet

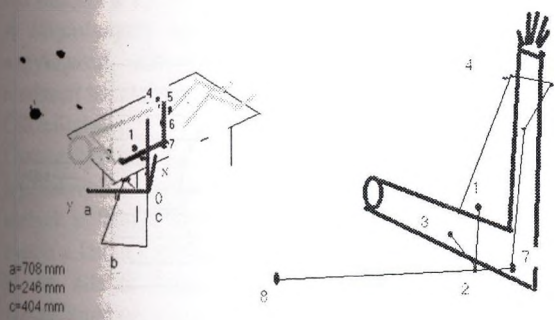


1b. ábra: Véghelyzet

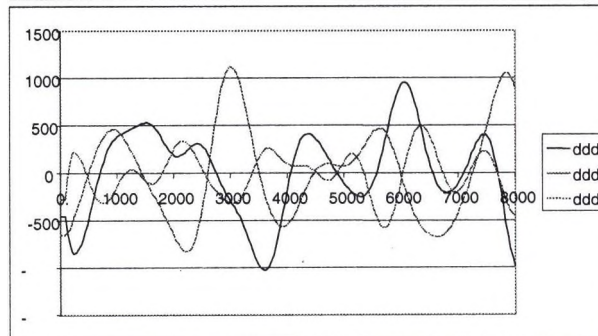
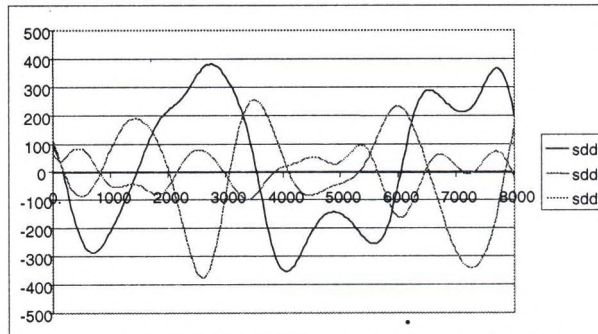
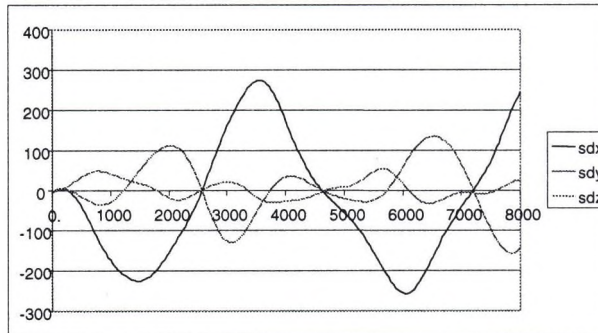
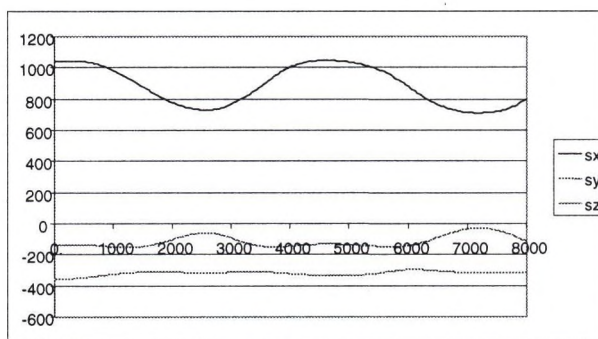


2. ábra: Zebris mérőrendszer az OORI-ban

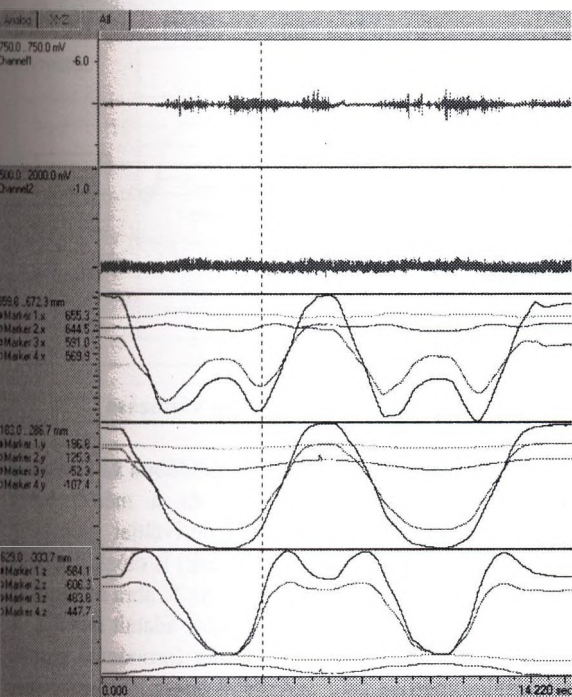
kifejezetten a kinematikai paraméterek szemléltetése céljából fejlesztettük ki. (derm1_4)



3. ábra: A markerek és a mikrofon elrendezése

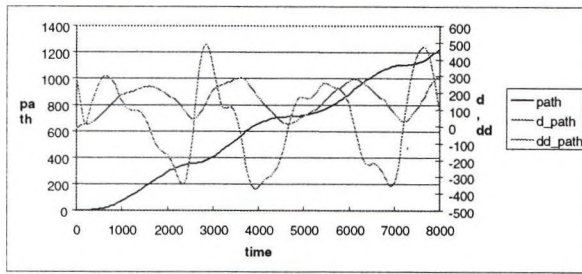


5. ábra: A pályagörbék és deriváltjaik

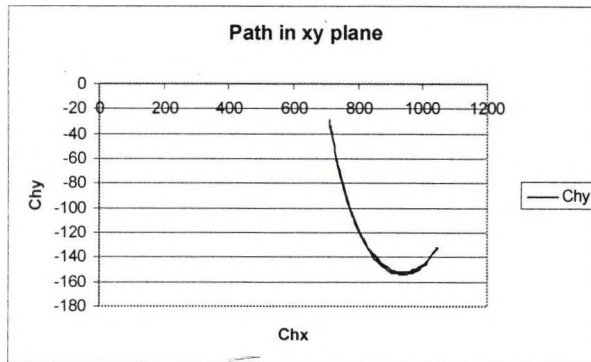


4. ábra: Kinematikai paraméterek online megjelenítése

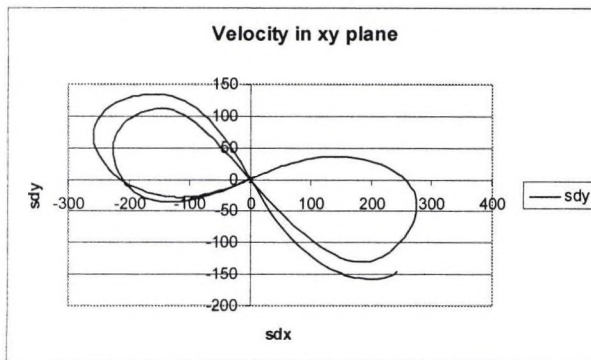
A mozgás méréséhez a német Zebris CMS70 aktív markeres, ultrahang bázisú mozgáselemző rendszerét használtuk (<http://www.zebris.de>) Jelenleg két ilyen rendszer van Magyarországon. Az egyik az OORI-ban (2. ábra), a másik a BME Műszaki Mechanikai Tanszékén van telepítve. A méréshez a felkarra és az alkarra 3-3 markert (triple set) helyeztünk el. Egy további marker a könyökre, egy pedig az ágy sarkára került felhelyezésre. A markerek és a mikrofon elrendezését a 3. ábra mutatja. A mérés során a mérőrendszerhez csatlakozó számítógép képernyőjén lehetőség van – online módon – bizonyos kinematikai paraméterek megjelenítésére (pályagörbék, előre definiált szögek, EMG jelek időbeli változása) (4. ábra) A mérés után az így nyert paraméterek további feldolgozásra kerültek. Ehhez a Műszaki Mechanikai Tanszékén kifejlesztett MAS (Mozgás Analizáló Szoftver) rendszert használtuk. Ennek egyik modulját



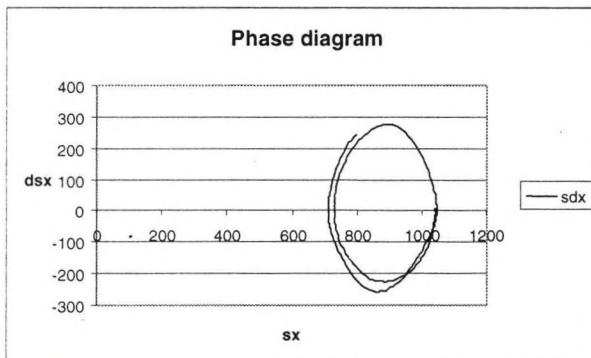
6. ábra: foronómiai görbék



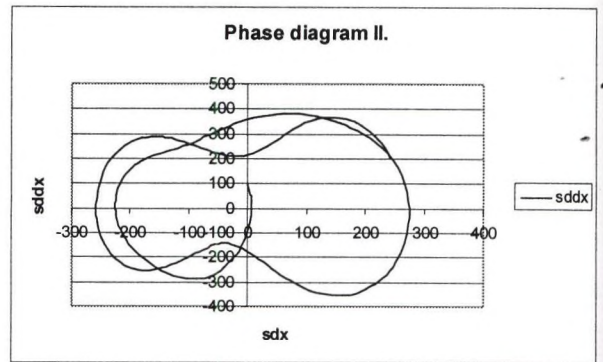
7. ábra: Pálya vetülete az xy síkon



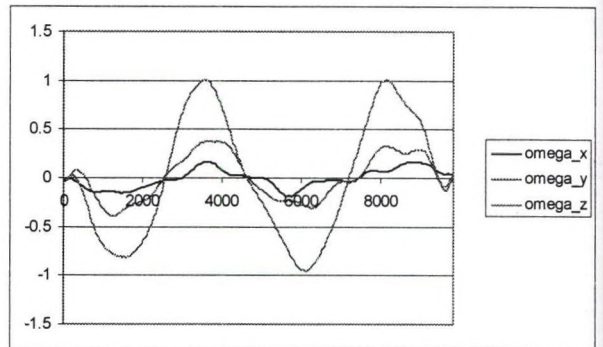
8. ábra: Hodográf az xy síkon



9. ábra: Elmozdulás-sebesség fázisdiagram



10. ábra: Sebesség-gyorsulás fázisdiagram



11. ábra: Szögsebesség változása

Ebben lehetőség van a pályagörbék időbeli változásának szemléltetésére, ezek simítására és a mérési hibák kijavítására is. A pályagörbék deriváltjai (sebesség, gyorsulás, a gyorsulás deriváltja=jerk) is előállíthatók és szükség szerint tovább simíthatók. Az 5. ábra a könyökre helyezett 7. jelű marker feldolgozott adatait mutatja. A mechanikai vizsgálatoknál szokásos foronómiai görbék is megjeleníthetők (pályán mért ívhossz, pályasebesség, pályagyorsulás időbeli változása) (6. ábra). Igény szerint a pályagörbe koordináta síkokra eső vetülete is megjeleníthető (7. ábra). Jól jellemezhetik a mozgást a hodograph (sebességkomponensek) és a szokásos fázisdiagramok (elmozdulás-sebesség, sebesség-gyorsulás görbék) (8-10 ábrák). Természetesen lehetőség van arra is, hogy az említett diagrammokon csak az előre kijelölt mozgásintervallumra jellemző adatok jelenjenek meg. A testszegmensre helyezett 3 marker lehetővé teszi a szegmens szögsebességének és szöggyorsulásának pontos meghatározását is. Ehhez világviszonylatban is egyedülálló speciális programcsomagot fejlesztettünk. (Angm1_2)

A szögsebesség számítására a Kocsis-Béda módszert [1] használtuk. Az említett karmozgás esetén a felkar szögsebességének és szöggyorsulásának időbeli változását mutatják a 11-12. ábrák. Az eddig szemléltetett kinematikai adatok mind a mérőrendszerhez rögzített globális koordinátarendszerben értendők (l. 3. ábra)

Egy szokásos szemléltetés a pillanatnyi forgástengely (csavartengely= helical axis) változásának ábrázolása is.

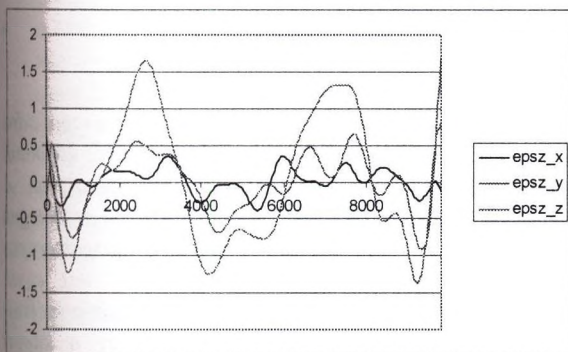
Ezt mutatja a 13. ábra a felkar mozgására vonatkozóan. A forgástengely hossza a pillanatnyi szögsebesség nagyságával arányos. A szemléltetéshez a MAS rendszert használtuk.

Összefoglalás

Összegyűjtöttük – a teljesség igénye nélkül – a leggyakrabban használatos kinematikai paramétereket, melyek jellemzik a mozgást. Egy-egy konkrét vizsgálat esetén a kutatók (felhasználók) ezek közül választhatják ki az általuk legjellemzőbbnek ítélt paramétereket vizsgálataikhoz, elemzéseikhez.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát és a cikk megjelenését az Európai Unió IST-1999-13109 számú REHAROB projektje támogatta.



12. ábra: Szögyorsulás változása



13. ábra: Karmozgás szemléltetése a pillanatnyi forgástengely megadásával

Referenciák

- [1] László Kocsis, Gyula Béda :Simplest way to determine the angular velocity and the angular acceleration of a body-segment based on 3D measurements' results JAB, 2000 (elfogadva)

Levelezési cím:
Dr.Kocsis László
1024 Budapest
Káplár u. 10/b
Email:kocsis@mm.bme.hu

**Európai Unió 5. K+F Keretprogramja,
Információs Társadalom Technológiái,
Kutatási és technológia demonstrációs projekt:
(IST-1999-13109 REHAROB)**

Féloldali bénultak felső végtagjának gyógytornáztatása ipari robottal

Dr. Kocsis László¹, Tóth András², Fazekas Gábor dr³

¹BME Műszaki Mechanikai Tanszék, ²BME Gépgyártástechnológia Tanszék,
³Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet, Budapest

Absztrakt

Az Európai Unió 5. K+F keretprogramjához kapcsolódó projektnek szeretnénk itt megfelelő nyilvánosságot adni és tájékoztatni az érdeklődőket. A munka jelenlegi fázisában inkább csak a célokról és az elképzelésekről kívánunk informálni, noha egyes fejezetek és ábrák mutatják, hogy a kutatás-fejlesztés már előrehaladott fázisban van. A REHAROB projekt olyan módszerek és eszközök kifejlesztését tűzte ki célul, amelyek a féloldali bénult betegek physoterápiás - biomechanikai és EMG méréseken alapuló - diagnosztizálásában, a kívánt mozgásterápia meghatározásában, majd végrehajtásában segítik a klinikai személyzetet. A projekt az emberi test egyik legbonyolultabb "mechanikai" rendszerét: a felső végtagot, valamint egy szinte teljesen gépesítés nélküli gyógytornászati területet: az agysérült betegek gyógytornáztatását választotta kutatási témául, így a kapott eredmények (beleértve a kifejlesztett terápiás berendezéseket) könnyen kiterjeszthetők az emberi test más "mechanikai" alrendszeire, illetve más (gyógy)tornáztatást igénylő területekre egészen a posztoperatív passzív gyógytornáztatástól kezdve a korszerű sport edzésmódszerekig.

1. A hemiparetikus betegek és a gyógytornászok, mint a Reharob-projekt „célcsoportjai”

1.1. A probléma jelentősége

A felső végtagot érintő spasticus paresis leggyakrabban stroke, súlyos koponyasérülés, sclerosis multiplex, agydaganat ill. gyermekeknél perinatalis károsodás következménye. Ezek a kórképek többnyire féloldali bénulást okoznak. Az alsó végtag bénulása a helyváltoztatást, a felső végtagi gyengeség az önellátást korlátozza elsősorban. Az alsó végtagi bénulásból eredő funkciózavar általában jól kompenzálható segédeszközökkel (járóbot, kerekesszék), a felső végtag esetén ez sokkal nehezebb, ilyenkor a rehabilitáció során gyakran egykezes életmódra kell megtanítani a beteget és a bénult végtag legfeljebb a segítő kéz szerepét tudja betölteni. A beteg és családja életminősége szempontjából nem mindegy, hogy milyen mértékű restitutiot sikerül elérni a bénult végtagban. Ebben óriási szerepe van a gyógytornásznak és a foglalkoztató terapeutának.

A felsorolt megbetegedések közül a legmagasabb a stroke incidenciája. A stroke a fogyatékosághoz leggyakrabban vezető kórok [1]. Magyarországon évente mintegy 40 ezer ilyen esettel kell számolnunk, ezen betegek 30-40%-a szorul rehabilitációra. Ezek nagy része intézeti rehabilitációt igényel (évi mintegy 10 ezer beteg). A statisztikai adatok szerint minden 100.000 lakos közül Svédországban 941, Dániában 556, Jugoszláviában 632, Finnországban 636, Írországban 545, Hollandiában 526 kap stroke-ot [2]. Mind az érintettek és hozzátartozóik személyes sorsa, mind népegészségügyi szempontból igen fontos ezen betegek minél eredményesebb rehabilitációja. Ennek egyik alapvető eszköze a gyógytorna.

1.2 A felső végtagi spasticus pareticus betegek gyógytornájának főbb módszerei

A spasticus paresis esetében külön problémát jelent az izomtónus fokozódás. A spasticitás önmagában is korlátozza a felső végtag funkcióját, a bénuláson túlmenően. A spasticus bénultak kezelésére számos módszer dolgozott ki, a legismertebb a Bobath, a Kabat (PNF) és a Brunnstrom által javasolt gyógytorna. Emellett egyre több helyen alkalmazzák a Pető-módszert (konduktív pedagógiai rendszer). Kevésbé elterjedt a Vojta, Rood, Doman-féle gyógytorna, ill. Carr és Shepherd újabban kialakított módszere. Mindezekben az esetekben meghatározott mozgáspályán, meghatározott sebességgel kell a tornagyakorlatokat ismételni.

1.3 A gyógytornász munkájának korlátai

A felső végtagi spasticus paresisben szenvedő betegek tornáztatása során a következő problémákkal találkozhatunk:

- Elegendő gyógytornász hiányában kevés idő jut a tornáztatásra.
- Ezeknél a betegeknél többnyire lassan, gondosan odafigyelve kell a tornagyakorlatokat végeztetni: ennek során a gyógytornász egy idő után elfárad.
- A gyakorlatok egy részét még akkor is nehéz kivitelezni, ha a gyógytornász nem fáradt, mert a spasticitás leküzdése érdekében lassan, de mégis folyamatosan, megszakítás nélkül kell a beteg felső végtagját a mozgáspályán végigvezetni, a beteg mozgását asszisztálni ill. ellenállást adni.
- Számos gyakorlat fizikailag megterhelő a gyógytornász számára, sőt ártalmas lehet az egészségére (pl. derékfájdás stb.)

A REHAROB projekt a rehabilitációs folyamat támogatására ezért olyan rehabilitációs technológiát és ehhez szükséges berendezést kíván kifejleszteni, mely – reményeink szerint - hozzájárul a rehabilitáció eredményességének javulásához

2. A REHAROB projekt bemutatása:

A REHAROB pályázatot 1999. júniusában az 1. ábrán felsorolt partnerek adták be az Európai Unió 5. K+F Keretprogramja, Információs Társadalom Technológiai alprogramjának pályázati felhívására, kutatási és technológia demonstrációs projektként. A pályázat két kulcsakciót jelölt meg: 1.2.2.: Klinikai, biológiai, szervezési és képzőképző rendszerek az egészségügyi szakszemélyzet részére, ill. 1.3.1.: Az önálló életvitelt segítő rendszerek és szolgáltatások. A pályázat elfogadása után az Európai Bizottsággal 1999 őszén folytatott több forduló tárgyalás során öltött végleges formát a REHAROB projekt szerződése.



1. ábra: A REHAROB projekt résztvevői

A projekt lényegesebb adatai:

- A projekt futamideje: 2000. január 1. – 2002. december 31.
- A projekt humán erőforrás igénye: 288 hónap.
- A projekt teljes költségvetése: 1 599 501 Euro
- Az Európai Bizottság támogatása: 1 386 000 Euro

A kutatási és fejlesztési projektekkel szemben általános elvárás, hogy egy vagy több eredmény hosszabb távon, a projekt befejeződése után is az Európai Unió és a programhoz társult országok javára hasznosuljon. Mivel a REHAROB projektben mindössze egy ipari partner vesz részt, a projekt az eredmények projekt utáni "gyártását", "működtetését" a szellemi tulajdon védelmét figyelembe vevő alvállalkozói programmal kívánja szavatolni. Az 1. ábrán feltüntetett két alvállalkozón (Teta Bt., ABB) kívül a következő beszállítók fogják segíteni a projekt munkáját:

- A1 Műszaki Fejlesztő Kft.: UniForce 6 komponenses erő- és nyomaték mérő rendszer,
- LBT Kft.: ortézis rendszer,
- Eltronic Ltd, BG: méterséges felső végtag.

3. A REHAROB munkaprogramja

A REHAROB projekt öt célkitűzést fogalmazott meg:

- A gyógytornász által végzett felsővégtagi neuro-rehabilitációs gyakorlatok korlátjainak felmérése ;
 - Új, hatékonyabb rehabilitációs gyakorlatsorok kidolgozása;
 - Korszerű és intelligens technikák alkalmazása a terápiában;
 - Ipari robotok alkalmazása a felső végtagi rehabilitáció segítésére;
 - REHAROB elnevezésű diagnosztikai és rehabilitációs állomás tervezése, megépítése és klinikai tesztelése;
- A célkitűzések eléréséhez a munkát öt szakmai és három adminisztratív munkacsomagba osztottuk:

1. A jelenleg alkalmazott gyógytorna gyakorlatok biomechanikai elemzése, modellezése, mérése és adatbázis kialakítása. A felhasználói igények megfogalmazása, ezek alapján a terápiás állomással szemben támasztható műszaki követelmények definiálása, és az állomás kereskedelmi berendezéseinek kiválasztása.
2. A gyógytorna folyamatát felügyelő és dokumentáló rendszer kialakítása. Ez magába foglalja a megfelelő érzékelőkkel ellátott mozgásanalizáló rendszert, továbbá a szükséges számítástechnikai eszközöket. A második projektévben egy mesterséges felsővégtag is kifejlesztésre kerül a robot tesztelése céljából.
3. A kiválasztott ipari robot adaptálása.
4. Új módszerek és berendezések kifejlesztése agysérült betegek felsővégtagi mozgásterápiájához.
5. A REHAROB állomás prototípusának összeállítása és klinikai tesztelése.
6. Eredmények terjesztése és hasznosítása.
7. A kutatómunka minőségbiztosítása.
8. Projekt menedzsment.

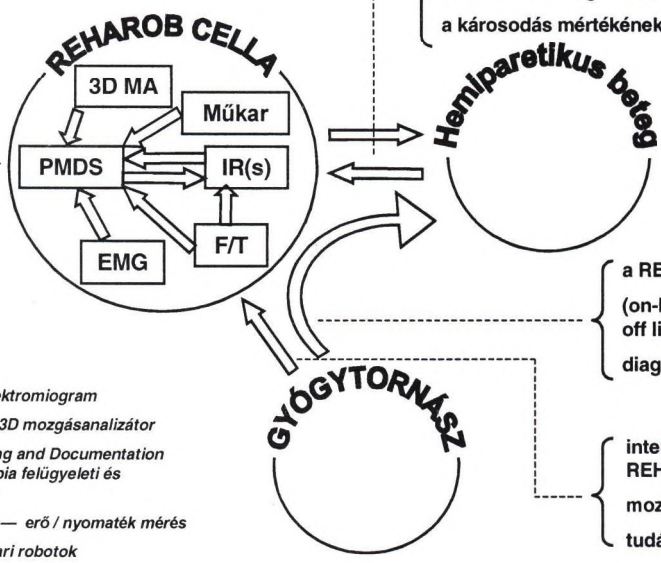
4. A REHAROB állomás koncepciója

A spasticus hemipareticus betegek gyógytornáztatása különleges felügyeleti funkciókat igényel, gépesítése a projektben végzett piac- és irodalomkutatás szerint nem megoldott. A 2. ábra mutatja, hogy a projekt három fajta érzékelő rendszer által gyűjtött adatokat kíván felhasználni a beteg gyógytornáztatás közbeni állapotának felmérésére: mozgásmérés, erő- és nyomatékmérés, izomfunkció mérés. Ezeket a méréseket a gyógytornász által végzett tornáztatás közben (diagnosztikai funkció), és a robottal végzett tornáztatás közben (felügyeleti-biztonságtechnikai funkció) is végrehajtjuk. A projekt biztonságtechnikai protokollja szerint a robotos gyógytornáztatást a szimulációs ellenőrzés után, de a betegen végrehajtott tornáztatás előtt meg kell előznie egy szintén a projekt keretében kifejlesztésre kerülő mesterséges felső végtaggal végzett próbának.

Magát a gyógytornát két ipari robot fogja végezni a fent leírt felügyeleti rendszer működése mellett. A 3. ábra mutatja, hogy a kisebbik ipari robot a beteg felkarjához, a nagyobbik robot pedig a beteg alkarjához csatlakozik egy-egy érzékelő berendezéssel ellátott ortézis segítségével. A rehabilitációs robottechnikai kutatásokat elemezve megállapítható, hogy két ipari robottal végzett és a végtagot a teljes mozgástartományában térbeli, kinematikai, és kinetikai korlátok nélkül mozgó berendezés világújdonságnak számít. A REHAROB projekt célkitűzéseireh legközelebb egy európai: MULOS [3], és két Egyesült Államokbeli: MIME [4], MIT-MANUS [5] kutató projekt áll. (A MULOS és a MIME projektekkel már személyes kapcsolat is kiépült.) A REHAROB projekt mottója, hogy „Épít megelévő elemekből” érvényesül a gyógytornáztató állomás minden építőeleménél, de mégis leginkább az iparban széles körben használt, magyar, európai és nemzetközi szabványok sorának megfelelő, megbízható és biztonságos ipari robotokra. A REHAROB projekt azt reméli, hogy így elérhető a közvetett termékköltségek csökkenése, és a REHAROB állomás versenyképesebb lehet egy célberendezésnél.

REHAROB háromszög

- a mozgásterápia intelligens identifikációja
- a mozgásterápia dokumentálása
- tudáskinyerés a mozgásterápiából
- a mozgásterápia biológiai, neurológiai modellezése
- intelligens robot kontroll
- a mozgásterápia megjelenítése és szimulációja



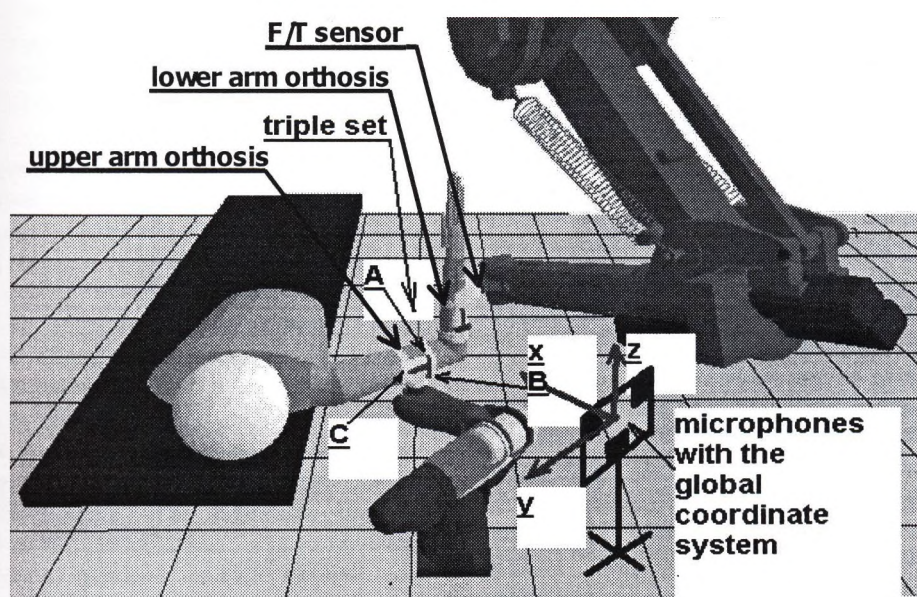
- a mozgásterápia végrehajtása
- a mozgásterápia on-line felügyelete
- a károsodás diagnózisa
- a károsodás mértékének meghatározása

- a REHAROB cella programozása (on-line teaching/play back, off line teaching/play back)
- diagnózis

- interaktív konzultáció a REHAROB cellával
- mozgásterápia előírása
- tudás átadás

- EMG - Electro Miogram — elektromiogram
- 3D MA - 3D Motion Analyser — 3D mozgásanalizátor
- PMDS - Physiotherapy Monitoring and Documentation System — mozgásterápia felügyeleti és dokumentálási rendszer
- F/T - Force / Torque sensors — erő / nyomaték mérés
- IR - Industrial Robots — ipari robotok

2. ábra: A REHAROB háromszög



3. ábra: A REHAROB állomás koncepciója

A PMDS, a Gyógytornáztatás Felügyelő és Dokumentációs Rendszere a REHAROB állomás agya. A kötelező diagnosztikai, jegyzőkönyv készítési és felügyeleti funkciók szoftveres realizálásán túl, a PMDS mesterséges intelligencia eszközöket fog használni a biomechanikai vizsgálatok értékelésében, a személyre szabott terápia megállapításában, a szükséges mozgásprogramok elkészítésében.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkát és a cikk megjelenését az Európai Unió IST-1999-13109 számú REHAROB projektje támogatta.

Irodalomjegyzék

- [1] Szél I: Rehabilitáció stroke után. In: Katona Sieglér (szerk.): Orvosi Rehabilitáció: 139-146. Medicina, Budapest, 1999.
- [2] Fehér M. Dénes Z: Neuro-rehabilitáció az Orvosi Rehabilitációban, Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, 1999
- [3] Johnson G. R. Valeggi R., Parrini G., et al. MULOS - A new motorised upper limb orthotic system. Proceedings the 9th World Congress, International Society for Prosthetics and Orthotics, Amsterdam, Netherlands, June 28 - July 3, 1998. p53
- [4] Lum P. S., Burgar C. G., Loos H.F.M. V. The use of a robotic device for post-stroke movement therapy. Proceedings of the International Conference on Rehabilitation Robotics. April 14-15, 1997. Bath, U.K. pp, 347-352
- [5] Hogan N., Krebs H. I., Charnnarong J., Srikrishna P., Sharon A. MIT-MANUS: a workstation for manual therapy and training II. Proc Teleman Tech - SPIE: Intl Soc Optical Eng, 1833, Nov. 1992.

Levelezési cím

Dr.Kocsis László
1024 Budapest
Káplár u. 10/b
Email:kocsis@mm.bme.hu

Magyarnyelvű oktatói segédprogramok a BLISS nyelvhez

Sikné Dr. Lányi Cecília, Simon Csaba, Papp Zoltán

Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek, Veszprém

Abstract

Ebben a cikkben bemutatjuk a kommunikációban sérült emberek rehabilitációjának segítésére készített BLISS táblakészítő programokat. A magyar Bliss központ részére készítettünk két programot: egy Windows operációs rendszer alatt futó és egy platformfüggetlen táblakészítő programot.

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb teret hódít az informatika, sajnos azonban a rehabilitációs céllal készülő szoftverek még mindig kívül esnek az üzleti szféra érdekein, ezért jóval kevesebb támogatást élvezhetnek. Így került sor arra, hogy a kommunikációban sérült személyek oktatásában segítséget nyújtó programokat készítsünk [1]. Elkészítettünk egy Windows operációs rendszeren futó és egy platformfüggetlen BLISS táblakészítő programot, melynek célja a BLISS nyelvet oktatók munkájának megkönnyítése, a BLISS nyelvet használók támogatása. A BLISS nyelv olyan emberek kommunikációját hivatott segíteni, akik idegrendszeri sérülésük miatt értik a beszédet, de nem tudnak írni, olvasni és beszélni. Ezért ők a nyelv szimbólumainak segítségével előre elkészített és táblákba foglalt kis piktogramokkal kommunikálnak. A nyelv előnye abban rejlik a többi piktogramokat használó nyelvvel szemben, hogy a piktogram jelentését nem csak a képi hasonlóság határozhatja meg, így jóval bonyolultabb érzelmek és fogalmak is kifejezhetőek vele. Hátránya, hogy a piktogramok nehezebben tanulhatóak, és megrajzolásuk is nehezebb, pontos mérnöki munkát igényel. Az általunk készített programok abban segítenek az orvosoknak és a szülőknek, hogy a táblák elkészítését akár otthon, pillanatok alatt elvégezhessék, a szimbólumok megrajzolásához szükséges ismeretek nélkül.

2. A BLISS nyelv

A Bliss nyelvet Charles Kasiel Bliss 1949-ben alkotta meg. A nyelv matematikai tisztaságú, logikusan felépített jelképnyelv, melyet azzal a céllal alkotott, hogy azt a világon bárki egyszerűen elsajátíthassa és megérthesse. Ezzel az egységes világnyelvvel a ma élő nyelvek sokféleségéből adódó meg nem értést kívánta kiküszöbölni. Eredeti törekvésétől eltérően ma ez a

nyelv a beszédképtelen emberek körében használatos, egyike a nem beszéden alapuló kommunikációs módszereknek. A BLISS nyelv gyakorlati jelentőségét mutatja az a tény, hogy azt a világon 30 országban több mint 60 000 ember használja egyedüli kommunikációs lehetőségként [2].

Bliss elkülönítette az emberi beszéd száz alapvető jelentéselemét, amelyeket a leggyakrabban használunk, s ezek lettek az új nyelv alapkövei. 1949-ben Semantography címen adta ki Sydneyben az általa kifejlesztett nyelvről szóló könyvet. Egész életét ezen nyelv tökéletesítésére fordította, bár sokáig senki nem figyelte fel munkásságára. Végül 1971-ben egy, a beszédképtelen gyermekek oktatási problémáival foglalkozó, torontói gyógypedagógus munkacsoport fedezte fel a BLISS nyelv jelentőségét, s ők kezdték el alkalmazni azt. A speciális felhasználási terület miatt a nyelvet Bliss további jelképekkel egészítette ki. A torontói munkacsoport ma Blissymbolics Communication International (BCI) néven működik. Olyan nemzetközi intézet, amely mind az elméleti kutatások, mind a gyakorlati felhasználás központja.

Ahhoz, hogy minden szempontból megfelelő programot készíthessünk, mindenképpen szükség van a BLISS nyelv sajátosságainak ismeretére, valamint a leendő felhasználók igényeinek felmérésére. Elsőként tekintsük át, mi jellemzi a BLISS nyelvet, milyen jelképek alkotják és hogyan épül fel [2]! A BLISS nyelv jelképekből épül fel, melyekből különböző szabályok segítségével mondatokat alkothatunk. A jelképek megrajzolása szigorú mérnöki munkát, pontosságot követel meg, hiszen már kisebb módosulások is jelentésbeli különbséget hordoznak. Nem mindegy például, hogy az egyes grafikai elemek mekkora méretűek, illetve hogy azok hol helyezkednek el egymáshoz képest, az ún. jelképnégyzeten belül. A jelképek olyan egyszerű grafikai elemből épülnek fel, mint amilyen a szabályos kör, a négyzet, a derékszögű és az egyenlő oldalú háromszög, vagy az egyenes vonal (1. ábra).

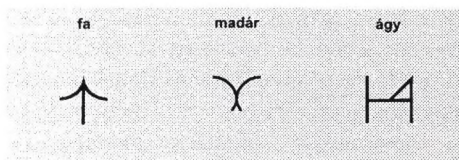


1. ábra: Alapjelképek

A felsorolt grafikai elemek azonban nemcsak egyféle méretben alkalmazhatóak: a jelképek teljes, fél és negyed méretet is tartalmazhatnak. Vannak azonban a fentiekén túl olyan elemek is, amelyek – ellentétben az eddigiekkel – kizárólag teljes méretben fordulnak elő.

Ilyenek például a szív, a vízszintes és a függőleges hullámvonal is.

A bemutatott grafikai elemeket összekapcsolva, variálva kapjuk a különböző, önálló jelentéssel bíró jelképeket – így válnak az egyszerű formák jelentést hordozó objektumokká és segítik a sérült emberek kommunikációját. A jelképek között vannak piktogramok, ideogramok és egyéb jelképek is. A piktogramok olyan képszerű jelképek, melyek az ábrázolni kívánt tárgyra hasonlítanak, annak formáját imitálják egyszerűsített módon. Ezeket a jelképeket nagyon egyszerű elsajátítani és használni, ezért kisgyermek vagy súlyosan sérült is könnyedén kommunikálhatnak a segítségükkel, egyúttal a BLISS nyelvvel ismerkedők számára kiindulási pontot adnak. Néhány példa a piktogramokra: (2. ábra)



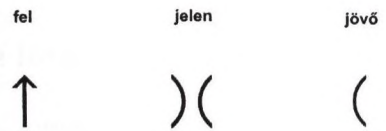
2. ábra: Piktogramok

Az ideogramok ezzel szemben nem direkt módon, sematikusan ábrázolják az adott dolgot, hanem a fogalom legjellemzőbb tulajdonságát emelik ki és ábrázolják. Például a szív forma az „érzés, érzelem”, a két függőleges vonal között elhelyezett pont a „között, közé” jelentést hordozza, a két rövid vonalból álló, ház- vagy sátrötetőre emlékeztető jelkép pedig a „védelem” fogalom megfelelője. Az ideogramok közül néhány (3. ábra):



3. ábra: Ideogramok

Vannak olyan jelképek, amelyek esetében nem határozható el egyértelműen, hogy piktogramról vagy ideogramról van szó, hiszen a sematikus forma az adott dolognak, fogalomnak egyúttal a leglényegesebb vonását ábrázolja. Vannak ezeken túl egyéb jelképek is, amelyek viszont egyik csoportba sem sorolhatóak: ide tartoznak például a központozás jelképei, az időbeli viszonyok kifejezésére szolgáló jelképek, néhány, Bliss által alkotott alapjelkép, valamint azok a nemzetközi jelképek, amelyek általánosan ismertek és elfogadottak. Az egyéb jelképekre példák a következők: (4. ábra)



4. ábra: Egyéb jelképek

Az ideogramok és az egyéb jelképek segítségével már lehetővé válik a bonyolultabb gondolatok kifejezése is, a toldalékolás és központozás pedig összetett mondatok megfogalmazására is módot ad.

Az egyszerű grafikai elemekből felépülő jelképeket minden esetben ún. jelképnégyzetekbe kell elhelyezni. A jelképnégyzet mérete egységnyinek tekintendő – a grafikai elemek és formák méretei ehhez viszonyíthatóak. A jelképnégyzetben való elhelyezés is fontos a jelentés szempontjából, ezért különös figyelmet kell fordítanunk a jelképnégyzet három kiemelt vonalára (égvonal, középvonal, földvonal).

A jelképek között vannak egyszerű és összetett jelképek is. Az egyszerű jelképek nem bonthatók önálló értelemmel rendelkező kisebb jelentésegységekre. Ezek a jelképek alkotják a BLISS nyelv alapjait – maga Bliss határozta meg az emberi kommunikáció mintegy száz alapfogalmát, amelyek segítségével minden lehetséges gondolat kifejezhető. A száz alapjelképen túl vannak összetett jelképek is, amelyek kettő vagy több egyszerű jelképből állnak. Az összetett jelkép létrejöhet az egyszerű jelképek egymás után rendezésével, egymásra helyezésével, vagy e kettő kombinálásával.

A BLISS nyelvnek is megvan a maga ábécéje, amely a jelképek egymásutániségát határozza meg, hasonlóan más nyelvek ábécéihez. A BLISS-ábécé elemei egyszerű jelképek vagy pedig jelkép-alkotórészek.

A BLISS nyelvben a jelképek minden esetben a jelkép által kifejezett fogalommal, szóval együtt állnak: a jelkép felett egy, esetleg két szó áll. A sérült személy így a jelképet használja kommunikálásra, míg az egészséges beszélgetőpartnert a fölé írt szavak segítik. A szavakkal kommunikálni nem képes egyén környezetének így nem muszáj elsajátítani a jelképeket, illetve ez a rendszer biztosítja azt is, hogy az illető a BLISS nyelvet nem ismerőkkel is képes legyen megértetni magát.

A BLISS nyelv alkalmas mondatok, vagy bonyolultabb nyelvtani szerkezetek kifejezésére is. Meghatározott jelképek segítségével lehetőség van például az igeragozásra, az igeidők kifejezésére, a főnévragozásra (például a többes szám vagy a tárgy jelzésére), a birtokviszony kifejezésére, vagy a melléknevek fokozására.

Ismerve grafikai elemek méretének, azok egymáshoz képest való megrajzolásának, távolságuknak, valamint a jelképnégyzetben való elhelyezésnek a fontosságát, már érthető, miért van szükség a pontosságra, és miért kiemelten fontos ennél a jelképnyelvnel a számítógépes programok alkalmazása.

kommunikációhoz alapvetően szükséges fogalmakat, kifejezéseket tartalmazza. Ez az állomány azonban tetszőlegesen bővíthető az új szimbólumok hozzáadása funkcióval. Tartalmaz továbbá a program egy tábla adatbázist is, mely lehetővé teszi, a különböző, a kommunikációs táblák oktatását segítő elterjedt berendezésekhez szükséges speciális táblák adatainak betöltését, azok elnevezése alapján, így jelentősen csökkentve a létrehozásukhoz szükséges időt. Természetesen ez az adatbázis is bővíthető a programból a táblasablon-szerkesztő funkcióval.

5. Tesztelés, vélemény

A tesztelés célja, a programban esetleg előforduló hibák felderítése és javítása, hogy a felhasználó már egy tökéletesen, az elvárásainak megfelelően működő terméket kapjon kézhez.

Az egység tesztelésénél azt vizsgáltuk, hogy egy új egység (eljárás) megfelelően működik-e, végre hajtja-e a feladatát, a szükséges adatok megadása után. Az alrendszer tesztelésénél kellett az egységek közötti kapcsolatokat figyelembe venni, illetve megvizsgálni a közöttük lévő interfészek megfelelő működését. Végül a rendszer teszt volt az, ahol az alrendszerek közötti kapcsolatokat vizsgáltuk, tehát az egész rendszert egyben. A rendszert két szempontból kellett tesztelni, egyrészt a mindennapi használatban előforduló értékekre, azaz a várt adatokra, például egy konkrét tábla megtervezésével, illetve az előre nem várt eseményekre.

6. Összefoglalás

Elkészítettük a BLISS kommunikációs tábla szerkesztő programokat, amelyek lehetővé teszik a kommunikációs táblák egyszerű és gyors elkészítését, egy számítógép segítségével. Ezzel betöltik azt az űrt, ami ezen a területen eddig uralkodott. Bár léteztek már előtte is táblaszerkesztő programok, de azok nem a BLISS nyelvhez készültek, és nem is mind támogatta a magyar nyelvet sem. A számítástechnika területén ugyan nem meglepő a magyar nyelv támogatásának a hiánya, mert ennek az alapvető nyelvének az angol számít, azonban az elkészült táblák mindennapi használatára nem csak ilyen környezetben lehet szükség, így itt elengedhetetlen a magyar nyelvű feliratok használata.

Had idézzük Dr. Kálmán Zsófia, a Bliss Központ vezetőjének véleményét:

„Az elkészült programokat azért tartom jelentősnek, mert egy olyan problémát oldanak meg, amely az oktatóknak sok nehézséget okoz. Azok a súlyosan sérült, beszédképtelen növendékek, akik Bliss jelképek használatára szorulnak, egyéni ütemben, egyéni módon tanulnak, s az általuk használt táblának pontosan, időben és tematikában is követnie és tükröznie kell az adott helyzetet. Egy ilyen időről, időre felújított vagy egy egyéni élethelyzetet tükröző táblának az elkészítése, komoly feladatot ró az oktatóra. Ezt könnyítik meg a táblaszerkesztő programok, amelyeknek előnye még a továbbfejleszthetőség. Külföldön ez ilyen típusú programok jól ismertek, de magyar nyelven ezek az első jól használható, nyomtatható, könnyen kezelhető, számítógép kezelésben nem járatos gyógypedagógusok részére is kitűnően használható programok.”

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük Dr. Kálmán Zsófia szakmai tanácsait és segítségét.

Referenciák

- [1] Mester L., Szentmarjay T., Varga I., S. Lányi C.: Magyar nyelvű BLISS program a kommunikációban hátrányos helyzetűek megsegítésére, XXI. Neumann Kollokvium, 1998, 189-192. old.
- [2] Dr. Kálmán Zsófia: Kommunikáció Bliss nyelven, Bliss Alapítvány, 1989
- [3] Simon Csaba: Magyar nyelvű platform független oktatói segédprogram a Bliss nyelvhez, Diplomadolgozat, Veszprémi Egyetem KNT 2000
- [4] Papp Zoltán: Magyar nyelvű oktatói segédprogram a Bliss nyelvhez a Windows operációs rendszerre, Diplomadolgozat, Veszprémi Egyetem KNT 2000

Levelezési cím:

Sikné Dr. Lányi Cecília

8200, Veszprém, Egyetem u. 10. Veszprémi Egyetem, KNT

e-mail: lanyi@almos.vein.hu

Multimédiás képességfelmérő alkalmazás halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek számára

Szabó Julianna, Csuti Péter, Páll Attila, Sikné Dr. Lányi Cecília, *Molnárné Lányi Ágnes
Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék, Veszprém
*Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai
Szolgáltató Központ, Budapest

Absztrakt

A magyarországi Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ felkérésére olyan multimédiás képességfelmérő alkalmazást készítettünk, mely nagymértékben megkönnyíti a halmozottan fogyatékos gyermekek vizsgálatát. A program tesztelését halmozottan fogyatékos és egészséges gyermekek segítségével végeztük. A cikkben ismertetjük a programot, és a vizsgálat során kapott eredményeket.

1. Bevezetés

Olyan multimédiás programot fejlesztettünk ki a Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ felkérésére, melynek segítségével könnyebben meghatározhatóak a halmozottan fogyatékos gyermekek képességei.

A program elkészítésénél a S.O.N. (Snijders – Oomen) nem verbális pszichológiai teszt feladatainak alapötleteit használtuk fel. Az elsődleges cél az volt, hogy a feladatok egyetlen billentyű segítségével legyenek megoldhatóak, mivel a mozgássérült gyermekeknek nehézséget okoznak a finom, precíz mozgások, így például az egér mozgatása. Ugyanakkor gondoltunk azokra a gyermekekre is, akiknek nem okoz problémát az egér mozgatása, így a feladatok egér segítségével is megoldhatóak.

A cikkben részletesen bemutatjuk a programot, és a kipróbálás során kapott eredményeket.

2. A S.O.N. teszt [1]

A Snijders – Oomen próba nem verbális – intelligenciavizsgálatra alkalmas – nyolc részből álló tesztsorozat. Eredetileg süketnéma gyermekek számára készült, de jól használható minden esetben, amikor a verbális kommunikációban gátolt, akár hallási fogyatékos, akár extrém szorongás, autizmus, dadogás, depresszió vagy más ok áll fenn. 3 – 16 éves korig alkalmazható.

A intelligenciát a következő pszichológiai aspektusokból vizsgálja a S.O.N. teszt:

- I. Formaészlelés.
- II. Szemléletes összefüggések felismerése.
- III. Absztrakciós készség.
- IV. Közvetlen emlékezet.

A teszt felépítése a fenti szempontok szerint a következő:

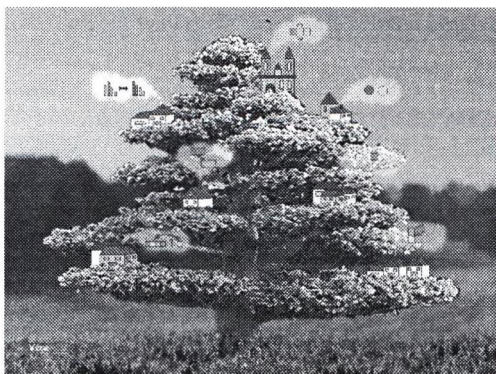
- I. Formaészlelés vizsgálat. Téri alakzatok analízise és szintézise.
 1. Szubteszt: „A” – mozaik.
„B” – mozaik.
Kockafigurák kirakása.
 7. Szubteszt: Rajzolás.
 - a. Másolás.
 - b. Figura-kiegészítés.
- II. Szemléletes összefüggések felismerése.
 3. Szubteszt: Kombináció.
 - a. Képösszerakás.
 - b. „A” képrendezés.
 - c. „B” képrendezés.
 5. Szubteszt: Kiegészítés.
 - a. Felezett képek.
 - b. Összetartozó képek.
 - c. Képkiegészítés.
- III. Az absztrakciós készség vizsgálata.
 4. Szubteszt: Analógiák.
 - a. Soralkotás.
 - b. Képanalógia.
 - c. Figura – analógia.
 8. Szubteszt: Szortírozás.
 - a. Lapocskák szortírozása.
- IV. A közvetlen emlékezet vizsgálata.
 2. Szubteszt: Emlékezet képekre.
 - a. „A” képsor.
 - b. „B” képsor.
 6. Szubteszt: Knox – kockák.

A tesztsorozat teljes anyagából mi a 2. 3. 4. 5. 8. szubteszteket választottuk ki ötletként, hasonló feladatok kidolgozására.

3. A szoftver részletes leírása

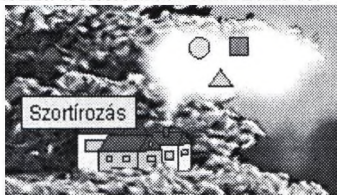
3.1. A program menüszerkezete

Az egész programnak, az „évig érő fá”-t ábrázoló főmenü ad keretet (1. ábra). A fán található házak jelképezik a választható menüpontokat. A házakhoz rendelt feladatokat a füstfelhőkben látható ábrák szimbolizálják (2. ábra).



1. ábra: A program főmenüje

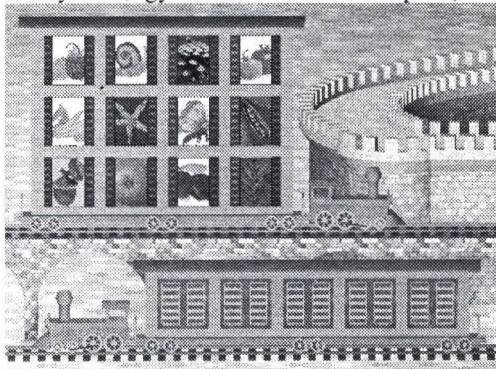
A házakra kattintva, egy almenübe jutunk, ahol kiválaszthatjuk a nekünk megfelelő részfeladatot. A jó közérzetet fokozza a kellemes háttérzene is.



2. ábra: A szortírozás menüpont

3.2. A feladatok bemutatása

Minden feladatban különböző számú és méretű képet kellett megjeleníteni. Figyelembe kellett vennünk, hogy a feladat szempontjából lényegtelen részek ne vonják el a vizsgált személy figyelmét, ugyanakkor a kezelői felület egy egységes egészet alkosson, mely igazodik a gyermekek érzélemvilágához. Ezért döntöttünk úgy, hogy vonatok hozzák be a képeket. A bejövő vonat megállása után az ablakok kinyílnak, így válnak láthatóvá a képek (3. ábra).



3. ábra: Egy feladat kezdete

A számítógép interaktív jellege, ahogy azonnal, dallam, sípolás, vagy mosolygó arc formájában jutalmazza a helyes választ, nagyon nagy motiváló erőt jelent.[2] A gyermek fejlődése, fejleszthetősége érdekében nagyon fontos a meghittség, együtt érző magatartás, a kellő elismerés és a dicsérő szó.[3] Ezért a programban egy királynő dicséri meg a gyermeket minden helyes megoldás esetén. Szóbeli dicséret mellett, varázspálcájából csillagokat szórva buzdítja a gyermeket. Hibás választás esetén, a királynő

újabb próbálkozásra biztat. A királynő feladatai közé tartozik továbbá az adott feladat részletes ismertetése.

I. Emlékezet képekre:

Ez a feladattípus a közvetlen emlékezetet vizsgálja. Az „A” feladatsorban egyetlen kép két másodperces exponálása után, a gyermeknek hat kép közül kell kiválasztania a korábban látottat.

A „B” feladatsorban már öt képet mutatunk meg egymás után, és tizenkettő képből kell kiválasztania az öt megfelelőt.

II. Felezett képek:

A feladat, a szemléletes összefüggések felismerését vizsgálja. A vizsgált személynek megmutatjuk négy kép felső felét, majd az alsó feleket egymás után megmutatva, a gyermeknek meg kell találnia az összeillő párokat.

III. Képrendezés:

Ez a feladat, ugyanúgy, mint a felezett képek, a szemléletes összefüggések felismerését vizsgálja. Négy képből álló képsorozatot összekeverve mutatunk meg a vizsgált személynek, akinek ezt helyes sorrendbe kell raknia. Pl.: 1. kép: a fiú megírja a levelet, 2. kép: borítékba rakja, 3. kép: viszi a levelet a postaláda felé, 4. kép: bedobja a postaládába.

IV. Összetartozó képek:

Ennél a feladattípusnál a vizsgált személynek megmutatjuk egy kép pár egyik felét. A vizsgált személynek négy látszólag odaillő kép közül kell kiválasztania a legmegfelelőbbet.

V. Analógiák:

Ez a feladat az absztrakciós képességet vizsgálja. Három részből áll:

- ♦ Soralkotás: Egy elkezdett ritmikus sort kell az adott pálcikákkal folytatni. Pl.: fehér pálcika, zöld pálcika, fehér pálcika, zöld pálcika, ... Négy ilyen sort kell befejeznie a vizsgált személynek.
- ♦ Képanalógia: Ebben a feladatban képek ellentétét kell kiválasztani. Pl.: közel – távol, gyors – lassú.
- ♦ Figuraanalógia: Két halmazba sorolt geometriai alakzatokat kell párosítania a vizsgált személynek. Pl.: egyik halmazban: üres kör, üres négyzet; másik halmazban: tele kör, tele négyzet.

VI. Szortírozás:

Egy halmaz elemeit kell három diszjunkt halmazba csoportosítani, különböző szempontok szerint:

- ♦ Szín szerinti osztályozás, azonos forma mellett.
- ♦ Forma szerinti szortírozás, különböző színek esetén.
- ♦ Különböző formák szín szerinti szortírozása.

VII. Képösszerakás:

Ez a feladattípus a szemléletes összefüggések felismerését vizsgálja. Itt a vizsgált személynek egy három részre vágott képet kell helyesen összeállítania, mint a hagyományos puzzle játéokban.

A halmozottan fogyatékos mozgáskorlátozott gyermekek oktatásában szükség van egyéni

korrekciós foglalkozások szervezésére, egyéni fejlesztési programokkal, differenciált feladatadással, részképesség zavarok korrekciójára, tanulási problémák megoldására. Speciális eszközrendszer alkalmazására van szükség a tanulás során. Felsővégtag károsodás, finommotoros zavarok tanulást nehezítő tényezőinek korrekciója speciális megsegítéssel és módszerekkel lehetséges.[4] Ezért fejlesztettük úgy a programot, hogy egyetlen gomb (SPACE) lenyomásával lehessen megoldani a feladatokat. Azért esett a SPACE billentyűre a választásunk, mert az hagyományos billentyűzeten is könnyen elérhető, emellett az IntelliKeys billentyűzet használatára is lehetőség nyílik. Ez egy kifejezetten mozgáskorlátozottak számára kifejlesztett beviteli eszköz. A pozicionálást a program egy ciklikusan körbejáró keret segítségével végzi. Akkor kell a billentyűt lenyomnia a vizsgált személynek, amikor az általa kiválasztott képhez ér a keret. A keret tovább-lépése a következő képre két másodpercenként történik, mivel elegendő reagálási időt kell hagyni a vizsgált személynek. Ugyanakkor ennél hosszabb várakozási idő vonatottá teszi a feladatmegoldást. A megnyugtató környezet kialakításához olyan háttérzenét választottunk, amely nem zavarja a vizsgált személyt a koncentrálásban, de lehetőség van ennek kikapcsolására is.

4. Tervezés

Ebben a multimédiás programban számos különböző médiatípust használtunk fel (kép, hang, animáció), emellett az interaktivitás biztosítására is szükség volt. Ezért a Macromedia Director 7 multimédiás fejlesztőkörnyezetet választottuk a szoftver elkészítéséhez [5].

A fejlesztés első lépésében a főmenüt terveztük meg, melynek során a legfontosabb szempontnak az áttekinthetőség mellett a gyermekekhez közelálló összkép kialakítását tekintettük. Így végül az „éig érő fa” elképzelés mellett döntöttünk. Ezután konkretizáltuk a különböző fejlesztői részfeladatokat. Erre azért volt szükség, mert ezáltal lehetőség nyílt a csapatmunkára. A következő feladatkörök alakultak ki:

- A feladatokhoz használt kép- és hanganyag.
- A kezelői felület és az ehhez tartozó animációk.
- Multimédiás keretprogram.

4.1. A feladatokhoz használt képanyag

A feladatokhoz nagy mennyiségű képre volt szükség, ezeket több forrásból gyűjtöttük össze:

- Gyermekek számára készült képességfejlesztő könyvekből.
- Internetes fotók közül.
- Óvodai társas- és logikai játékokból.

Ezért többféle méretű és minőségű képanyag gyűlt össze, melyet egységes méretre és színmélységre kellett átalakítani. Ezenkívül a szkennelt képeket retusálni kellett. Így változatos, a gyermekek érzelmvilágának megfelelő képekhez jutottunk, melyek már használhatóvá váltak a multimédiás szerkesztőprogram (Director) számára.

4.2. A kezelői felület és az ehhez tartozó animációk

A kezelői felület megtervezésében a következő szempontokat vettük figyelembe:

- A tekintet megfelelő vezetése.
- A feladat szempontjából lényegtelen részletek ne vonják el a vizsgált személy figyelmét,
- Ugyanakkor egy egységes egésznek alkosanak.
- Igazodjon a gyermekek érzelmvilágához.

Ezen megfontolások alapján döntöttünk a vonatkozó alkalmazó megoldás mellett.

Arra is gondoltunk kellett, hogy mivel gyermekek részére készült a program, szükség van egy segítőre, aki a vizsgált személlyel közli a feladat megoldásához szükséges instrukciókat, helyesen megoldott feladat után dicsér, ha a gyermek hibázik újabb próbálkozásra biztat. Itt is több lehetséges megoldás közül választottuk a királynőt.

4.3. A multimédiás keretprogram

Az előkészített kép- és hanganyagot a Director multimédiás szerkesztőprogram segítségével illesztettük össze. A feladatokhoz szükséges elemek halmaza itt alakult át működő, interaktív alkalmazássá. A vezérlést meghatározott időben lefutó scriptek végzik, melyek a Director Lingo [6] nyelvén íródtak. Ezek határozzák meg a feladat menetét, biztosítják az interaktivitást.

5. A tesztelés és eredményei

5.1. A tesztelés

A program tesztelését a budapesti Mozgásjavító Általános Iskola és Diákotthon elsős (9 éves) diákjaival végeztük. Kontrollcsoportként ugyancsak 9 éves veszprémi általános iskolásokat választottunk.

A tesztelés megkezdése előtt gyógypedagógus segítségével kiválasztottunk öt feladattípust:

- Szemléletes összefüggések felismerésének vizsgálatából: képösszerakás.
- Az absztrakciós készség vizsgálatából: soralkotás, figuraanalógia.
- A közvetlen emlékezet vizsgálatából: emlékezet képekre „A”, „B” képsor.

A gyermekek a tesztelés során egymás után ültek a számítógép elé és végeztek el a kiválasztott feladatokat. Mielőtt a gyermek hozzálátott volna a feladathoz, megmutattuk, hogy melyik gombot használhatja, és elmagyaráztuk a mozgó keret szerepét. Miután a program elindult, a királynő elmondta a feladatot, amit mi szükség esetén még egyszer elmagyaráztunk a gyermeknek. Mialatt a vizsgált személy a feladatot oldotta, papíron rögzítettük a kapott eredményeket, leírva adatait: életkorát, nevét, a kérdésekre adott helytelen válaszok számát.

A tesztelés során a gyógypedagógus, a pszichológus és a gyermekek segítségével számos olyan információhoz jutottunk, ami elősegítette a program további fejlesztését. Eredetileg a főmenüben a füstfelhőre kattintva jutottunk el az almenübe. De a tesztelés során minden felhasználó ösztönösen a házra próbált kattintani, ezért ennek megfelelően alakítottuk át a főmenüt. Így derült fény arra is, hogy van olyan gyermek, aki tudja használni az egeret, így számára a keret mozgása vontatottnak tűnt. Ezt úgy orvosoltuk, hogy beépítettük a programba az egerrel való működtetést is. A tesztelés előtt a mozgó keret rossz megoldás esetén a sor elejére ugrott, ami abban az esetben, amikor több kép helyezkedett el a képernyőn eléggé megnövelte a feladat megoldásának idejét, ezzel türelmetlenné téve a gyermekeket. Ennek láttán úgy alakítottuk át a programot, hogy a keret rossz megoldás esetén is továbbléljen. Ugyanakkor a soralkotás feladatot szívünk szerint lerövidítettük volna, de egy pedagógus szerint a gyermeknek meg kell tanulnia, hogy a feladat az elejétől a végéig feladat. Ez növeli az összpontosítást és a köteleességtudatot.

A program megírásakor ügyeltünk arra, hogy olyan környezetet alakítsunk ki, amelyben lehetőség nyílik arra, hogy játékosabb, oldottabb hangulatban vizsgáljuk a gyermekek képességeit, így könnyebb a figyelmüket a tesztre irányítani.

„Csináljon bármit, ami nyitogatja szemét és eszét, szaporítja tapasztalatait.

Ő azt hiszi: csak játszik.

De mi már tudjuk, hogy mire megy a játék.

Arra, hogy e világban otthonosan mozgó eleven eszű és tevékeny ember váljék belőle.”[7]

5.2. Eredmények

A kiválasztott öt feladatot 20 mozgássérült és 20 egészséges gyermekkel végeztettük el. Az így kapott eredményeket az 1. táblázat foglalja össze:

A próba eredménye	Mozgáskorlátozott Átlag hiba	Egészséges Átlag hiba	Szignifikancia szint
Emlékezet „A”	0,5	0	0,075
Emlékezet „B”	3,33	2	0,047
Soralkotás	1,7	0,93	0,002
Figuraanalógia	2	1,73	0,028
Képösszerakás	1,4	1	0,026

1. táblázat: Eredmények

A tesztelés során mozgáskorlátozott gyermekeket velük egykorú egészséges gyermekekkel hasonlítottunk össze. A mozgáskorlátozott gyermekek, iskolai tanulmányaik megkezdése előtt két éves előkészítő képzést kapnak, így az oktatás terén két évvel „le vannak maradva” a velük egykorú egészséges gyermekekhez képest. Ez okozza a táblázatból is jól látható szignifikáns különbséget a két kontrollesoport között. Emiatt célszerű az összehasonlító vizsgálatot nem azonos korú, hanem azonos oktatási szinten álló gyermek csoportok között elvégezni. A

jövőben érdemes lenne a vizsgálatot kiterjeszteni értelmi fogyatékos gyermekekre is.

6. Összefoglalás

Az információs társadalom gyermekei hozzászórtak a nagy információ tartalmú, színes képek, filmek, hangok áradatához, így figyelmüket már nem köti le a régi kártyás, fekete fehér tesztanyag. Feladatunk tehát az volt, hogy a S.O.N. tesztet alapul véve készítsünk egy olyan multimédiás programot, melynek segítségével felmérhetjük, hogy hogyan segíthetik egy gyógypedagógus munkáját ilyen és ehhez hasonló alkalmazások.

A program jól alkalmazható pszichológusok és gyógypedagógusok által vizsgált csoportokban, hiszen kezelése „felhasználóbarát”, nem igényel előképzettséget, bármely pedagógus könnyen elsajátíthatja használatát.

Köszönetnyilvánítás

Ezúttal szeretnénk köszönetet mondani:

- A Soros Alapítvány támogatásáért.
- A tapolcai Kertvárosi Óvoda dolgozóinak, különösképpen Páll Árpádné és Hosszúné Csarnai Júlia óvónőknek, a program szakmai értékeléséért.

Referenciák

- [1] F. Csányi Yvonne (szerk). „S.O.N.” kézikönyv
- [2] Robert Fisher. Hogyan tanítsuk gyermekeinket gondolkodni? 2000; 252. oldal.
- [3] Porkolábné Dr. Balogh Katalin. Komplex Prevenció Óvodai Program - „Kudarccal nélkül az iskolában.” 1997;
- [4] Dr. Illyés Sándor (szerk). Gyógypedagógiai Alapismertetek 2000; 557. oldal.
- [5] Richard S. Schifman, Yvonne Heinrich, Günther Heinrich. Multimédia Design Interaktív! 1997.
- [6] Norbert Welsch. Multimedia – Programmierung mit Lingo 1997.
- [7] Perlai Rezsóné. Az óvodáskor fejlesztő játéka 1999.

Levelezési cím:

Sikné Dr. Lányi Cecília

8200, Veszprém, Egyetem u. 10.

Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék

e-mail: lany@almos.vein.hu

Halmazottan fogyatékos mozgássérült gyermekek számára készült MEMORY játék számítógépes programja

Kosztján Zsolt, Hogyor András, Sikné Dr. Lányi Cecília, *Molnárné Lányi Ágnes
Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék, Veszprém
*Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai
Szolgáltató Központ, Budapest

Absztrakt

Olyan multimédiás memória és készségfejlesztő programot dolgoztunk ki a magyarországi Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ kérésére, amely nemcsak a halmazottan fogyatékos gyerekek számára megfelelő, de elősegítheti egészséges gyermekek tanulását. A programot kipróbáltuk mozgássérült és egészséges gyerekekkel is, melynek vizsgálati eredményeit tartalmazza ez a cikk.

1. Bevezetés

Egy memória és készségfejlesztő programot dolgoztunk ki a halmazottan fogyatékos gyerekek számára, de programunk elősegítheti az egészséges gyermekek tanulását is.

A multimédiás memóriaprogramban egy mindenki által ismert játékot elevenítettünk meg, melynek már létezik számítógépes változata, de mindez a mozgássérült gyermekek számára nem elérhető, mivel nem rendelkeznek olyan kontrollált finom mozgással, mely egy átlagos egészséges embernek természetes. Így számukra nem megfelelő eszköz az egér és a billentyűzet. Ezért készítettük el ezt a programot számukra is használható formában.

1.1 A memóriajáték

Az emberek többsége a számítógépek rendkívüli elterjedésével egyetemben megkívánják az egyre szemléletesebb oktató és szórakoztató programok meglétét. Ennek egyik példája a memóriajáték.

Ez az a játék, amely egyszerű voltánál fogva már régóta az ember egyik kedvelt játéka, melyet kártyával, lapokkal és modern számítógéppel tudunk játszani. Nagy szerepe van a rövid távú memória fejlesztésében, elősegíti a gyors gondolkodást, és ez ösztönözt minket arra, hogy ilyen irányú programot készítsünk.

A fejlesztés során ügyeltünk arra, hogy halmazottan fogyatékos mozgássérültek is használni tudják a programot. Ezért egy speciális billentyűzetet is teszteltük, amelyet kifejezetten mozgássérültek számára alakítottak ki.

1.2 A program célja

Célunk ezzel a programmal a sérült gyermekek, sőt akár felnőttek részére is könnyed kapcsolódást nyújtani úgy, hogy közben játszva tanulhatják meg a számokat, betűket, fejleszthetik memóriájukat. Ezen gyermekek szellemi és fizikai rehabilitációját kívánjuk elősegíteni.

A legtöbb memóriajáték sajnos csak egyfajta memóriajátékot tartalmaz, mely általában a kép a képhez keresés. A mi véleményünk, hogy ezt a játékot fel lehet használni további olyan feladatokhoz, mely elősegítheti iskolás gyermekek tanulását és egyben fejlődését.

2. A rehabilitáció

2.1 A rehabilitáció és a mozgássérültek fejlesztése

A rehabilitáció célja hozzásegíteni a beteg embereket ahhoz, hogy egészségét a lehető legnagyobb mértékben visszanyerje, és teljes életet élhessen a lehetőségeihez képest. Biztosítani számára a lehetőséget fejlesztőprogramok nyújtásával, hogy képességeit, készségeit a legvégsőkig kiaknázza teljes életet élhessen. A rehabilitáció legvégső és legfontosabb célja az önálló életre nevelés.[1]

Rehabilitáció keretében a megváltozott egészségi állapotot teljesen vagy részlegesen visszaállítják, és igyekeznek az egyént visszavezetni, visszahelyezni a mindennapi életbe. Megtanítják, hogyan éljen együtt megváltozott egészségi állapotával, milyen korlátai vannak, hogyan éljen ezekkel együtt, küzdje le őket vagy csökkentse amennyire, csak lehet az ebből adódó hátrányokat.[2]

A rehabilitációs foglalkozások célja az egyént újra a társadalom hasznos tagjává tenni. A megváltozott, vagy vele született egészségi állapot változást igyekezzenek a lehetőségekhez képest korrigálni. Minden esetben nagy jelentőségű a korai fejlesztés, főleg a vele született fogyatékoságok esetén. Fontos, hogy a fogyatékos gyermek minél hamarabb rehabilitációs foglalkozások, programok keretében fejleszthesse képességeit. Ez azért fontos, mert a gyermeknek van úgynevezett szenzitív időszaka, amelyben a legfogékonyabb bizonyos típusú fejlesztések iránt, a leghatékonyabban sajátíthatja el a számára létfontosságú ismereteket.[3]

Mozgássérültek fejlesztése: Elsődleges a mozgáskorlátozottság korrigálása és annak biztosítása, hogy hely vagy helyzetváltoztatásra képes legyen.

hiszen ezzel egyre inkább megtisztítják a képet eltakaró négyzetektől, és előbukkannak a részletek.

2.4 Az egyes játékok leírása (a program almenüi):

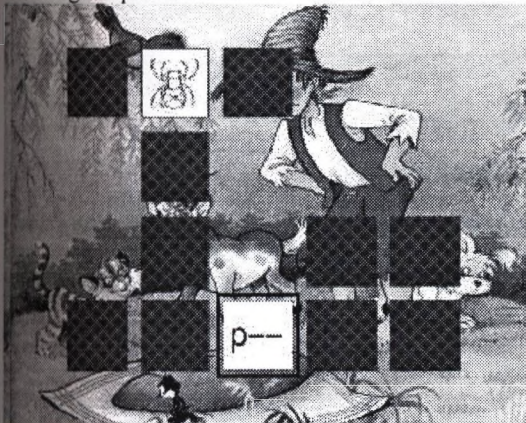
Ebben a fejezetben bemutatjuk, hogy a főmenüben rejlő játékok hogyan működnek, mit takarnak az egyes részletek sorrendben, ahogy azt az 14. ábra mutatja.

Kép-kép párok: Ebben az almenüben feladatunk azonos képek megtalálása. A legtöbb memóriajáték csak ezen feladatot tartalmazza, ez a legelterjedtebb.

A következő két kis játék a számok megtanulásában van jelentősége, ahol az arab számokat meg kell feleltetni értéküknek megfelelő pontokkal illetve pálcikákkal.

A 4-6. játékokban feladatunk az, hogy a magyar ABC-nek megfelelő nyomtatott nagybetűket megfeleltessük egymásnak, majd a kisbetűket, végül az ABC nagy- illetve kisbetűit kell párokba állítani.

A 7-11. Játékban a feladat írott és nyomtatott betűk párosítása, valamint írott kis és nagybetűk összeillesztése. Ebben a párosításban minden megfelelő lehetőséget kipróbálhatunk.



2. ábra Kép párosítása a szó első betűjéhez

A következő játék ugráló betűk-nyomtatott betűk: Ez a feladat kissé nehezkesebb az előzőeknél, mert itt nemcsak arra kell figyelniünk, hogy az alakzat megfelelő-e, hanem nehezíti dolgunkat, hogy az alakzatokat mozgás közben kell felismernünk.

Utána következik az ugráló számok feladat, amely majdnem hasonló előbb említett ugráló betűs játékunkhoz, abban viszont különbözik, hogy a számaink nem „szaltóznak”, hanem fel-felugrálnak, a földre érve viszont összezsugorodnak, megnehezítve ezzel a képfelismerést. (Az ugráló betűk és számok voltak a gyerekek kedvenc játékaik.)

A következő három játék harmadik, negyedik osztályosoknak ajánlott, akik elég jól ismerik az ABC-t, mivel itt az egyes képekhez a nekik megfelelő szó első, középső, illetve utolsó betűjét kell hozzárendelni (2. ábra).

Sorrendiség: Itt három különféle, de jellegében

mégis hasonló feladattal találkozhatunk. Feladatunk egyszerű, a felhasználóknak egy adott sorrendben megadott árnyékokat kell megfelelően kirakni, a felső két sorban található árnyékokat, az alsó kettőben a megfelelő képet. A sorrend lényeges, mert addig nem léphetünk tovább, amíg nem raktuk ki az első, második képeket, és így tovább, mígnem befejeztük a kirakást.

A kilépés magáért beszél, itt tudjuk befejezni a programot, de ezt megtehetjük az ESC billentyű megnyomásával is.[5]

3. Technikai megvalósítás

Az interaktív multimédia programok készítése, fejlesztése azonban hagyományos programozási nyelvekkel, mint például a Pascal vagy a C, igen időigényes és meglehetősen bonyolult feladat. Ebből fakadóan a keresletet ilyen eszközökkel nem lehet időben kielégíteni. Ilyen interaktív multimédia alkalmazások készítésére alkalmas a Macromedia Director nevű program.[6] Ezzel a programmal sikerült ötvözni az animációs stúdiók egyszerű használatát a magas szintű programozási nyelvek hatékonyságával. Többek között ezért is döntöttünk e szoftver mellett a fejlesztői környezet megválasztásakor.

4. Felhasználási lehetőségek

A MEMORY programot bárki használhatja, aki szeretne egy kicsit kikapcsolódni a mai rohanó világban, aki szeretné próbára tenni ügyességét, memóriáját.

A programban beépített időzítő is el van rejtve, mely az egyes feladatok megoldása után az eltöltött időt kiírja, megfelelően teljesített idő alatt meglepetéssel is szolgál.

Nagy érdeklődés főleg a gyermekek körében alakult ki, akik nagy lelkesedéssel vetették bele magukat a játékba.

Alkalmazni tudják általános iskolák alsóbb osztályaiban is, ahol könnyedén el tudják sajátítani a diákokkal a számok, betűk megtanulását, később pedig nehezebb feladatokat is megoldhatnak.

A fejlesztő pedagógusok kezében kimondottan hatékony lehet e program, mivel ők főleg sérült gyermekekkel foglalkoznak, és így kontrollálni tudják az fejlődésüket mind szellemi, mind testi viszonylatban.

5. Esettanulmány

A programot kipróbáltuk a budapesti Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központban.

A gyerekekkel (első és harmadik osztályosok) teszteltük le a programot, melyek meglehetősen változatos eredményeket mutattak, mert volt köztük súlyosan testi fogyatékos, de olyan gyermek is, aki egyik

kezét nem tudta mozgatni, de a másikkal elég ügyesen kezelte az egeret.

A gyermekeket egyenként hívtuk be, elmagyaráztuk nekik, hogy milyen feladatot kell megoldaniuk, majd kis gyakorlás után nagyrészt sikerrel vették az eléjük tárulkozó feladatot.

5.1 Tesztek, mérési eredmények

A feladatok végrehajtásához minden évfolyamból 5-5 gyereket kértünk fel.

1. táblázat: 3. osztályosok (kb. 10-11 évesek)

	megoldáshoz szükséges idő (perc)				
Képek párosítása:	9:05	8:41	7:59	8:34	9:12
Sorrend kialakítása:	2:28	4:07	2:59	3:01	3:45
Képhez az első betű társítása:	6:50	12:3	6:38	5:36	7:35

2. táblázat 1. és 2. osztályosok (kb. 8-9 évesek)

	megoldáshoz szükséges idő (perc)				
Képek párosítása:	6:52	3:55	4:34	5:54	3:34
Sorrend kialakítása:	4:46	3:27	5:13	2:20	0:53
Képhez az első betű társítása:	9:32	9:56	7:34	6:51	2:04
Nyomatott nagy és kisbetű párosítása:	---	---	---	4:21	1:33
Ugráló szám és betű:	4:25	---	---	2:25	1:49

Ezt a tesztet megismételttük egy egészséges kislánnyal, aki most kezdte meg iskolai tanulmányait. Az ő eredményei nagyjából a várt eredményt hozták, hogy eredményei szinte jobbak voltak, mint az előbbi 3. osztályos gyermekeknek.

3. táblázat: 1. osztályos egészséges gyermekek

	megoldáshoz szükséges idő (perc)	
Képek párosítása:		3:52
Sorrend kialakítása:		1:34
Nyomatott nagy és kisbetű párosítása:		2:34
Ugráló szám és betű:		2:46

A továbbiakban szeretnénk még több gyerekkel is tesztelni a programot. Nem célunk az egészséges és mozgássérült gyerekek eredményeit összehasonlítani, csupán a jobb felhasználói felületkezelés és szükséges fejlesztések miatt teszteltjük a programot gyerekekkel. Hiszen a program elsődlegese célja a mozgássérült gyerekek számára egy képességfejlesztő program kialakítása.

6. Észrevételek a programmal kapcsolatban

Ezzel a programmal főleg a sérült gyermekeknek szeretnénk volna kedveskedni, segíteni nekik, így a felőlük felvetődött kéréseket szívesen fogadtuk, melyek segítségével tovább tudunk lépni a program kialakításában.

Ezen észrevételek következők:

Egyik lehetőség, hogy lehessen a mozgó ablak sebességét állítani, mert a gyerekek többségének hol lassú, hol pedig gyors volt a mozgás.

- Ha egy billentyűt leütünk, akkor várjon egy kicsit a továbblépéssel, valamint ha valaki a kurzormozgató billentyűkkel szeretne dolgozni, akkor az automatikus mozgás álljon le egy időre. Ennek jelentősége az volna, hogy bár a gyerek ráviszi a mezőt a kockára, de mire a kiválasztás gombra rákattint a billentyűzetet, addigra az továbbugrik.

Ez egészségként nekünk nem volt probléma, de a tesztelés tapasztalatait felhasználva ezt a módosítást is figyelembe vesszük a további fejlesztésnél.

7. Összefoglalás

Halmazottan sérült mozgáskorlátozott gyermekek számára készítettünk olyan multimédiás programot, mely alkalmas mind szórakozásra, tanulásra és készségfejlesztésre is. Előnyei:

- fejleszti a memóriát
- gondolkodást
- vizuális memóriát
- rövidtávú memóriát.

Megfelelő helyen a rehabilitációs programok részévé válhat, mely az egészségügyben fontos szerepet játszhat.

Használata rendkívül egyszerű, bárki bármilyen számítógépes ismeret nélkül pillanatok alatt el tudja sajátítani a kezelését.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük a SOROS Alapítvány támogatását.

Köszönjük *Kercsó Nikolett*a szociálpedagógus főiskolai hallgatónak a rehabilitáció témájában nyújtott hatalmas segítséget.

Referenciák

- [1]: *Kormosné Dr. Szabó A.*: Gyógypedagógia 1981
- [2]: *Ilyés Gyuláné*: Gyógypedagógiai pszichológia, Akadémia Kiadó 1988
- [3]: *Dr. Ilyés Sándor*: Gyógypedagógiai alapismeretek, TK Kiadó 1987
- [4]: *Dr. Czeizel Endre – Lányiné Engelmayer Ágnes – Rátai Csaba*: Az értelmi fogyatékoság kóreredete Budapest vizsgálat tükrében, Medicina 1987
- [5]: *Tom Boyle*: Design for Multimedia Learning, Prentice Hall 1997
- [6]: *Norbert Welsch*: Multimedia-Programmierung mit LINGO, Springer 1997

Levelezési cím:

Sikné Dr. Lányi Cecília

8200, Veszprém, Egyetem u. 10

Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék

e-mai: lanyi@almos.vein.hu

Multimédia a látásfejlesztésben (Látásfejlesztő multimédia program az óvodáskorú gyengénlátó gyermekek korai fejlesztésében)

Lang Zoltán, Sikné Dr. Lányi Cecília, *Dr. Lányi Zsuzsanna

Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék, Veszprém

*Veszprém Megyei Csolnoky Ferenc Kórház-Rendelőintézet Gyermekszemészet, Veszprém

Absztrakt

Célunk az, hogy megmutassuk, a gyengén látók hogyan és mennyire tudják hasznosítani a multimédia adta lehetőségeket. Megvizsgáltuk, miben különböznek a látássérültek a „látóktól”, mely képességek fejlesztésére van szükségük. A képességfejlesztés hagyományos eszközei mellett változatosságot és bizonyos esetekben jobb hatásokot jelenthet a multimédiás számítógépek és szoftverek alkalmazása.

Ezen kérdéseket szem előtt tartva készült gyakorlati alkalmazásként a „Látásfejlesztő program az óvodáskorú gyengénlátó gyermekek korai látásfejlesztésében” multimédiás oktatószoftver. A szoftvert olyan módszertan alapján kell kifejleszteni, amely a későbbiekben hasonló fejlesztéseknél újra felhasználható.

A szoftvernek nemcsak egy szép csomagolásnak kell lennie, hanem hasznosnak és funkcionálisnak, amelyet a korábban felmért felhasználói igényeknek megfelelően képesek használni a látássérültek.

1. Bevezetés

Amikor a tanár belép az osztályterembe, akkor azt a célt tűzi maga elé, hogy tudását minden tanulónak átadja. Ez a tudás azonban nem minden tanuló számára ugyanolyan könnyen elérhető. Speciális helyzetben vannak a gyengénlátók, hiszen lehetnek bármilyen intelligensek, amennyiben nem látják a tudáshoz szükséges információt, akkor ez a tudás rejtve marad előlük.

Az egyenlő esélyek biztosítására alakultak ki különböző segédeszközök. Speciális lencserendszereket használnak, hogy képesek legyenek ugyanazt a szöveget elolvasni, képet megnézni, mint látó társaik. A technika fejlődésével nem csak a könyv lett az egyetlen információs forrás; hanem új médiumok jelentek meg, mint a fénykép, a dia, majd a rádió és a televízió. Ezen eszközök használata azonban nem olyan egyszerű a gyengénlátók számára. A technika továbbfejlődésével azonban egy olyan eszköz jelent meg, amely alkalmas lehet arra, hogy a korábbi eszközök tulajdonságait ötvözve legyen információközlő eszköz. Ez az eszköz a számítógép.

A számítógép alkalmas arra, hogy megfelelő szoftverek segítségével kielégítse a felhasználók tudásvágyát és kitágítsa a világot a látássérültek számára is. Ahhoz, hogy a gyengénlátók is képesek legyenek a számítógép előnyeit élvezni, különleges, multimédia alapú szoftverekre van szükség.

Munkánk során megvizsgáltuk mennyire lehet hasznos a gyengénlátók számára egy multimédia szoftver használata. Ez egy új terület a gyengénlátók előtt, hiszen eddig nem sok alkalmazás készült látássérültek számára, pedig a lehetőségek száma szinte határtalan. Célunk az volt, hogy megmutassuk, a gyengénlátók hogyan és mennyire tudják hasznosítani a multimédia adta lehetőségeket.

2. Vizuális érzékelés

2.1. A látás

A látás képessége és csodája fel sem tűnik az átlagos embernek, állandóan használjuk szemünket a körülöttünk levő világ felfedezésére. A külvilág benyomásainak túlnyomó többségét, ismereteink zömét a látás útján szerzi az ember. A látás segít a térbeli tájékozódásban és a helyváltoztatásban, de fontos szerepe van a tapasztalatgyűjtésben és így befolyásolja viselkedésünk alakulását. Kétségtelen tehát, hogy a látástól jelentős mértékben függ a társadalmi beilleszkedés zavartalansága. Éppen ezért jelenthet nagy gondot a látássérült emberek társadalmi beilleszkedése.

A család fontos szerepet játszik a látássérült gyermek nevelésében, értékrendjének kialakításában. Ez a nevelés azonban nem történhet elszigetelten, így a látássérülés felismerésének napjától a szakorvosi ellátás mellett szükség van pszichológusi és pedagógiai támogatásra is.

2.2. A gyengénlátás

A „gyengénlátás” kifejezés a köznyelvben általában mindennemű látásromlást jelent. A gyengénlátó meghatározás szemészetileg és pedagógiaileg is körülhatárolt. Az ép emberi szem látásélessége, a visus (V) 1,0 azaz 100%. Ép látás mellett az a két pont különböztethető meg, ahonnan az érkező fénysugarak legalább 1 szögpercnyi látószöveget zárnak be. Amellett azonban, hogy az ép látás elvileg tökéletes látást jelent, meg kell jegyezni, hogy az ép látású emberek látási

teljesítménye mégsem egyforma.

Magyarországon gyengén látónak nevezzük azokat a látássérülteket, akiknek a jobban látó szemén a szemüveggel javított látása a 100%-os teljes látásnak csupán a 10-30%-a, azaz a vizusa $V=0,1-0,30$ (ezek az értékek minden országban más és más, de mindenütt a 0,1-0,25 közötti területet gyengénlátónak fogadnak el, eltérés csak az alsó és felső határokon van). A gyengénlátók látásvesztése nagyfokú, mégis látó típusú életet, életmódot folytatnak, a jól látók között, velük azonos feltételek mellett próbálnak helytállni. Elsősorban képességeik kibontakoztatásában, az oktatásban és a képzésben szorulnak segítségre.

2.3. A gyengénlátás okai

A gyengénlátás oka lehet örökletes betegség, a szem veleszületett fejlődési rendellenessége vagy szerzett sérülés, betegség.

A gyengénlátást okozhatnak többek között: töréshibák (rövidlátás, túllátás), a szaruhártya görbületi rendellenességei; zöldhályog, szürkehályog, lencsehíjasság, látóidegidegsorvadás, tompalátás; fizikai- kémiai ártalmak; látószervet érintő daganatos megbetegedések;... stb.

3. Gyengénlátók képességeinek fejlesztése

3.1. Képességek fejlesztése

A gyermekek képességei fokozatosan, de nem egyenletesen fejlődnek. Minden életkornak, életszakasznak megvan a maga kiemelt, előnyben részesített képesség területe. Ekkor ezen a területen nagyon tanulékony a gyermek, míg más képességei stagnálni látszanak.

A tudatos, célra irányuló segítséget nevezzük fejlesztésnek. A fejlesztés annál eredményesebb, minél korábban kezdődik és arra a képességre irányul, amelyik akkor éppen „felfutó stádiumban” van. A már nyilvánvaló lemaradást nagyon nehéz behozni. Ezért van nagy szerepe a fogyatékoság minél korábban való felismerésének és a fejlesztés helyes módszereinek alkalmazásának.

3.2. Látóképesség fejlesztése

A látás működési rendszerének három szakasza az ingerfelfogás, ingertovábbítás, ingerfeldolgozás. Ezek közül pedagógiai módszerekkel az első és a harmadik fejleszthető.

Az első szakasz fejlesztését, amely a szem különböző működési funkcióinak gyakoroltatását jelenti, látási tréningnek hívjuk; míg a harmadik szakasz fejlesztése, amely az agykérgi feldolgozás tökéletesítését jelenti, látásnevelésnek hívjuk. Természetesen ez a két szakasz nem különíthető el egymástól teljesen, így fejlesztésük is összhangban történik.

Látási tréning és módszerei

E fogalomkörbe tartozik a szemműködés valamennyi funkciójának rendszeres és változatos gyakoroltatása. A látástréning nem terápiás kezelés keretei között zajlik, hanem játék és tanulás mindennapi tevékenységébe ágyazva történik.

Látásnevelés fogalma és elve

A látásnevelés kifejezés nem fedi tökéletesen a tartalmát, hiszen olyan, mintha azt sugallná: „A látásodat használd, ne más érzékszerved!”, pedig azt értjük alatta: „Ne csak nézz, láss is!”. A látásnevelés fontos sarokkövei a következő képességek fejlesztése: megfigyelőképesség, megkülönböztetőképesség, alaklátás, lényegkiemelés, általánosítás, következtetés, vizuális emlékezet, vizuális képzelet.

3.3. Látóképesség fejlesztésének segédeszközei

Az eszközöket természetesen a fejleszteni kívánt képességhez kell megfelelően kiválasztani. Ezek az eszközöknek gyermekek esetén különösen fontos a helyes megválasztása, hiszen figyelmük csak rövid ideig képes egy dologra koncentrálni. Ilyen eszközök a különböző kivetíthető diaszorozatok, különböző színes tárgyak, amelyek megfoghatóak, a „fénydoboz” amely egy alulról erősen megvilágított szórt fényű üveglap amire bármilyen síkbeli vagy térbeli tárgy helyezhető.

Természetesen a tudomány fejlődésével ilyen segédeszköz lehet a számítógép is, hiszen a különböző színhatások könnyedén előállíthatók vele. Bár az óvodáskorú gyermekek nem képesek kezelni a gépet, de azt látják mi van a monitoron és ott követik az ujjukkal, a szemükkel. A multimédiás számítógépek segítségével nemcsak kép, de hanghatások is elérhetőek, amely nagyban segíti a koncentrációs idő megnövelését. A hangok nemcsak az érdeklődés hatását keltik, hanem megfelelő módszer lehet egy helyesen megoldott feladat jutalmazásakor is.

A számítógép interaktivitása a pedagógus segítségével olyan testreszabott, játékos feladatokat nyújthat a gyermek számára, amely egyéb eszközökkel nem megvalósítható

4. Számítógép és multimédia használatának lehetőségei a látássérültek oktatásában

Az oktatási eszközök időről-időre változtak, hol egy régi módszer tökéletesítése, hol pedig egy új módszer bevezetése volt a jellemző. A tanítási eszközök első nemzedéke egyidős az oktatással. Ebbe a csoportba csupa vizuális jellegű taneszköz tartozik, mint például képek, kéziratok, kiállítási tárgyak. A technika fejlődésével tovább bővült az oktatási eszközök csoportja. Manapság a legtöbb iskola rendelkezik annyi számítógéppel, hogy alkalom nyíljon néhány tantárgy

számítógéppel történő szemléltetésére.

A számítógép az eddig használt tanítási eszközök mindegyikének szerepét többé-kevésbé helyettesíteni tudja és számos új tulajdonsággal is rendelkezik: hatalmas tudásanyag tárolására valamint színvonalas bemutatására képes és az egyik legfontosabb tulajdonsága az interaktivitás.

A számítógép új lehetőséget teremt a látássérültek életében is, mivel audiovizuális volta és interaktivitása miatt az amúgy sok területen hátrányos helyzetben levő látássérültek a megfelelő eszközt kaphatják tudásuk fejlesztéséhez. Rengeteg olyan szoftver van, amely nemcsak képet és leírt információt mutat be, de az adott kisérszöveget el is mondja. Így egyszerre két információs csatornán jut el tudatunkig a „tudás”.

A szoftverfejlesztők általában a „rendesen látó” embereknek készítik szoftvereiket, amelyek a látássérültek számára csak nehezen vagy egyáltalán nem kezelhetőek. Éppen ezért szükség van kimondottan olyan szoftverekre is amelyek a látássérültek számára is új utakat nyit a számítógéppel segített tanulás irányába.

A látássérült gyermekek számára a számítógép csak nagyon ritkán lehet felhasználási eszköz, hiszen még a megfelelően látó 3-6 évesek sem képesek kezelni egy adott szoftvert. Így a számítógép felhasználása sokkal inkább a pedagógus kezében van, míg a gyermek csak megfigyelője az eseményeknek. Természetesen nem lehet egy gyermeket hosszabb ideig a számítógép monitorja elé kötni, de nem is az a cél. A feladat, hogy egy új, érdekes eszközt adjunk a pedagógusok kezébe amely változatossá teszi munkájukat, megkönnyíti azt és gyorsan a gyermek egyedi igényeinek megfelelően képes a szoftvert könnyen kezelni.

A multimédiás oktatás használatának előnyei:

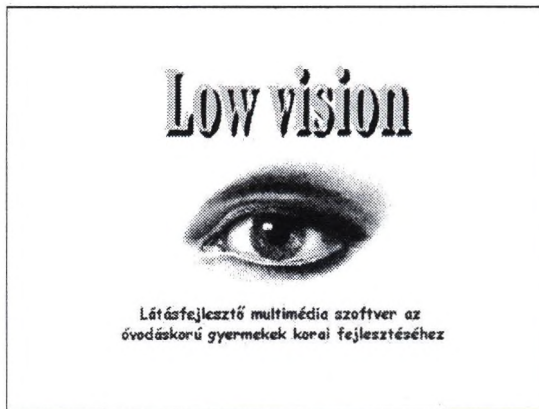
Bár sokan lekicsinylik a multimédiás eszközök használatának lehetőségeit és eredményességét az oktatásban, mégis rengeteg előnyt nyújthat a felhasználóknak.

- Támogatja az egyéni tanulást.
- A tanulás tempója a felhasználó igényeihez könnyen igazítható.
- A tanulási folyamat többször ugyanúgy reprodukálható, azaz egy adott előadás, feladat többször is megismételhető.
- Fejleszti a kreativitást.
- Biztosítja az aktív tanulási folyamatot.
- A multimédia rendszerek egyszerre több érzékszervünkre hatnak, így az ismeretszerzés sokkal hatékonyabbá válhat.
- A multimédia programok használatához nincs szükség számítástechnikai ismeretekre, bárki könnyedén használhatja őket.

Gyengén látóknak ezek az előnyök sokkal szembetűnőbbek lehetnek. A multimédia programok használata azonban általában nehézkes számukra, hiszen a legtöbb program tervezésénél nem törődtek a gyengén

látók igényeivel, ezért speciális eszközökre van szükség ahhoz, hogy a legtöbb multimédia szoftver számukra is élvezhető legyen. Egy másik lehetőség speciális szoftverek fejlesztése.

5. Látásfejlesztő multimédia program az óvodáskorú gyengén látó gyermekek számára



1. ábra: A látásfejlesztő program kezdő képe

5.1 Hátér

Mit is kezdenek a látássérültek, vagy éppen a vakok abban az új világban, ahol minden az információ körül forog és az információ legegyszerűbb elérési eszköze a számítógép. A látássérültek nehezen tudják használni a teljes látók által könnyedén használt programokat, nekik speciális igényeik vannak, melyek nem mindig teljesülnek a „látóknak” készített szoftverek fejlesztésekor.

Az általunk készített szoftver a látásfejlesztéshez próbál egy érdekes és új eszközt adni a pedagógusok kezébe, amelynek segítségével változatossá, egyszerűbbé és gyorsabbá tehetik munkájukat. A szoftver alapvetően a látásnevelésben dolgozó pedagógusok számára készült, de jól használható a gyermekek által megszokott, otthoni környezetében is. Használatának megkönnyítéséhez fontos kidolgozni egy megfelelő help rendszert, amivel a felhasználók könnyedén eligazodnak a feladatokban és látják mit, hogyan, miért is kell csinálniuk.

5.2 A fejlesztőeszköz

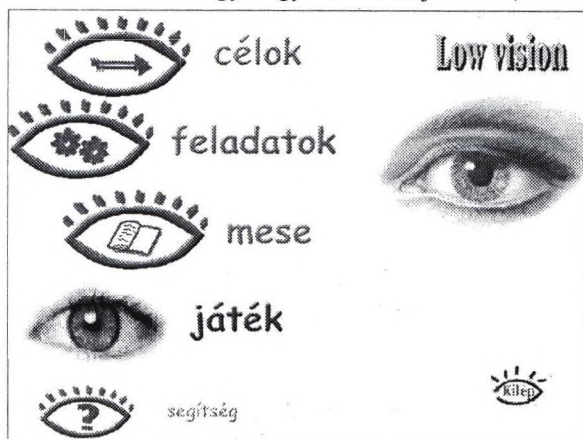
A multimédia szoftvereket fejlesztő eszközök területén az egyik legelterjedtebb eszköz a Macromedia cég által forgalmazott Macromedia Director különböző verziói. A fejlesztés ennek a programnak a legújabb verziójával történt, a Director 7.0-val.

5.3 A program szerkezete

A megfelelő elméleti háttéranyag kiválasztása alapján készült el a program és történt az ehhez szükséges kép, hang és információs anyag

meghatározása is.

A szoftvernek négy nagyobb modulja van. (2. ábra)



A „Célok” modul elméleti háttérrel definiál, amely alapján a szoftver elkészült. Meghatározza az alapvető célokat, amelyet a szoftver megvalósít és általános felhasználási irányokat ad.

„Feladatok” modulban van lehetőség a tanulásra, amely az említett célnak legmegfelelőbb gyakorlatokat alkalmazza.

A „Mese” modul egy rövid történet feldolgozását jelenti, amely felhasználja a „Feladatok” modulban elsajátítottakat és érdekességet visz a tanulás egyhangúságába. Egy lineáris navigációs struktúrával valósul meg, amelyben a felhasználó bármikor meg tud állni és attól a ponttól újra folytatja a modult, vagy újratekintheti azt.

A „Játékok” modulban néhány érdekes és szórakoztató játék megvalósítása történt.

Mindezen modulokat egy „Segítség” modul fogja át. Amellyel a 4 főmodul nem lesz átjárható, de minden modulban segítséget nyújt a felhasználónak.

6. Összegés

A multimédia termékek életünk egyre több területén előfordulnak, ez adta az ötletet ahhoz, hogy esetleg a gyengénlátók is élvezhessék a multimédiás szoftverek adta előnyöket és hasonlóan a többi „jól látó” emberhez, tudásvágyuk kielégítésében segítséget kapjanak ettől az eszköztől.

Természetesen a gyengénlátóknak speciális igényeik vannak, azaz más felhasználói felület, több hanghatás és narrátori szöveg szükséges ahhoz, hogy ők is élvezetesen és könnyedén tudják hasznosítani a kapott információkat.

A fejlesztőknek így nemcsak az általános és általuk jól megszokott szoftverfejlesztési lépéseket kell szem előtt tartani, hanem a felhasználók különleges helyzetével és különleges igényeikkel is tisztában kell lenniük. Munkánkban rávilágítottunk ezekre a különlegességekre és egy gyakorlati példán alkalmaztuk. A multimédia oktatószoftver a gyengénlátó óvodáskorú

gyermekek látásfejlesztésének segítéséhez készült.

Remélhetőleg egyre több olyan szoftver fog készülni, amely nemcsak a „látóknak”, hanem a gyengénlátók számára is rengeteg újdonságokat, érdekességet nyújt és segíti mindennapi életüket a jövőben.

Köszönetnyilvánítás

Schriffer Csillának (Vakok Iskolája Budapest) és Thuomas Honka tanár úrnak (University of Lapland).

Referenciák

- [1] Matthias Zeschitz, Marina Strothmann: *Visuellen Stimulation sehgeschädigter Kinder*, Edition Bentheim, Würzburg, 1990
- [2] *Segédanyag: Útmutató a 0-3 éves korú látássérült gyermekek korai fejlesztésében*, Látásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ kiadványa
- [3] „Kéz a kézben”, Látásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ kiadványa
- [4] Izsó Lajos: *Multimédia oktatási anyagok kidolgozásának és alkalmazásának pedagógiai, pszichológiai és ergonómiai alapjai*, Budapesti Műszaki Egyetem Távoktatási Központ, (1998)
- [5] Ralf Steinmetz: *Multimédia, Bevezetés és alapok*, Springer Hungarica Kiadó (1995)
- [6] Tóth Dezső: *Multimédia mikroszámítógépes környezetben*, LSI OMAK, (1996)
- [7] Horváth Róbert: *A multimédiás szemléltető anyagok szerepe az oktatásban*, Diplomadolgozat, 1999

Levelezési cím

Lang Zoltán

8777 Hosszúvölgy, Petőfi út 33.

E-mail cím langz@freemail.hu

Halmazottan fogyatékos mozgássérült gyermekek vizsgálatára készült RAVEN teszt számítógépes programja

Sándor Norbert, Várady Géza, Sikné Dr. Lányi Cecília, *Molnárné Lányi Ágnes
Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék, Veszprém
Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató
Központ, Budapest

Absztrakt

Olyan multimédiás vizsgálóprogramot dolgoztunk ki a magyarországi Mozgásvizsgáló Országos Szakértői és Rehabilitációs Bizottság és Gyógypedagógiai Szolgáltató Központ kérésére, amely nemcsak a halmazottan fogyatékos gyermekek vizsgálatát segíti elő, hanem amely különösen alkalmas a mozgássérült gyermekek vizsgálatára. A programot kipróbáltuk mozgássérült és egészséges gyermekekkel is. A cikk tartalmazza a vizsgálati eredményeket.

1. Bevezetés

Olyan multimédiás vizsgálóprogramot dolgoztunk ki, amely nemcsak a halmazottan fogyatékos gyermekek vizsgálatát segíti elő, hanem amely különösen alkalmas a mozgássérült gyermekek vizsgálatára.

A multimédiás vizsgálóprogramban a RAVEN tesztet dolgoztuk fel. Bár a RAVEN tesztnek létezik számítógépes változata, de ez nem használható mozgássérült gyermekek vizsgálatára, hiszen a mozgássérült gyermekeknek nincs olyan finom mozgásuk, amellyel tudnák használni a „hagyományos” egeret, illetve billentyűzetet. Ezért készítettünk a számukra is használható programot.

Ebben a cikkben egyrészt bemutatjuk, magát a programot, valamint a programmal végzett vizsgálatok eredményeiről is beszámolunk.

2. Intelligencia vizsgálati tesztek

A teszt az ember képességeinek, tudásának vagy személyiségének vizsgálatára alkalmas mérőeszköz. A teszt lényegesen több, mint kérdések és feladatok egyszerű halmaza.

Lényeges kérdés a tesztek kialakításánál a teszt megbízhatósága. A tesztek úgy kell kialakítani, hogy a vizsgált problémakört, jellemzőt a lehető legjobban átfogja, több oldalról közelítse.

A teszteknél fontos szempont a teszt standardizálása. A használhatóság követelménye, hogy egy feladatra való alkalmazás előtt a tesztek egy adott populáción elvégezzék. Az egyes vizsgált személyek adatai ugyanis ezekhez az adatokhoz viszonyíthatók. A tesztek a

vizsgált pszichológiai jellemző szerint a következőképp csoportosíthatók:

Intelligencia tesztek, személyiségtesztek, érdeklődési és motivációs tesztek, speciális képességeket vizsgáló tesztek (pl. stabilitás, stb.), tevékenységtesztek.

IQ, avagy értelmünk fénye

Az intelligencia: a problémamegoldási képesség egyénre jellemző foka, illetve a tanult ismeretek hatékony alkalmazásának képessége[1].

A legszélesebb körben az úgynevezett Raven-féle vizsgálat terjedt el [2]. Ebben geometriai jelekből álló, több elemű sorozat hiányzó elemét kellett kiválasztani a megadott lehetséges megoldások közül. Az intelligencia-érték meghatározása során az ún. kalibrálásból és a mintavételekből állandósítják, standardizálják a tesztet. Ezután korrelációs táblázatokkal, a Gauss-görbe segítségével megadják az intelligencia-hányadost (IQ), ami a tesztíró szellemi és biológiai korának hányadosa, százzal szorozva. Az emberiség 68 százaléka a 85 és 115 IQ közötti intervallumba esik. 140 IQ felett nagyon kivételes tehetség, 175 IQ-n túl zseni a titulus. A magas intelligencia döntő részben kromoszómák szerencsés kombinációja, vagyis adottság, ami jelez valamit. Ez a valami talán leginkább problémamegoldó képességet, információk alkotó alkalmazásának tehetségét jelenti. Azonban kozmikus névértékű IQ nélkül is lehet kozmikus nagy jelentőségű dolgokat alkotni. Az intelligencia mit sem ér, ha nem társul hozzá tudás, műveltség, szorgalom.

Valószínűnek tűnik, hogy a tudomány a későbbiekben sem tudja pontosan meghatározni az intelligencia mibenlétét. Világos, hogy az IQ-érték alapján nem lehet egy embert megítélni, de ha más dolgokkal együtt vesszük figyelembe, hasznos információként szolgálhat [3].

Raven Progresszív Mátrixok

John Raven „Progresszív Mátrixok” tesztje egyike a világ legnépszerűbb tesztjeinek. Célja az általános intelligencia két fő összetevője, a reprodukív és az úgynevezett edukatív képességek közül az utóbbi mérése, azaz arra mutat rá, hogy a vizsgált személynek milyen képessége van új (nem verbális) képzetek alkotására. A tesztek adminisztrációja gyors és könnyű, a feladatok

vonzóak a vizsgált személyek számára éppúgy, mint azoknak, akik a tesztek felveszik. A tesztek validitása igen jó: a mért képességeket megkövetelő munkafeladatokban nyújtott teljesítmény egyik legjobb előrejelzője.

Teszt neve	Kód	Feladatok	Idő (perc)
Standard Progresszív Mátrixok	SPM	60	Nincs
Színes Progresszív Mátrixok	CPM	36	Nincs
Haladó Progresszív Mátrixok	APM	36	Nincs időkorlát vagy 40 perc

1. Táblázat: Típusok

Egyszerű változatát általában nem menedzseri munkakörre történő kiválasztásánál alkalmazzák. Egyes helyeken azonban elterjedt a haladó változata is, amit magas szintű műszaki vagy menedzseri posztokra, felsőfokú tanulmányokkal rendelkező személyek kiválasztásánál használnak. Olyan munkaköröknél, ahol a gyorsaság nagyon fontos tényező, időkorlással veszik fel (általában 40 perc alatt kell a személynek minél több feladatot megoldania). A teszt öt sorozatból áll, melyek mindegyike 12 táblát tartalmaz. Az egyes sorozatok és a sorozatokon belül az egyes táblák egyre nehezedő feladatokat jelentenek. A feladat mindig az, hogy meg kell találni - valamilyen összefüggés ismertetése alapján - a geometriai figurák közül hiányzó képet. A teszt csoportos vizsgálatra is alkalmas.

3. A szoftver bemutatása

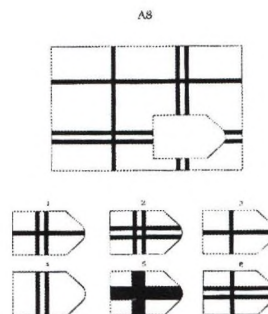
A RAVEN teszt fajtái

A RAVEN teszt [2] perceptív, nem verbális teszt az általános intelligencia vizsgálatára. A faktoranalitikus vizsgálatok kimutatták, hogy az általános értelem leginkább az észlelési, nem verbális relációk kibontásán és felhasználásán alapuló problémák eredményével vág egybe. Az elvet RAVEN (1938) fogalmazta meg a „Progressive matrices” (Mátrixfeladatok nehezedő sorrendben) elnevezésű vizsgálati sorozatában.

A vizsgálati feladat: Egy figurás matricának üresen maradó mezőjét kell kitölteni. A mátrix két irányban (vízszintes és függőleges) szabályos mintázatból illetve ábrákból áll. A helyes megoldás azt kívánja, hogy a vizsgálati személy két sornak illetve mintának a rendezési elvét ismerje fel, és az üresen maradt mező kitöltésére felhasználja egységet a két rendezési elv egybehangolásával válassza ki. A feladat helyes megoldása a mintázat szabályosságának a megragadását, illetve a sorrendezési elvek felismerését és az

egységeknek a mérlegelését igényli, tehát komplex logikai műveletet kíván.

A próba (gyerek teszt) anyaga: A teszt 36 táblából áll. Minden táblán fent a matrica ábra látható, benne kerettel elhatárolva a hiányzó egység. Lent a mátrix alatt a hiányzó egységgel azonos nagyságú egységek láthatók. Ezek közül kell kiválasztani azt, amelyik a mátrix üres mezőjébe illik. Az egy mátrixhoz választható egységek alakjuk és nagyságuk szerint egyformák, és megfelelnek a hiányzó résznek, de csak egy olyan van közöttük, amelyik a helyes kiegészítésre alkalmas (1. ábra).



1. ábra: Példa a RAVEN tesztből

A választható egységek számozva vannak. A vizsgálati személy annak az egységnek a számát mondja meg, amelyik véleménye szerint a mintázatával beleillik az üres mezőbe. (A halmozottan fogyatékos gyerek, esetleg nem ismeri a számokat, akkor rá kell mutatnia a szerinte jónak vélt egységre, de egy mozgássérült nem tud rámutatni, ezért nem tudjuk számukra hagyományos módon használni a RAVEN tesztet, ezért is készítettük el ezt a programot). A vizsgálatvezető feljegyzi a vizsgálati űrlap megfelelő rovatába a választott darab számát (hagyományos vizsgálatnál). A programunk automatikusan kitölti az eredmény lapot. A 36 feladat 3 csoportra van osztva. A csoportok „A”, „AB”, „B” - betűk jelölik és 1-12 számok jelzik.

Az „A” - csoport homogén mintájú matricákat tartalmaz.

Az „AB” és „B” - csoport négy egységből álló matricákat tartalmaz. A három csoport mindegyike igen egyszerű, könnyen megoldható feladattal kezdődik, majd egyre nehezebb feladatok következnek. Maguk a csoportok is nehézségi sorrendben követik egymást. Ezt az elrendezést a szerző azért választotta, mert a tapasztalat szerint a próbához szükséges feladatmegoldó készség a vizsgálat alatt fejlődik, gyakorlódik.

A vizsgálat menete: A próbát 5-11 éves gyermekek vizsgálatára alkalmazzák. A standardok 5 ½ éves kortól kezdve nyújtanak indikációt. A vizsgálatot egyéni tesztként végézik.

A RAVEN teszt általunk kidolgozott programja hasonlóan működik az eddig létező RAVEN teszthez.

azzal a különbséggel, hogy a halmozottan mozgássérült gyermekeknek nincs olyan finom mozgásuk, amellyel tudnák használni a „hagyományos” egeret, illetve billentyűzetet. Ezért amikor megjelenik a teszt következő képernyője a program vár egy billentyű leütésre (bármely billentyű leütésére, ezért használható a hagyományos és speciális Intellikeys klaviatúrával is), hogy legyen idő szemügyre venni a választási lehetőségeket, majd a választható egységek elhalványodnak, és mindig csak egy jelenik meg az eredeti színében. Így akkor kell újból egy billentyűt leütni ha az odaillő egységet látja a vizsgálati személy. A program a végén a vizsgálatvezetőnek kiírja ugyanazt a táblázatot, mintha a vizsgálatvezető kézzel töltötte volna ki a vizsgáló űrlapot.

A gyerekeknek való teszt 36, a felnőtteknek való 60 kérdést tartalmaz, így maximálisan 36 illetve 60 pont érhető el.

Technikai háttér és tervezés

A programot a *Macromedia* cég *Director 7* nevű multimédiás fejlesztőkörnyezetében készítettük. A választás a *Directorra* esett mivel a program főleg grafikai elemeket használ, minimális interakcióval. A fejlesztés folyamán szem előtt kellett tartani a célfelhasználók interakciós lehetőségein kívül azt is, hogy a tesztlapok vizuális megjelenítése minél nagyobb mértékben azonos legyen a hagyományos papíron kitöltendő teszt megjelenésével. A program három fázisra tagolható:

Az első fázis az induláskor megjelenő menü. Itt a sebesség beállítása mellett a négy különböző nehézségű RAVEN teszt közül választhatunk, illetve befejezhetjük a program futását.

A második fázis maga a kiválasztott teszt űrlapjaiból áll.

A könnyen érthetőség érdekében a tesztlapok két apró módosításon estek át. Az egymást követő űrlapok kétszer jelennek meg a tesztalany számára. Az első alkalommal a papíron töltendő verzió képe, egy szöveg kíséretében, mely közli, hogy billentyűnyomásig átgondolható a megfejtés, majd újra a tesztlap, immáron egy, a lehetséges megoldások közül épp aktuálisat kiemelve, a többit pedig elhalványítva jeleníti meg. Ezt annak érdekében hogy minél kevesebb grafikai objektum szerepeljen „plusszban” az eredeti tesztlapokhoz képest, ezért a nem aktuális megoldások elhalványításával oldottuk meg. Ez azt jelenti, hogy a lehetséges 6 illetve 8 megoldásból, a menüben beállított sebességtől függő ideig, egy megoldás normális színben, míg a többi elhalványítva látszik. Gombnyomásra a program az épp normális színű lehetőséget veszi a tesztalany által helyesnek ítélt megoldásnak, majd beadja a következő tesztlapot. Itt újra gombnyomásig gondolkodhat az alany, majd újból választhat. Természetesen a válasz a lehetséges megoldások felajánlása közben módosítható.

A harmadik fázis a kitöltött tesztlapok kiértékelése. Ez a tesztek helyes megoldása alapján történik. A végeredmény, egy szintén a papíron töltendő tesztből megszokott formátumú, táblázatban jelenik meg. A piros színű megoldások a helytelen, a zöldek a helyes megoldásokat jelentik.

A táblázaton kívül megjelenik az összes helyes megoldás száma is.

4. Felmérés és eredmények

4.1. A felmérés

Az Intellikeys és a program tesztelését, valamint ezzel egyidőben a gyerekek értelmi képességeinek vizsgálatát nagyrészt a budapesti Mozgásjavító Általános iskola harmadikos (10-11 éves) és nyolcadik osztályos (15-16 éves) diákjaival végeztük. Kontrollcsoportként ugyanennyi éves vesztprémi általános iskolásokat választottunk.

A felmérés során a gyerekeket egyenként szólítottuk a számítógéphez, ahol a speciális billentyűzet és a hozzá kapcsolódó piros színű „gombocska” várta őket. A feladatot mindenkinek részletesen elmagyaráztuk, az alany fizikai képességeihez mérten kiválasztottuk a megfelelő segédeszközt, majd egy rövid gyakorlás után megoldattuk vele a korcsoportjához tartozó RAVEN tesztet. Az egyes tesztek alatt az eredményeket folyamatosan papíron is rögzítettük a későbbi adatfeldolgozás megkönnyítése végett, amin rögzítettük a gyerekek nevét, életkorát, a kérdésekre adott válaszokat és a jó megoldások számát.

Az egyes felmérések során rengeteg tapasztalatot sikerült gyűjteni, mind a szoftver, mind pedig a speciális billentyűzet használata terén.

A gyerekek a számukra kiválasztott eszköz használatát gyorsan és könnyedén sajátították el, miközben kellő odafigyelés mellett, több-kevesebb sikerrel töltögették a tesztet. A legegyszerűbb megoldásnak legtöbbször a piros színű nyomógomb bizonyult egyszerű kezelhetősége révén, de azok akik betegségük ellenére nem voltak mozgásukban nagymértékben korlátozva könnyedén és örömmel használták a feladathoz tetszőlegesen választható és cserélhető billentyűzet lapocskákat is. Az is előfordult, hogy a két klaviatúrát a tesztelő együtt próbálta meg használni; magát a billentyűzetet a megfelelő megoldás kiválasztására a kurzor nyilacska segítségével, és a piros gombot pedig az ENTER billentyű helyettesítésére.

A beépített 5 sebességfokozat közepső, átlagosnak nevezhető értékét szinte minden diák lassúnak vélte, így a tesztet legtöbbször a négyes ill. ötös fokozatban futtattuk.

Időkorlátot nem határoztunk meg számukra, de a gyakorlatban lévő negyven perces limiten belül mindenki teljesítette a kitűzött feladatot. A harmadik osztályos gyerekekkel a tesztek közül az új, színes

(gyerek) tesztet oldattuk meg, míg a nyolcadikosokkal már a szintén új, de felnőtteknek szánt tesztet. Ez utóbbi esetben a teszt nagyon hosszúnak bizonyult a résztvevő gyerekek számára, akik a vége felé inkább rákattintottak egy megoldásra a sok közül, ha az általuk helyesnek vélt megoldáson már tovább haladt a folyamatosan mozgó keret ahelyett, hogy megvárták volna, míg a keret újból körbeér, passzív érdeklődést mutatva ezáltal [4]. Ezért ezt a hibát megpróbáltuk orvosolni, és újabb opciónak beépítettük a programba a manuális keretmozgatást. A későbbi felmérések kimutatták, hogy az így kitöltött tesztek utolsó kérdéseire több helyes megoldás született, mint a korábbi verzióval.

A program megírásakor ügyelnünk kellett arra, hogy a gyerekek figyelmét semmilyen zavaró tényező ne vonja el, vizuálisan ugyanazt az ábrát lássa maga előtt, mintha a könyvből oldaná meg az egyes feladatokat. Ezáltal a program nem kapott „játékos” felületet, de nem is ez volt a fő cél hanem, hogy megmutassuk mennyire is hasznosak az ilyen fajta segédeszközök a számítógéppel segített tanítás terén, és hogy igenis szükség van ilyen és hasonló programokra mind a mozgássérült gyerekek, mind pedig a velük foglalkozó tanárok számára.

4.2. Eredmények

A programot 20 mozgássérült és 20 egészséges gyerekekkel teszteltük. Az eredmények a következők (2. táblázat):

Raven teszt eredménye	Mozgáskorlátozott, átlagpont-szám	Egészséges, átlagpont-szám	Szignifikancia-szint
Gyerek	21	34,2	0,004
Felnőtt	37,14	50,71	0,017

2. táblázat: Eredmények

A szignifikancia meghatározására a t-próbát választottuk [5]. A táblázatból látszik, hogy mindkét csoport között szignifikáns különbség van, aminek oka, hogy a mozgássérült gyerekeket ugyanannyi éves egészséges gyerekekkel hasonlítottuk, de a mozgássérült gyermekek iskolai éveiben 2 évvel fiatalabbak voltak az egészséges kontroll csoportbelieknél, ugyanis ők két év előkészítő osztályba járnak az igazi iskolai tanulmányaik megkezdése előtt. Ezen 2 év alatt az egészséges gyermekek mind matematika (logikai gondolkodás), mind más területeken előbbre járnak.

Ezért célszerű lesz a jövőben a tesztet nem a hasonló korú, hanem az ugyanannyiadik osztályba járó gyermekekkel, valamint harmadik kontrollcsoportként értelmileg sérültekkel is elvégezteni a vizsgálatot.

5. Összefoglalás

Halmozottan sérült mozgáskorlátozott gyermekek vizsgálatára készítettünk multimédiás teszt programot. A programban a RAVEN tesztet dolgoztuk fel mozgáskorlátozott gyermekek számára is használható formában.

Használata „felhasználóbarát”, semmilyen számítástechnikai előismeretet nem igényel, bármely gyógypedagógus, pszichológus pillanatok alatt megtanulja a kezelését.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton köszönjük a SOROS Alapítvány támogatását.

Referenciák

- [1] Báthory Zoltán, Falus Iván: Pedagógiai lexikon, Keraban Könyvkiadó Bp. 1997
- [2] Raven Oxford Psychologists Press Ltd, 1998
- [3] Gottdank Tibor, Gábor Dénes Műszaki Főiskola <http://queen.iit.uni-miskolc.hu/~ruscsak/iq.htm>
- [4] Dr. Bartha Lajos, Szilágyi Lilla. Pszichológiai Alapfogalmak Kis Enciklopédiája. Tankönyvkiadó 1970
- [5] Dr. Orosz Sándor, Mérések a Pedagógiában, VE, jegyzet 1995

Levelezési cím:

Sikné Dr. Lányi Cecília
8200, Veszprém, Egyetem u. 10
Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék
e-mail: lanyi@almos.vein.hu

Kardiológiai ultrahang és angio multimédia leletek DICOM3 alapú telekommunikációja az Interneten

Balogh N.¹, Kerkovits G.², Karlócai K.³, Horváth L.³, Endersz F.⁴, Vecsey T.², Lupkovics G.⁵,
Wrana Gy.⁵, J. Riesmier⁶, M. Eichelberg⁶, D. Lemoine⁷, J. Punis⁸

1. CorPuSNet alapítvány, 2. SE Ér és Szívsebészeti Klinika,

3. Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet, Budapest,

4. Állami Szívkórház, Balatonfüred, 5. Zala Megyei Kórház, Zalaegerszeg,

6. University of Oldenburg, 7. University of Rennes, 8. Kaunas Technical University

Cél

Nyitott és lépésenként méretezhető teleinformatikai architektúra kialakítása a leletkiadás és a konzílium idejének lerövidítéséhez ill. ezek egyszerűsítésére; egységes lelettartalom, -megjelenítési és -adattárolási forma, valamint egységes számítógépes távadattovábbítás bevezetésével.

Módszer

Nemzetközi és saját gyakorlat alapján határoztuk meg az adattartalmat és a leletformátumot kardiológiai ultrahang és szívkatéterezési multimédia leletekhez és konzíliumokhoz. Ez a szöveges és számszerű adatok és eredmények mellett a szükséges álló és mozgóképsorozatok (loopok) számítógépes felvételét, -feldolgozását és -továbbítását is magában foglalta. Kipróbáltuk a fentiekhez szükséges hardver-, szoftver- és adatátviteli technikákat és adatformátumokat különböző sebességű adatátviteli lehetőségekhez.

Eredmény

Nincs olyan közös megoldás az adatátvitelre ami a leletkiadásra és a telekonzíliumra egyaránt optimális.

A kifejlesztett architektúránk (SAMTA –Scaleable Architecture for Medical multimedia Telecommunication Applications) alapján az általunk létrehozott szoftver segítségével megírjuk a leletet, digitalizálunk ultrahang loopokat (a készülék SVHS kimenetéről), olvassuk az Angio CD-ken lévő loopokat, szabjuk és tároljuk ezen képi anyagokat, feldolgozzuk (pl. skálázhatóan tömörítjük) azokat és továbbítjuk számítógépes hálózaton át 4 Magyar és 4 Litván kardiológiai központ között; leletkiadási vagy telekonzultációs célból, a DICOM3 egészségügyi képtárolási és képkommunikációs szabványt használva.

Az álló- és mozgóképtömörítésekhez JPEG, MJPEG, MPEG2 és saját (képszegmentáción alapuló) módszereket használtunk és értékeltünk ki. A legújabb, jövőbeni Internet technológia alapját képező

adatstrukturálási és adatelérési módszert ill. nyelvet (XML) is használtuk a számszerű és szöveges adatok nyitott és skálázható továbbítására; de sablonok kifejlesztése révén használtuk a szövegek, hangok, képek és loopok összerendezését, szinkronizációját és különböző sebességgel történő Internetes lejátszását is lehetővé tevő SMIL módszert és nyelvet multimédia leletkiadáshoz.

Színes ultrahang esetén a 13Mbyte-nyi nyers adatfelvétel (5:1 arányú teljes PAL képernyős mozgókép digitalizálás) után a „Klinikai kompresszió” általában negyedére csökkenti a mozi file méreteket, ezután saját képszegmentálási technikánkkal további 30%-os megtakarítást érhetünk el. Beépített saját veszteséges JPEG tömörítéssel ezután kb. 500 Kbyte –os állományt kapunk, amit átlagosan 4 perc alatt továbbíthatunk két magyar szívcentrum között 64Kbit/sec bérelt vonalon (jó MPEG4 video codecet használva a file méret 150Kbyte-ra is levihető). Angio esetén a kisebb képméret és a szürkeárnyalat miatt ezen eredmények még jobbak.

Az eredmények nem csak az Interneten, de Intézetben belüli kardiológiai hálózatokon (PACS) ill. Intraneten is használhatók (file méretek a tároláshoz, DICOM3 az IP alapú LAN-on).

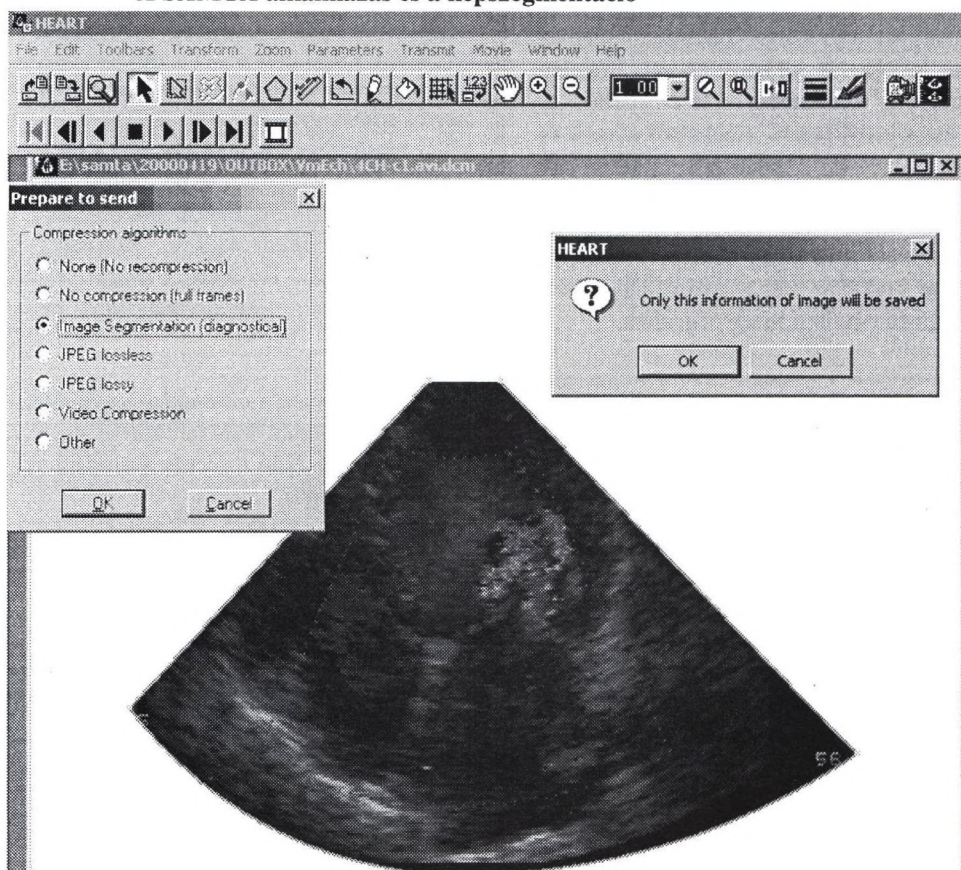
Következtetés

A SAMTA révén a leletkiadások és a konzíliumok egységesíthetők, egyszerűsíthetők és (pl. a rohamos technológiai fejlődés miatt) a zsákutcákba torkolló teleinformatikai infrastrukturális beruházások elkerülhetők.

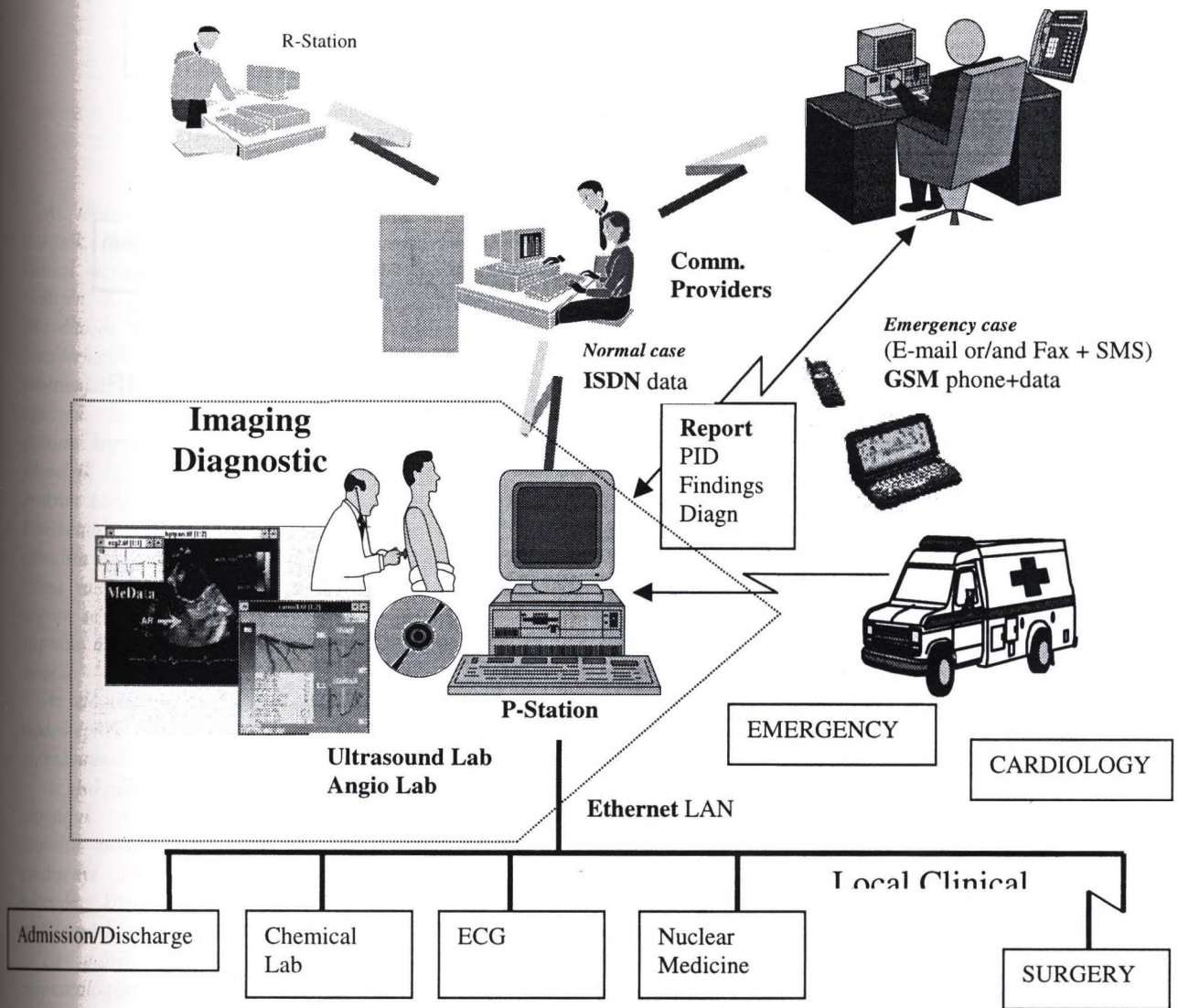
A mozgóképek (loopok) terén a nagy tárolási adatmennyiség és a hazai távadattviteli sebességek miatt off-line előfeldolgozás és veszteséges képtömörítés is szükséges és lehetséges. A kapott eredmények elfogadhatóak és hasznosak az olykor időkritikus kardiológiai problémák megoldásához.



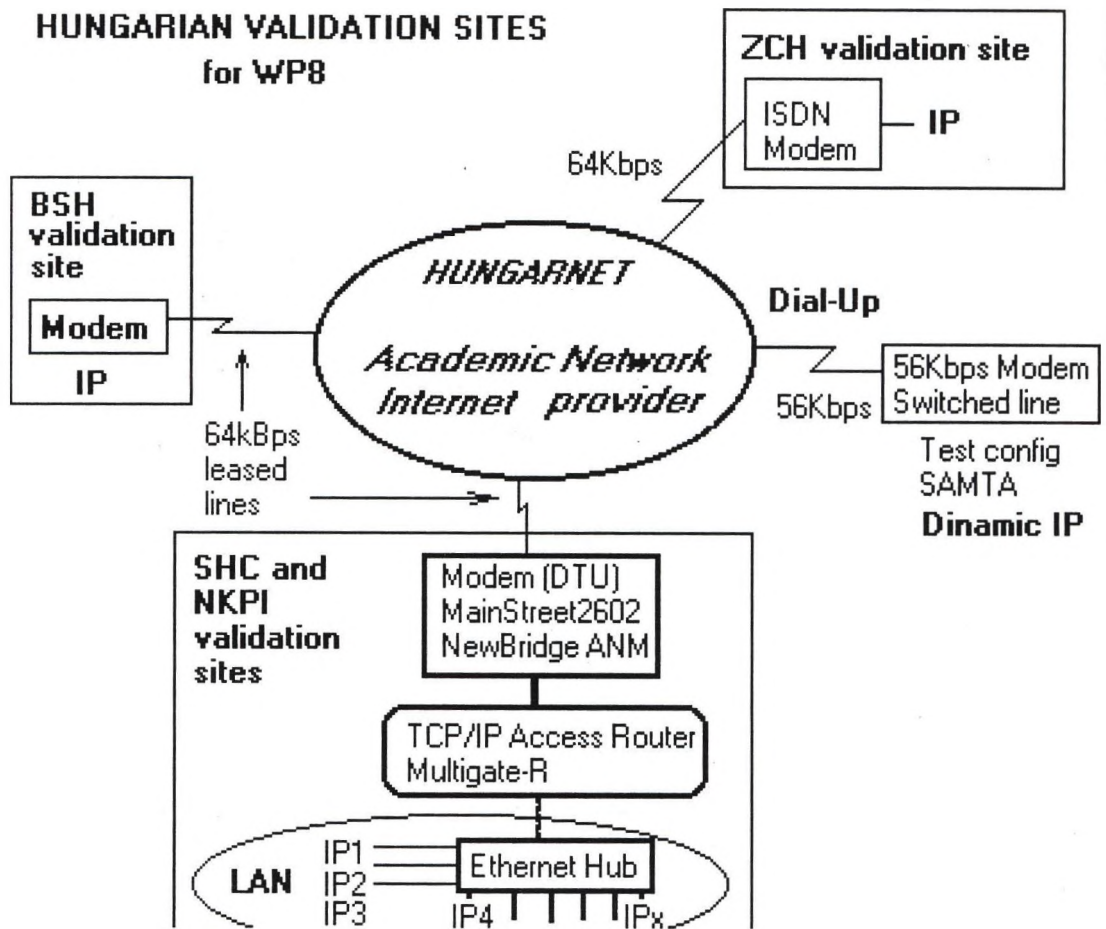
A SAMTA alkalmazás és a képszegmentáció



Konfigurációk a páciens (P-station) oldaltól a távoli (R-stations) oldalig a SAMTA-ban:



**HUNGARIAN VALIDATION SITES
for WP8**



Többváltozós regressziós modellek alkalmazása orvosi kutatási adatokra statisztikai programrendszerekkel

Boda Krisztina, Kozinszky Zoltán, Balogh Zsolt
SZTE Orvosi Informatikai Intézet,
Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Traumatológiai Klinika, Szeged

Absztrakt

A többváltozós regressziós modellek hatásos eszközök, melyeket egyre gyakrabban alkalmaznak a klinikai vizsgálatokban és az orvosi kutatás számos területén. A számítógépes szoftverek elterjedésével a többváltozós módszerek programjai széles körben hozzáférhetők, egyre bonyolultabb eljárások programjait tartalmazzák, kezelésük viszonylag egyszerű. Ez lehetőséget ad arra, hogy könnyen, gyorsan kapjunk eredményeket. A modellek építése, feltételeik és érvényességük ellenőrzése azonban gyakran bonyolult folyamat, amelynek során hibákat követhetünk el. Adat-függő analízisek során túl optimista következtetést vonhatunk le. Lehetőleg kevés számú változóra törekszünk, ezzel szemben általában nagyon sok közül kell kiválasztani a „fontosakat”. A stepwise módszerek nem feltétlenül adják a legjobb modellt.

Az előadásban néhány példa alapján mutatja a modell-építés folyamatát az SPSS és a SAS programrendszer segítségével.

Az első példában az abortuszt befolyásoló tényezőket vizsgáljuk. A logisztikus regresziót alkalmazva, a stepwise módszer önmagában nem adott értékelhető eredményt. Több egyedi modellt összehasonlítva, a változók közötti interakciót is figyelembe véve alakítottuk ki a végső modellt.

Egy másik példa két, a sérülés súlyosságát leíró traumatológiai index/score prediktív értékét vizsgálja. Itt is figyelmen kívül kellett hagyni a stepwise algoritmus eredményét, mivel az fontos tényezőket hagyott volna ki a modelltől. Ebben a vizsgálatban a modell-építésen kívül a két mérési módszer teljesítményét ROC görbék segítségével hasonlítottuk össze.

1. Bevezetés

A többváltozós regressziós modellek hatásos eszközök, melyeket egyre gyakrabban alkalmaznak a klinikai vizsgálatokban és az orvosi kutatás számos területén. Mind a módszertannak, mind az alkalmazásnak nagy irodalma van. Elmondhatjuk, hogy a regressziós modelleket, beleértve a logisztikus regressziót is, széleskörűen, mintegy rutinszerűen alkalmazzák a statisztikai analízisek során. A

számítógépes szoftverek elterjedésével a többváltozós módszerek programjai széles körben hozzáférhetők, egyre bonyolultabb eljárások programjait tartalmazzák, kezelésük viszonylag egyszerű. Ez lehetőséget ad arra, hogy könnyen, gyorsan kapjunk eredményeket. A modellek építésekor azonban nem mindig történik meg a feltételeik és érvényességük ellenőrzése, a modell-építés e programok segítségével mechanikussá válhat.

Az előadás célja két példa alapján a modell-építés során néhány szempont bemutatása, az SPSS és a SAS programrendszerrel szerzett tapasztalatok ismertetése.

2. Regressziós modellek

A regressziós modellek egy vagy több független (magyarázó) változó alapján egy függő változó becslésére, a kimenetel előrejelzésére szolgálnak. A modell a változók közötti összefüggés matematikai leírása, amelyről azt reméljük, hogy a valóságot a megfigyelt adatok alapján jól közelíti. A modell-építés során figyelembe kell venni bizonyos feltételeket, és fontos annak ellenőrzése is, hogy a modell mennyire jól „illeszkedik” az adatokra [1],[2]. Lehetőleg kevés számú változóra törekszünk, ezzel szemben általában nagyon sok közül kell kiválasztani a „fontosakat”. A stepwise módszerek nem feltétlenül adják a legjobb modellt. A változók közötti interakciókat is érdemes megvizsgálni.

Az SPSS program [3] menürendszere részletesen tartalmazza a modell-építés során figyelembe veendő legfontosabb tényezőket, ennek ellenére sokan választják a „kényelmes” stepwise eljárást.

1. Alkalmazási példák

3.1. Terhesség-megszakítást kérők fogamzásgátlási szokásainak elemzése

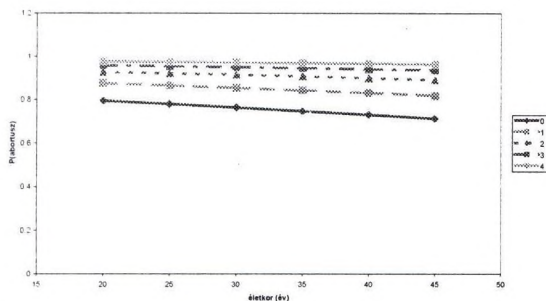
1998-99-ben kérdőíves felmérést végeztek a SZOTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján. 800 terhesség-megszakításra jelentkező és 1000 kontroll nő demográfiai adatait és fogamzásgátlási szokásait jegyezték fel. A cél a terhesség-megszakítást befolyásoló tényezők vizsgálata volt

A független változók relatíve nagy száma és részletes kódolása változók összevonását, illetve a lehetséges kódok összevonását tette szükségessé. Így a következő

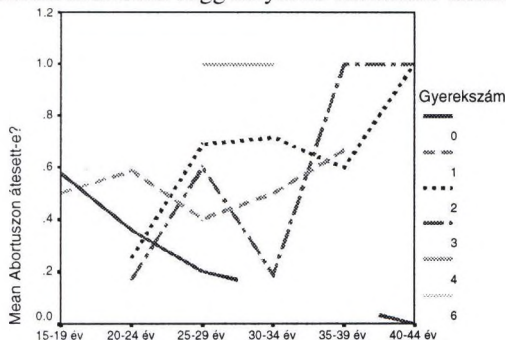
független változók alapján végeztük a vizsgálatunkat: életkor, iskolai végzettség (alap-, közép- és felsőfok), családi állapot (hajadon, házas, elvált, együtt él, özvegy), megbízható módszer használata, ciklusismeret, anyagiak befolyásolása, vallás, megbízható módszer ismerete, információforrás (orvos vagy egészségügyi dolgozó, sajtó, egyéb forrás), gyermekek száma. E változók hatását vizsgálták az abortuszra mint (bináris) függő változóra vonatkozóan.

Az eredményekről részletesen Dr. Kozinszky Zoltán számol be. Itt csak a logisztikus regressziós modell építés egy részletét mutatjuk be, mégpedig az életkor és a gyermekek száma közötti összefüggés vizsgálatát.

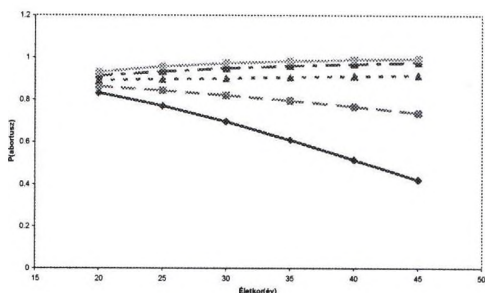
A logisztikus regressziót az SPSS programrendszerrel futtattuk. Amennyiben minden egyes független változót figyelembe veszünk, azt kapjuk, hogy az abortusz valószínűsége csökken az életkor növekedésével, és nő a gyermekek számával. Az összes egyéb tényezőt konstansnak tekintve az életkor és a gyerekek számának függvényében az 1. ábrán látható összefüggést kapjuk az abortusz valószínűségére a logisztikus modell alapján. Figyelembe véve azonban az eredeti adatokat azt látjuk, hogy az előbb kapott összefüggés csak a gyerektelenekre vagy az 1 gyerekesekre érvényes, 2-nél több gyerek az abortusz valószínűsége nő az életkor növekedésével (2. ábra). Amennyiben beiktatjuk a modellbe az életkor és gyermekek számának interakcióját, az így kapott modell (3. ábra) jobban megfelel az adatok által mutatott összefüggésnek. Az interakció beillesztése révén a likelihood ratio teszt szerint a második modell illeszkedése is jobb: $\chi^2=22.87$, szabadságfok=1, $p < 0.001$.



1. ábra. Az abortusz valószínűsége az életkor és a gyermekek számának függvényében interakció nélkül.



2. ábra. A abortusz relatív gyakoriságai



3. ábra. Az abortusz valószínűsége az életkor és a gyermekek számának függvényében, interakcióval

3.2. A traumatológiai sérülés súlyosságának jellemzése

Egy másik példa két, a sérülés súlyosságát leíró traumatológiai index/score prediktív értékét vizsgálja. Az adatok a SZOTE Traumatológiai Klinikán kezelt betegek következő jellemzői: nem, kor, társbetegség van-e (igen-nem), kórházi benntartózkodás ideje (nap), intenzív osztályon tartózkodás ideje (nap), ISS (Injury severity score), NISS (New injury severity score). A kérdés az volt, hogy a kétféle score (ISS és NISS) egyformának tekinthető-e a kórházi és/vagy intenzív osztályos benntartózkodás előre jelzésére? Hosszabb kórházi és intenzív osztályos tartózkodásra kockázati tényező-e, ha adott betegnek a két score-ja különböző?

Aszerint, hogy a kétféle score azonos-e vagy sem, két csoportot képeztünk. A Mann-Whitney U-próba szerint a különbség szignifikáns, azaz, különböző score-ok esetén hosszabb a kórházi benntartózkodás ideje.

Az is kiderült, hogy különböző score-ok esetén többen (37.2%) voltak intenzív osztályon, mint azonos score-ok esetén (2.2%), az összefüggés szignifikáns, $p < 0.0001$ a chi-négyzet próba szerint. Az intenzív osztályra kerülésnek 26-szorosa az esélye különböző score-ok esetén (odds ratio=26.1 (95%CI : 16.5- 41.1).

A kórházi benntartózkodást vagy az intenzív osztályon történő tartózkodást függő változónak tekintve, két-és többváltozós regressziós analízissel próbálkoztunk először. Elég gyenge összefüggést kaptunk ($R^2=0.56$ ill. 0.63 ISS ill. NISS esetén).

A kórházi ápolási napok számát dichotomizáltuk: 10, illetve 14 napnál hosszabb ápolási időt tekintettünk kórosnak. Logisztikus regresszióval vizsgáltuk, hogy a hosszú kórházi ápolási idő valószínűsége hogyan függ a többi tényezőtől. Itt is figyelmen kívül kellett hagyni a stepwise algoritmus eredményét, mivel az fontos tényezőket hagyott volna ki a modellből.

	ISS*		NISS	
	Együtt-ható	p-érték	Együtt-ható	p-érték
NEM	-0.2057	0.1127	-0.232	0.0766
KOR	0.0248	<0.0001	0.0265	<0.001
ISS	0.1652	<0.0001		

NISS			0.1459	<0.001
Hosmer-Lemeshow	9.92 df=8	0.2703	12.75 df=8	0.1204
ROC	0.772		0.788	
95% CI	0.746- 0.797		0.763- 0.813	
p	<0.0001		<0.0001	

1. táblázat. Logisztikus regresszió eredménye 14 napnál hosszabb kórházi tartózkodásra

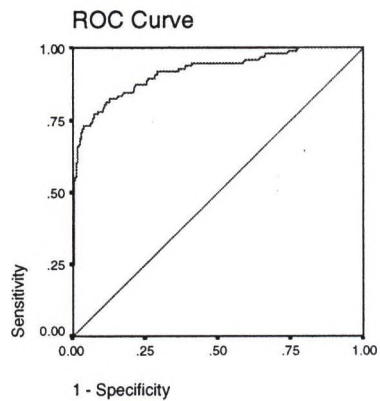
A logisztikus regresszió módszere itt nem stepwise volt, hanem a modellek összehasonlítása alapján kézi módszer. A 14 napnál hosszabb kórházi tartózkodás, mint függő változó esetén ugyanis a „nem” változó hatása „éppen” nem szignifikáns, ezt a stepwise eljárás kihagyná, de a többivel összefüggésben nyilván van hatása. (1. táblázat). Másik érdekesség, hogy a társbetegség „majdnem” szignifikáns, de megint a többi miatt nem vettem be.

	ISS*		NISS	
	Együtt-ható	p-érték	Együtt-ható	p-érték
NEM	0.5775	0.0742	0.4916	0.1409
KOR	0.0017	0.8076	0.0075	0.331
ISS	0.3173	<0.0001		
NISS			0.275	<0.001
Hosmer-Lemeshow	5.42 df=8	0.7116	6.32 df=8	0.61
ROC	0.918		0.944	
95% CI	0.884- 0.952		0.915- 0.972	
p	<0.0001		<0.0001	

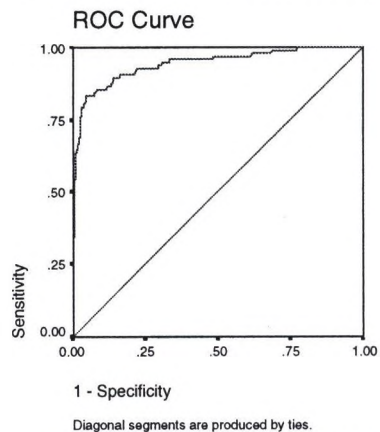
2. táblázat. Logisztikus regresszió eredménye intenzív osztályon való tartózkodásra

Intenzív osztályon történő benntartózkodás, mint függő változó esetén sem a nem, sem a kor, sem a társbetegség nem szignifikáns. A többivel való egyezés miatt vettem be mégis a nemet és a kort (2. táblázat).

Ebben a vizsgálatban a modell-építésen kívül a két mérési módszer teljesítményét ROC görbék segítségével is vizsgáltuk (4. és 5. ábra). A táblázatok a ROC görbék alatti területet is tartalmazzák.



4. ábra. Az ISS-t tartalmazó modell ROC görbéje



5. ábra. Az NISS-t tartalmazó modell ROC görbéje
Az ISS-t, illetve az NISS-t tartalmazó ROC görbékét kétféle módszerrel hasonlítottuk össze: az Interneten talált SAS macro segítségével [7], illetve szintén az Internetről letölthető ROCKIT program segítségével [6]. Mindkettő korrelált ROC görbékét hasonlított össze, az első DeLong [4] módszere alapján, a második Metz [5] módszere szerint. Mindkét esetben szignifikáns különbséget kaptunk az ISS-t és az NISS-t tartalmazó görbék között.

4. Összefoglalás

Két példát mutattunk be arra, hogy a stepwise regresszió mechanikus alkalmazása helyett a modell-építés során a változók közötti interakciókat illetve az általunk fontosnak tartott változókat beillesztettük a modellbe.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton mondok köszönetet Singer Júliának (CHINOIN Rt.) a SAS macro lefuttatásáért.

Referenciák

[1] Harrell FE, Lee KL, Mark DB. Multivariable prognostic

- models: Issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Statistics in Medicine* 1996, 15:361-387.
- [2] Altman DG, Royston P. What do we mean by validating a prognostic model? *Statistics in Medicine*, 2000, 19: 453-473.
- [3] SPSS Regression Models TM 9.0. Copyright © 1999 by SPSS Inc.
- [4] DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Peterson DI. Comparing the area under two or more correlated receiver operating curves: A non-parametric approach. *Biometrics* 1988, 44: 837-845.
- [5] Metz CE, Wang P-L, Kronman HB. A new approach for testing the significance of differences between ROC curves measured from correlated data. In: *Information Processing in Medical Imaging* (F.Deconinck, ed.). The Hague: Martinus Nijhoff, 1984, 432-445.
- [6] <http://www-radiology.uchicago.edu/krl/toppage11.htm>
- [7] <http://ewe3.sas.com/techsup/download/stat/roc.html>.

Levelezési cím:
Boda Krisztina
H-6720 Szeged, Korányi fasor 9.
boda@dm.szote.u-szeged.hu

Terhességmegszakítást kérők fogamzásgátlási szokásainak elemzése logisztikus regressziós analízis segítségével

Kozinszky Zoltán, Boda Krisztina*, Bártfai György
Szegedi Tudományegyetem, Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika,

*Orvosi Informatikai Intézet, Szeged

Absztrakt

A reprodukzív medicinában egyre inkább teret nyernék a multicenter, randomizált vizsgálatok, melyek kapcsán a betegségek, kórállapotok befolyásoló tényezői logisztikus regressziós modell segítségével vizsgálhatók.

Személyes interjú segítségével, anonim, kérdőíves felmérést végeztünk. Terhességmegszakítást kérők fogamzásgátlási gyakorlatát hasonlítottunk össze életkor és lakhely tekintetében megegyező, abortuszt korábban nem kérő kontrollokkal. A gyakorisági megoszlások összehasonlítására Fisher exakt tesztet alkalmaztunk. Az abortusz demográfiai és kontraceptív kockázati tényezőit logisztikus regressziós analízis segítségével határoztuk meg.

Megbízható módszerhasználat kisebb eséllyel (19,1% vs. 55,0%, $P < 0,001$, odds ráta (OR) = 0,46, 95% konfidencia intervallum (KI): 0,32-0,66) vezetett művi terhességmegszakításhoz. Az abortusz bekövetkeztét szignifikáns módon befolyásolta a kedvezőtlen anyagi háttér (OR = 1,87; 95% KI = 1,48-2,36). A terhességmegszakítás esélye alacsonyabb, ha a média (OR = 0,51; 95% KI = 0,39-0,66) vagy az orvos (OR = 0,56; 95% KI = 0,39-0,81) informálta a fogamzásgátló módszer használatáról. A megbízható módszerek ismerete szignifikánsan csökkenti a terhességmegszakítás kockázatát (OR = 0,25; 95% KI = 0,14-0,45).

A terhességmegszakítások számának csökkentésében szerepet játszhat a média, az írott sajtó és az oktatás fokozottabb ismeretterjesztő tevékenységet kifejtve.

1. Bevezetés

Magyarországon a művi terhességmegszakítások száma az 1970-es évek elejétől, míg az élveszületések száma az 1970-es évek végétől jellemzően csökkenő tendenciát mutat. Ennek ellenére hazánkban a száz élveszületésre vonatkoztatott művi terhességmegszakítások száma Nyugat-Európaéhoz képest magasnak mondható [1].

2. Módszerek

Személyes interjú alapultó kérdőíves felmérés segítségével meghatároztuk a művi terhességmegszakítás előtt álló nők fogamzásgátlási szokásait és a kontracepcióra vonatkozó ismereteit. Eset-kontroll vizsgálat segítségével 800 abortuszt kérő és 1000 korábban még terhességmegszakításért nem folyamodó kontroll személyt kérdeztünk ki 1998 október 1. és 1999. május 1. között a Szegedi Tudományegyetem Szülészeti és Nőgyógyászati Klinikáján illetve a Szegedi Családvédelmi Szolgálatnál. A két csoport megoszlása életkor és lakhely tekintetében hasonló volt.

Vizsgálatunk szempontjaiként szociodemográfiai tényezők (életkor, iskolázottság, családi állapot, lakhely, gyerekszám, jövőbeni gyerekvárás) illetve fogamzásgátlási szokások (alkalmazott antikonceptív, fogamzásgátló módszerek ismerete, információforrás, anyagi és vallási befolyásoltság és a menstruációs ciklus fertilis periódusának ismerete) voltak. A statisztikai elemzéseket SPSS for Windows programmal végeztük [2]. A kérdésekre adott válaszok gyakoriságát Fisher exakt tesztel vizsgáltuk [2]. A művi terhességmegszakítást befolyásoló tényezők együttes vizsgálatára logisztikus regressziós analízist alkalmaztunk [3].

3. Eredmények

A terhességmegszakításhoz folyamodók életkora: 15 és 48 év közötti volt. Életkorukat tekintve leggyakoribb a 20-29 korosztály (48,4%), míg legnagyobb arányban városiak (66%) szerepeltek a mintában. A vizsgált személyek iskolai végzettségére jellemző, hogy legmagasabb a szakmunkásképzőt illetve a szakközépiskolát végzettek száma. Családi állapotot tekintve legnagyobb arányban a férjzettek illetve gyermektelenek jelentkeztek terhességmegszakításra.

A fogamzásgátló tablettát, az intrauterin eszközt, a művi meddővé tételt illetve az injekciót tekintettük megbízható módszernek Pearl-indexük (a fogamzásgátló módszerek megbízhatóságát mérő mutató) alapján. A megbízható módszereket szignifikáns módon kisebb arányban alkalmazták a terhességmegszakítást kérők (1.

táblázat).

Felmerült a kérdés, hogy a fogamzóképeség tekintetében milyen ismeret uralkodik. Megkérdeztük, hogy a vizsgált személyek mennyire ismerik-e a menstruációs ciklus magas illetve alacsony fogamzóképeséggel jellemezhető napjait, amely a kevésbé megbízható fogamzásgátló módszerek megfelelő alkalmazásához szükséges. A megkérdezettek több mint 80%-a nem kellően ismerte a menstruációs ciklus fertilis periódusát. A két csoportot összehasonlító Fisher exakt próba eredménye szignifikánsnak bizonyult. A kontrollba tartozók adtak nagyobb arányban korrekt választ (1. táblázat).

Megvizsgáltuk, hogy a két csoportban a vallási megfontolások milyen arányban befolyásolták a módszerhasználatot, ugyanis a vallás a kevésbé megbízható módszerek alkalmazását mozdítja elő. A vallás nem determinálta a módszerhasználatot szignifikáns módon megkülönböztetve a két csoportot egymástól. A kontroll személyek - szignifikáns módon különbözve az abortuszt kérőktől - nagyobb arányban óhajtottak a továbbiakban gyereket (1. táblázat).

Az egyes fogamzásgátló módszerek ismerete befolyásolja a módszerek használatát. Felmerült a kérdés, hogy a kontraceptívumok mely típusait ismerik a felmért személyek. Elmondható, hogy a módszerek nagy többségét az abortuszra jelentkezők kevésbé ismerték.

Választ kívánunk kapni arra vonatkozóan, hogy az alkalmazott módszer kapcsán milyen forrásokból szereztek ismereteiket a vizsgált személyek. Az írott sajtó, partner, barát nő számítottak a legnépszerűbb információforrásnak az abortuszt kérők körében. Az elektronikus média illetve az egészségügyi dolgozók által nyújtott ismeretekre már a terhességmegszakításra jelentkezők kisebb része támaszkodott. A kontrollok minden információforrást nagyobb arányban alkalmaztak. Az elektronikus média illetve a barát nő világosította fel a legnagyobb arányban a kontroll csoport tagjait.

A függő változó (abortusz) becslésére vonatkozó szempontokat egyéni beillesztés módszerével építettük a modellbe és megvizsgáltuk a determinánsok közötti összefüggéseket. Független változóként az életkort, a családi állapotot, az iskolázottságot, a gyerekszámot, a jövőbeni gyerekvárást illetve az alkalmazott fogamzásgátló módszert, az összes megbízható módszer ismeretét, az információforrásokat, az anyagi és a vallási megfontolásokat és a menstruációs ciklus ismeretét vettük figyelembe. Az egyes változók részletes feltérképezése a lehetséges kódok összevonását tette szükségessé a modellbe való beépítés végett. Az alkalmazott módszereket megbízható és kevésbé hatékony módszerekre csoportosítottuk; míg az antikoncepciensek ismereténél az összes megbízható módszer ismeretét vettük figyelembe. Az információforrás esetében az orvos által szolgáltatott tájékoztatást, az írott és elektronikus média általi

információnyújtást illetve egyéb forrást soroltunk külön kategóriákba.

A stepwise módszerrel felépített modell nem adott megfelelő választ eredményeink értékeléséhez. A nemi ciklus fertilis periódusának ismerete, egyéb információforrás illetve a jövőbeni gyermekvárás nem bizonyultak szignifikáns tényezőknél, így a lépcsőzetesen felépített modellbe nem illesztettük be (2. táblázat).

A modellépítés következő lépése során enter algoritmussal beillesztve a változókat figyelembe vettük a gyerekszám és az életkor interakcióját, melyről Boda Krisztina már beszámolt. A fogamzásgátló megválasztásának vallás általi befolyásoltsága ebben az összefüggésrendszerben már nem lett szignifikáns determináns. Az így kapott modell szignifikáns módon jobban illeszkedett az adatokra (3. táblázat).

Utolsó lépésként a családi állapot kategóriáit összevonva házas és nem házas megkülönböztetést alkalmazva nem tapasztaltunk jelentős eltérést (4. táblázat).

A terhességmegszakítás kontraceptív és demográfiai háttértényezőinek részletes vizsgálata lehetőséget adott a kockázati faktorok együttes elemzésére. A logisztikus modell felépítésével feltártuk az abortuszt befolyásoló determinánsok összefüggéseit, és rávilágítottunk arra, hogy melyek ma hazánkban az abortusz prevenciójának fő lépései.

Szembetűnik, hogy a gyermektelenek és a nem férjzett csoportból kerül ki a terhességmegszakítást kérők jelentős többsége. A nem megfelelő anyagi eszközökkel rendelkezők szignifikáns módon nagyobb arányban alkalmaznak kevésbé megbízható módszert vagy nem védekeznek. Nagyfokú tájékozatlanság uralkodik a módszerek pontos használatát, illetve a menstruációs ciklus fertilis periódusát illetően, amelynek csökkentésében lehetséges szerepet vállalhat a média, az írott sajtó, az oktatás és az egészségügyi dolgozók.

Referenciák

- [1] Központi Statisztikai Hivatal, Népesedési és Egészségügyi Statisztikai Főosztály. Demográfiai évkönyv. Budapest, 2000.
- [2] SPSS Regression Models 9.0. Copyright® 1999 by SPSS Inc.
- [3] Douglas G. Altman. Practical Statistics for Medical Research. Chapman & Hall. 1995.

Levelezési cím:
Kozinszky Zoltán
H-6725 Szeged, Semmelweis u. 1.
Kozinsz@obgyn.szote.u-szeged.hu

	Abortusz		Kontroll		P-érték	OR*	95% KI*
	n	%	n	%			
Életkor (átlag ± SD**)	27,72 ± 7,23		28,39 ± 7,1				
Megbízható módszerek használata	159	19,9	550	55,0	< 0,001	0,20	0,16-0,25
Menstruációs ciklus fertilis periódusának ismerete	113	14,1	207	20,7	< 0,001	0,63	0,50-0,80
Fogamzásgátló módszer használatának vallási befolyásoltsága	20	2,5	30	3,0	0,57	0,80	0,50-1,40
Jövőben akar még gyermeket	426	53,3	626	62,6	< 0,001	0,68	0,56-0,82

1. táblázat. Kontracepcióval kapcsolatos változók megoszlása a két csoportban

* OR: odds ráta, KI: konfidencia intervallum, ** SD: standard deviáció

2. táblázat. Stepwise algoritmussal lefuttatott logisztikus regressziós modell

	P-érték	OR*	95% KI*	B
Életkor	0,031	0,98	0,96-0,99	- 0,02
Családi állapot**	< 0,001			
Férjezett	0,002	3,97	1,69-9,31	1,37
Elvált	0,153	1,81	0,80-4,08	0,59
Együtt él	0,066	2,26	0,95-5,38	0,81
Özvegy	< 0,001	7,58	3,02-19,00	2,03
Iskolázottság***	< 0,001			
Alapfokú iskolázottság	< 0,001	2,00	1,44-2,79	0,70
Középfokú iskolázottság	0,722	1,09	0,67-1,80	0,09
Gyerekszám	< 0,001	1,67	1,42-1,97	0,52
Megbízható módszer használata	< 0,001	0,50	0,35-0,72	- 0,68
Minden megbízható módszer ismerete	< 0,001	0,26	0,14-0,46	- 1,36
Anyagi befolyásolták	< 0,001	1,83	1,45-2,32	0,60
Információforrás: egészségügyi dolgozó	< 0,001	0,53	0,37-0,76	- 0,64
Információforrás: elektronikus média és az írott sajtó	< 0,001	0,49	0,38-0,63	- 0,71
Vallási befolyásoltság	0,022	0,48	0,26-0,90	- 7,34

2. táblázat. Stepwise algoritmussal lefuttatott logisztikus regressziós modell

* OR: odds ráta, KI: Konfidencia intervallum ** Hajadon családi állapothoz viszonyítva*** Felsőfokú iskolázottsághoz viszonyítva

3. táblázat. Logisztikus regressziós modell a gyerekszám és az életkor interakciójával

	P-érték	OR*	95% KI*	B
Életkor	< 0,001	0,92	0,90-0,95	- 0,07
Családi állapot**	< 0,001			
Férjezett	0,001	4,09	1,74-9,64	1,41
Elvált	0,069	2,14	0,94-4,84	0,76
Együtt él	0,027	2,69	1,12-6,48	0,99
Özvegy	< 0,001	8,99	3,56-22,69	2,20
Iskolázottság***	< 0,001			
Alapfokú iskolázottság	< 0,001	2,21	1,58-3,09	0,79
Középfokú iskolázottság	0,034	1,28	0,78-2,10	0,24
Gyerekszám	0,027	0,55	0,33-0,93	- 0,59
Gyerekszám × életkor****	< 0,001	1,04	1,02-1,06	0,04
Megbízható módszer használata	< 0,001	0,50	0,35-0,72	- 0,69
Minden megbízható módszer ismerete	< 0,001	0,25	0,14-0,46	- 1,39
Anyagi befolyásolták	< 0,001	1,85	1,46-2,34	0,61
Információforrás: egészségügyi dolgozó	0,001	0,54	0,38-0,78	- 0,61
Információforrás: elektronikus média és az írott sajtó	< 0,001	0,49	0,38-0,64	- 0,72

3. táblázat. Logisztikus regressziós modell a gyerekszám és az életkor interakciójával

* OR: odds ráta, KI: Konfidencia intervallum ** Hajadon családi állapothoz viszonyítva *** Felsőfokú iskolázottsághoz viszonyítva **** Gyerekszám és az életkor interakciója

4. táblázat. Végző eredményt tartalmazó regressziós modell

	P-érték	OR*	95% KI*	B
Életkor	<0,001	0,92	0,90-0,95	- 0,08
Férjezett	<0,001	0,58	0,45-0,75	- 0,54
Iskolázottság**	< 0,001			
Alapfokú iskolázottság	0,288	0,77	0,47-1,25	- 0,27
Középfokú iskolázottság	< 0,050	1,72	1,18-2,53	0,55
Gyerekszám	< 0,050	0,59	0,36-0,97	- 0,53
Gyerekszám × életkor***	< 0,001	1,04	1,02-1,06	0,04
Megbízható módszer használata	< 0,001	0,46	0,32-0,65	- 0,77
Minden megbízható fogamzásgátló módszer ismerete	< 0,001	0,25	0,14-0,45	- 1,40
Anyagi befolyásolták	< 0,001	1,87	1,48-2,36	0,62
Információforrás:	< 0,050	0,56	0,39-0,80	- 0,57
Információforrás: elektronikus média és az írott sajtó	< 0,001	0,51	0,39-0,66	- 0,67

4. táblázat. Végző eredményt tartalmazó regressziós modell

* OR: odds ráta, KI: Konfidencia intervallum ** Felsőfokú iskolázottsághoz viszonyítva *** Gyerekszám és az életkor interakciója

Az anaesthesiai ergorendszer szisztematikus tanulmányozása Teleonika segítségével

Horváth Gábor

ELTE, TTK Doktori Iskola, Budapest

Absztrakt

A mai folyamatosan változó körülmények között egyre inkább elengedhetlenné válik a rendszertudomány eredményeinek alkalmazása komplex, élő és élettelen komponensekből felépülő, rendszerekre. A proaktív, szisztematikus, szervezeten-alapuló rendszerszemlélet segítségével hívásával mélyebb bepillantást nyerhetünk az ember és a fejlett technológia együttműködése által létrehozott rendszerek általános működésébe, ill. működészavaraik kialakulásába.

Az Arthur Barrington Baker és János György professzorok által kezdeményezett kutatás az anaesthesia biztonsági kérdéseivel kíván foglalkozni. A fenti szellemben megfogalmazott megközelítés alkalmazásához a rendszertudományok közül a bőszéges gyakorlati tapasztalatokkal és elméleti megalapozottsággal egyaránt rendelkező teleonikára esett a választás.

1. Bevezetés

Az egyre biztonságosabbá váló anaesthesia az utóbbi évtizedekben hatalmas fejlődésen ment keresztül. A kizárólag anaesthesiai okokra visszavezethető perioperatív halálozási arány a világ legfejlettebb országaiban 1 a 150.000-re (vaz, 0.006%) csökkent 1996 és 1999 között [1]. Azon esetekben – ahol az anaesthesia nem játszik kizárólagos szerepet – ez az arány még mindig kevesebb, mint 0.015%. Mindazonáltal ezek a rendkívül kis számok is számos beteg és családja életét érintik, hasonlóan pl. a kiemelten biztonságos légi közlekedésben előforduló balesetekhez. Az eddigi kutatások a beteget érintő problémákat optimalizálták, az ún. szervezeti hibákkal azonban jelenleg még nem, vagy csak kevéssé foglalkoztak. Ez utóbbi hibák jelentősége különösen megnőtt az utóbbi időben – és a jövőben is fokozódni fog az előrejelzések szerint –, a csökkenő anyagi források és az egyre gyorsabban növekvő igények keresztüztüében.

2. A rendszerelméleti megközelítésről

A modellezés során különböző ergorendszereket

különböztetünk meg, mely fogalom alatt az összetett feladatok megoldására létrejövő szerveződések – mint például a műtéti beavatkozásokat támogató anaesthesiát – értjük.

Warren Waever három féle rendszer-komplexitást különböztet meg: a rendezett egyszerűséget, rendezetlen komplexitást és a rendezett komplexitást [2]. A klasszikus matematika eszközeivel kitűnően kezelhető első csoportba tartoznak a kis számú, egymásra jól meghatározható módon ható entitások alkotta rendszerek, míg a második csoportba a rendkívül nagyszámú entitást tartalmazó rendszereket soroljuk, melyeknek jellemzői a bizonytalanság statisztikai módszerekkel történő kezelését teszik szükségessé. A tudomány fejlődése – különösen az interdiszciplináris területeken – maga után vonta az egyre több és több elemet tartalmazó olyan rendszerek vizsgálatát, melyeknek jellemzői nem, vagy csak részben igénylik a bizonytalanság kezelését.

A rendszereket – $Sys := (O, R_o)$ – gyakran a résztvevő entitások halmazán (O) értelmezett relációkkal (R_o) modellezik [ld. 3]. A fenti harmadik csoportba sorolható, komplex élő rendszerek tanulmányozásához létrehozott teleonika [4, 5] hasznos rendszerelméleti megközelítésnek bizonyult számos területen.

A teleonika a vizsgált univerzumot több egymást tartalmazó szintre osztja. A szintek egyik lehetséges felsorolása pl. az atomok, molekulák, sejtek, szervek, organizmusok, egyedek csoportjai, szervezetek, társadalmak szintjei.

A vizsgálat szintje fölötti szintek alkotta külső környezetben (ill. az alatta lévő szintekből álló belső környezetben) érvényes irányelveket, írott és íratlan törvényszerűséget, szabályokat az ethosz tartalmazza. Az ethosz határozza meg a rendszeren belüli „értékeket”, a kívánatos célokat és az ezek között fennálló fontossági sorrendeket. A szakirodalomban gyakran alkalmazott – ám meglehetősen sokféleképpen definiált – ún. „szervezeti kultúra” fogalmának általánosításáról beszélhetünk [ld.6, 7.o.] itt tulajdonképpen.

Vizsgálódásainak alapját a célorientált folyamat-komplexumok (P, R_p), az ún. teleonok képezik. A különböző szinteket összekötő teleonok további önszervező egységeket, ún. doubleteket alkotnak.

Minden egyes teleon egy saját célra, az ún. teleoszra

irányul (célorientáltság). Ez az az elérendő végső cél, mely meghatározza az egyes teleonokban résztvevő folyamatokat, az alkalmazott szabályozásokat, ill. a folyamatok kapcsolódásait. Egy-egy konkrét rendszer vizsgálata számos egymással kölcsönös kapcsolatban lévő teleon elemzését teszi szükségessé.

A teleonok azon – 0 és 1 közötti értékeket felvevő jellemzőjét – mely annak az esélyét írja le, hogy a kérdéses teleon eléri kitűzött teleosztát, telentrópiának nevezzük (0 a telentrópia értéke, ha a teleosz elérése lehetetlen, ill. 1 ha a teleon elérte teleosztát).

Mindezen tényezők kiemelt fontosságú szerepet játszanak a rendezett komplexitás csoportjába tartozó élőrendszerek, – mint pl. az anaesthesia ergorendszerének tanulmányozásában.

A széleskörű rendszer-tudományi vizsgálatok tanulságai közül kiemelendő, hogy egy teleon hibás működését elsőként magán a teleonon belül kell korrigálni. Csak akkor célszerű külső segítséget igénybe venni, ha a belső korrekciós lépések eredménytelennek bizonyultak. A konkrét rendszerekben szorosan együttműködő teleonok között a hibás működés hatása átadódik, ami további működési zavarokat okozhat sokszor a probléma forrásától igen távoli helyeken is. A komplexitás növekedésével arányosan a jelenség hagyományos eszközökkel egyre követhetlenebbé válhat.

A fenti fogalmakra és alapelvekre épülő elemzések teszik a teleonikát kiválóan alkalmassá a rendszereken belüli működési zavarok feltérképezésére, terjedésük nyomon követésére, és a problémákra adandó szisztematikus és rendszer-szemléletű megoldások kidolgozására. Ezt a munkát támogatandó a Klir [3] által kidolgozott formális rendszer-fogalomra alapozva kifejtésre került egy formális matematikai jelölésrendszer a teleonika alkalmazási körének gyorsabb bővítése érdekében [7].

Egy vázlatos egészségügyi példával [15] szeretnénk érzékeltetni az eddig bemutatott alapfogalmak modellezés szempontjából vett alkalmazhatóságát; a részletesebb ismertetésétől terjedelmi okokból miatt itt el kell tekintenünk.

A továbbiakban, vizsgálataink során a KÓRHÁZra mint doubletre tekintünk (azaz egy teleonok alkotta önszervező egységre). A kórházat nem az épületei által fizikailag lehatárolt egységnek fogjuk fel. Egy KÓRHÁZ ott „ér véget”, ahol az ott folytatott gyógyító tevékenységek hatása már nem érzékelhető, ki nem hagyva a betegségből származó, a páciens családjára, és munkahelyére vonatkozó szűkebb és tágabb értelemben vett közösségi hatásokat sem. A KÓRHÁZ folyamataiban a fekvő betegeken kívül részt vesznek a járóbeteg-rendelésen megjelenő páciensek, a felülvizsgálatra visszatérő betegek, a rehabilitációs programban résztvevők stb.

KÓRHÁZ alatt mindig egy rendkívül komplex szervezetet értünk, melynek munkájában számos különböző – gyakran egymással konfliktusban lévő ethoszokkal rendelkező – terület szakemberei folyamatosan

működtetnek egy sor alrendszer. A szervezetek sikeres irányításához elengedhetetlenül szükséges általánosan elfogadott ethosz kialakítását nehezíti meg a páciensek egészségét, életét érintő rendkívül felelősségteljes munka kiemelt jelentősége mellett az, hogy az erőfeszítések eredményessége nehezen mérhető.

A KÓRHÁZban folyó gyógyító és egyéb általános tevékenységek jellege és teleosza a konkrét esetekben igen különböző, ám a szervezet irányítása szempontjából – egy magasabb szintről szemlélve – számos folyamat dinamikus viselkedése között analógiás hasonlóság mutatható ki.

Egy gégeszeti és egy ortopédiai páciens konkrét orvosi ellátása között természetesen jelentős az eltérés, ám a páciensek teljes kórházi tartózkodásuk alatt rengeteg nagyon hasonló folyamatban vesznek részt.

A KÓRHÁZ exodinamikus – külső környezete felé irányuló – tevékenységei közül a legkiemeltebbeknek a társadalom beteg tagjainak kezelésére, gyógyítására irányuló teleonokat tekintjük. A betegek már betegségük (gyakran a KÓRHÁZON kívüli) szakorvosi diagnózisával egy-egy ilyen ún. exoteleonhoz csatlakoznak, mely folyamat-komplexum végső célját akkor éri el, amikor a beteg a KÓRHÁZ elhagyása után, sikeresen tér vissza családjához, munkahelyére, tehát reintegrálódik a társadalomba.

A KÓRHÁZ teleonjainak másik nagy csoportja az endodinamikus – a belső környezet felé irányuló – tevékenységeket öleli fel. Ide tartoznak az épületek karbantartása mellett (gondolva itt a legalapvetőbb épületgépészeti karbantartásokra, a higiéniai szempontokra, stb.) az orvostechnikai berendezések biztonságos üzemeltetése, az alkalmazottak és a páciensek ellátása (pl. ételmezés, mosdai szolgáltatások).

Teleonikán alapuló módszereket alkalmaztak számos szakterület – mint pl. az oktatás, egészségügy, pszichológia, üzleti élet, szoftverfejlesztés – legkülönbözőbb absztrakciós szintű modelljénél [8-16].

3. A szervezeti hibákról

Az anaesthesiai ergorendszer szerkezetében és baleseteinek jellegét tekintve is gyakran hasonlítják a légi közlekedés rendkívül komplex rendszeréhez. Az utóbbi területen Maurino és munkatársai [6], Reason alapvető kutatásaira [17] építve, a hagyományos biztonsági rendszerekkel szemben a proaktív, rendszerszemléletű és szervezeten alapuló megközelítést javasolják. Magától értetődően a Reason-féle megközelítés anaesthesiára történő adaptációja is további komoly erőfeszítéseket igényel, a specifikus tényezők modellbe történő integrálásával.

Az „emberi tényező” és a magas szintű technológiai berendezések együttműködése sohasem tehető teljesen balesetmentessé [17]. Az érintett veszélyes munkaterületek alkalmazottai egyre szakképzettebbek – mind elméleti, mind gyakorlati szempontból – míg az

alkalmazott technológiák, ill. berendezések biztonsági jellemzőin is igyekeznek folyamatosan javítani. A terület, ami felé eddig kevés figyelem fordult az az alkalmazottak és munkaeszközök egységes cél-orientált rendszerként történő értelmezése. Az üzletpolitika, a szervezet értékrendje, a kitűzött célok és a célok elérését szolgáló munkafolyamatok szisztematikus áttekintése rendkívül fontos keretül szolgál a további vizsgálatokhoz. A továbbiakban nem csak az emberi tévedéseket és mulasztásokat, ill. a készülékek meghibásodását kívánjuk kiküszöbölni, hanem ezek szűkebb-tágabb környezetét is bevonjuk a vizsgálatba. Ezzel a balesetek kialakulásáról alkotott képünk a jelenleginél sokkal árnyaltabb lesz.

A biztonsági előírásokra történő hagyományos rátekintés legszembeötlőbb problémája, hogy az előírások hatékonyságát, a munka sikerét, valaminek a hiánya jelenti, pontosabban a meg nem történt balesetekkel, sérülésekkel, időkieséssel stb. mérhetjük. A biztonsági teleonok sikeréhez – alacsony telentrópiájukhoz – elengedhetetlenül szükség van visszacsatolásra, mint minden más teleonnal kapcsolatban is. Ebben az esetben azonban a visszacsatolás pusztán közvetett és távolról sem folytonos az időben [18]. A visszacsatolás „időnkénti” jellege a balesetek, vagy baleset-közeli esetek ritkaságában és szabálytalan előfordulásában rejlik, míg a közvetettség főként abban jelentkezik, hogy az előforduló balesetek csak a rendszer pillanatnyi állapotáról adnak visszajelzést, és nem a rendszer vészhelyzetekkel szembeni általános ellenálló képességét jellemzik.

Az emberi egészséget ill. életet szorosan érintő területeken számos felmérés készült a baleset-elhárítással kapcsolatos biztonsági rendelkezésekről, előírásokról és eljárásokról, ezek betartásáról, valamint hatékonyságáról. Reason és munkatársainak tanulmánya [18] a vállalati biztonsági szabályozásokkal kapcsolatos dolgozói viselkedést tanulmányozta, különös tekintettel a szabályok betartásával ill. megszegésével kapcsolatos pszichológiai, szituációs és szervezeti tényezőkre.

A dolgozat a vizsgált munkafolyamatok során tíz viselkedési csoportot különböztetett meg. Egyes esetekben ez az előírásoknak megfelelő, máskor az azokat megszegő viselkedést jelentette. Bizonyos tevékenységek balesetet okoztak, mások pedig nem. Az osztályozást a következő szempontok alapján végezték: „kapcsolódott-e valamilyen előírás a feladathoz, vagy úgy mond improvizálni kellett?“, „az előírás a helyzetnek megfelelő volt-e?“, „követték-e az előírt lépéseket?“ és végül „a dolgozó sikerélménnyel végezte-e a feladatot?“.

A Reason-féle modell a munkafolyamatok környezetét tekintve egy igen fontos megkülönböztetéssel él, mely szerint különbséget tesz a közvetlen, helyi munkakörnyezet és a magasabb, vállalati szintű biztonsági és védelmi intézkedések között. Ehhez kapcsolódik a hibák aktív és látens hibákra osztása is. Ez a fajta megkülönböztetés részben

azon alapul, hogy a hiba hatása mennyi idő alatt válik láthatóvá, ami az aktív hiba esetében szinte azonnali közvetlen hatást jelent. Látens hibát egy rendszer sokszor évekig nyomtalanul hordozhat magában, míg egyszer csak valamilyen kiváltó mechanizmus hatására, esetleg aktív hibával kombinálódva, kifejti hatását. A másik megkülönböztetés a hiba okozóján alapul: az aktív hibát a munkafolyamatban közvetlenül résztvevő alkalmazottak követik el, míg a látens hibák a szervezet magasabb szintjére, a felső vezetés döntéshozóira vezethetők vissza.

Ezekkel a kérdésekkel a teleonika úgy foglalkozik, mint az egyes teleonok telentrópiájának kérdése, a teleonok szabályozásánál, ill. a rendszer ethoszánál tapasztalható anomáliák.

Az aktív hiba, melyet egy alkalmazott tévedése, vagy mulasztása okozhat, sok esetben „fennakad” a szervezet védelmi rendszerének hálóján, és végzetes hatás nem valósul meg. Természetesen a kérdést nagyban befolyásolja az érintett teleon ereje és telentrópiája, valamint egy szinttel feljebb maga a teljes rendszer védelmének erőssége is.

Ezzel szemben látens hibák szinte kizárólag csak olyan esetekben derülnek ki, amikor a mulasztás végzetes következménye már bekövetkezett, hiszen az ilyen jellegű hibák közé olyan „veszélyforrásokat” sorolunk, mint a rendszer védelmét szolgáló rendszabályok és eljárások nem megfelelő volta.

Reason az aktív és látens hibák további részletes csoportosítását is megadta, a végzetes balesetek kialakulásában aktív szerepet játszó ún. trigger mechanizmusokkal együtt [6].

4. Tervezett további kutatások

A tervezett vizsgálatok az anaesthesiai ergorendszer absztrakt modelljének megkonstruálását az alternatív nézőpontok és megközelítési módok figyelembe vételével kívánják elérni. A kutatás nagy hangsúlyt kíván helyezni az anaesthesiai ergorendszer külső környezetét alkotó, más és más uralkodó ethosszal rendelkező szintjeire, ún. az operatív tevékenységekre, a kórházra vagy a klinikára, a páciens családjára, az üzleti érdekeltségekre és magára a társadalomra is. Az anaesthesiai ergorendszer pontosan mérhető, és kevésbé, vagy egyáltalán nem mérhető paramétereinek összegyűjtése a kvantitatív teleonikai modell kidolgozását támogatja. Ehhez járul még hozzá további releváns teleonikai függvények kialakítása, a feltérképezett paraméterek természetétől függően.

Az elkészült modellnek az érintett területek szakembereivel együtt történő tanulmányozása segítséget kíván nyújtani a rendszer "gyenge pontjainak" – mint pl. a nem megfelelően definiált célok (*teleos*), a homályos irányelvek (*ethos*), gyenge vagy elégtelen teleonok, túlterhelt szerepek és ágensek feltérképezéséhez, különös tekintettel a párhuzamos folyamatokban résztvevő, több szereppel rendelkező

szereplőkre.

Reményeink szerint ez, a több terület szakembereinek közreműködését igénylő közös munka további mélyebb betekintést nyújt majd az anesztéziái ergorendszer dinamikájába, irányt mutathat a gyakorlati problémák megoldásában, valamint növeli az ergorendszer hatékonyságát és csökkenti az anaesthesiai balesetek valószínűségét.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani a közös munkát irányító Arthur Barrington Baker és Járos György professzoroknak a University of Sydney, Anaesthesia tanszékéről; valamint a munkámhoz további fontos segítséget nyújtó Dr. Halmi Lászlóné, főiskolai docensnek a Budapesti Műszaki Főiskola, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Főiskolai Karáról; valamint Dr. Nyékyné Gaizler Judit, egyetemi docensnek, az ELTE, TTK Általános Számítástudományi Tanszékéről.

Referenciák

- [1] R. G. Walsh, "Foreword," in *Anaesthesia related mortality in Australia*, M. J. Davis, Ed. Melbourne: Australian and New Zealand College of Anaesthetists, 1999, pp. 5.
- [2] W. Weaver, "Science and complexity," *American Scientist*, vol. 36, pp. 536-544, 1948.
- [3] G. J. Klir, *Facets of systems science*. New York: Plenum Press, 1991.
- [4] G. G. Járos and A. Cloete, "Biomatrix: the web of life," *World Futures*, vol. 23, pp. 215-236, 1987.
- [5] G. G. Járos and A. Cloete, *Teleonics: the science of purposeful processes*. Louisville, Kentucky: The International Society for the Systems Sciences, 1993.
- [6] D. E. Maurino, J. Reason, N. Johnson, and R. B. Lee, *Beyond Aviation Human Factors*. Aldershot, Hants, England: Ashgate Publishing Company, 1995.
- [7] G. Horváth, G. G. Járos, and J. N. Gaizler, "Teleonic study of accidents in anaesthesia, Part I. Theoretical background," presented at World Congress/ISSS 2000, Toronto, CA, 2000.
- [8] E. Dostal, G. G. Járos, and B. Baker, "Some fundamental questions concerning helathcare from a process based systems perspective," *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 1995.
- [9] E. Dostal and G. G. Járos, "A teleonic framework for the discussion of education policy and governance," *System Practice*, vol. 9, pp. 497-516, 1996.
- [10] E. Dostal, G. G. Járos, and A. B. Baker, "Some fundamental questions concerning healthcare from a process-based systems perspective.," *Journal of Social and Evolutionary Systems*, vol. 21, pp. 191-208, 1998.
- [11] L. B. Edwards and G. G. Járos, "Process-based Systems Thinking--Challenging the Boundaries," *Journal of Social and Evolutionary Systems*, vol. 17, pp. 339-353., 1994.
- [12] G. G. Járos and A. B. Baker, "Development of healthcare technology through design and emergence," *Systems Research*, vol. 15, pp. 259-270, 1998.
- [13] G. G. Járos and A. B. Baker, "Teleonics of health and disease," *Systems Research (in preparation)*, 2000.
- [14] G. G. Járos and E. Dostal, "Teleonic framework for the management of organisations," *Systems Practice*, 2000.
- [15] G. G. Járos, J. Irlam, and P. Vurgarellis, "The Hospital as a Doublet," *Systems Practice*, vol. 7, pp. 297-310., 1994.
- [16] G. Horváth, "Teleonika," in *TTK*. Budapest: ELTE, 2000, pp. 102.
- [17] J. Reason, *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [18] J. Reason, D. Parker, and R. Lawton, "Organizational controls and safety: The varieties of rule-related behaviour," *Journal of Occupational and Organisational Psychology*, vol. 71, pp. 289-304, 1998.

Levelezési cím:

Név: Horváth Gábor

E-mail cím: gaborhorvath@freemail.hu, vagy horvath2@valerie.inf.elte.hu

HPV szűrés Magyarországon tünetmentes, női populációban

¹Nyári T, ²Cseh I, ³M Woodward, ⁴Szöllősi J, ⁵Deák J, ⁶A Arzese

¹Orvosi Informatikai Intézet, ⁴Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika,

⁵Klinikai Mikrobiológiai Laboratórium, Szegedi Tudományegyetem, Szeged

²Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika, Semmelweis Egyetem, Budapest

³Institute for International Health, University of Sydney, Ausztrália

Department of Microbiology, University of Udine, Olaszország

1. Bevezetés

A human papillomavírusok (HPV) az egyik legfontosabb kórokozói a cervix carcinomának. Többközpontú epidemiológiai felmérést végeztünk a magyarországi HPV fertőzöttség felmérésére, illetve a fertőzés lehetséges rizikótényezőinek feltárására genitális fertőzés szempontjából tünetmentes női populációban.

2. Módszerek

A szűrést két központban, a SZTE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika (Szeged) és a HIETE Szülészeti és Nőgyógyászati Klinika (Budapest) részvételével végeztük fertilis korú nőknél 1997-ben. Genitális fertőzés szempontjából valamennyi résztvevő tünetmentes volt. Laboratóriumi diagnosztikus módszernek a nukleinsav hibridizáción alapuló HPV-DNA tesztet alkalmaztuk. A mintákat az SZTE Központi Klinikai Mikrobiológiai Laboratóriumban, illetve az Udine-i Egyetem Mikrobiológiai Intézetében dolgozták fel.

A központokban az adatokat kérdőíven rögzítettük. Vizsgáltuk a szűrésben résztvevő nők szociális háttérét is (életkor, családi állapot, nőgyógyászati anamnézis). A számítógépes adatrögzítés és kiértékelés a SZTE-n történt. Az adatokat SPSS statisztikai programmal dolgoztuk fel. Az egyváltozós elemzésekhez chi-négyzet és kétmintás t-próbát használtunk. A HPV fertőzés lehetséges rizikófaktórait logisztikus regresszióval vizsgáltuk.

A felméréshez szükséges esetszámot Hsieh képletével határoztuk meg [1].

$$N = \frac{[z_a + z_b \exp(-\lambda^2 / 4)]^2 (1 + 2\pi\delta)}{\pi\lambda^2}$$

ahol

$$\delta = \frac{1 + (1 + \lambda^2) \exp(5\lambda^2 / 4)}{1 + \exp(-\lambda^2 / 4)}$$

N az elemszám, π a "betegség" feltételezett előfordulási gyakorisága a vizsgált populációban, λ az esélyhányados természetes alapú logaritmus. Az I. típusú hiba valószínűsége α , a II. típusúé β , z_α a standard normál-eloszlás megfelelő percentilis értéke. 10%-os HPV

prevalenciát feltételezve 627 eset szűrését terveztük.

Mivel az alkalmazott laboratóriumi diagnosztikai módszer érzékenysége és specifikussága 80%, illetve 85% volt [2], ezért Bayes tételével becsültük a HPV fertőzés gyakoriságát [3]:

ahol $P(T+)$ a pozitív diagnosztikus teszt valószínűsége, $P(T+|D+)$, $P(T-|D-)$ a diagnosztikus teszt szenzitivitása, illetve specifikitása.

$$P(D+) = \frac{P(T+) + P(T-|D-) - 1}{P(T+|D+) + P(T-|D-) - 1}$$

3. Eredmények

728 szűrést végeztünk. Az átlagos HPV fertőzés prevalenciája a laboratóriumi eredmények alapján 20,1% volt, melyet Bayes formulával 16,9%-nak becsültünk.

1. táblázat. A HPV fertőzés rizikótényezői chi-négyzet próba alapján

	N	HPV poz.	Fertőzött -ség (%)	Esély-hányados (95% KI)	p érték
Központ					<0.001
SZTE	329	91	27.7	1.57 (1.26-1.95)	
HIETE	398	55	13.8	1.0	
Életkor (év)					<0.001
<24	216	66	30.6	1.97 (1.48-2.62)	
≥24	509	79	15.5	1.0	
Családi állapot					<0.001
Egyedülálló	317	83	26.2	1.15 (1.06-1.24)	
Férjezett	410	63	15.4	1.0	
Dohányzik					<0.01
Igen	199	56	28.1	1.15 (1.05-1.27)	
Nem	528	90	17.0	1.0	
Tumor a családban					<0.001
Előfordult	24	16	66.7	2.44 (1.39-4.38)	
Nincs	699	130	18.6	1.0	
Condyloma					
Kóros	17	10	58.8	1.96 (1.11-3.47)	
Normál	709	136	19.2	1.0	
Citológia					<0.05
Kóros	17	7	41.2	1.37 (1.01-2.05)	
Normál	688	134	19.5	1.0	

Az egyváltozós analízis eredményeit az 1. Táblázat tartalmazza.

Logisztikus regressziós modellben interakciók nélkül a

fiatal életkor (24 év alatt), a dohányzás, a kóros cytológia, valamint a regionális hovatarozás lett rizikótényezője a HPV fertőzésnek (2. táblázat). A Hosmer-Lemeshow statisztika a model illesztés "jóóságára vonatkozólag 9.05 volt (8 df, $p=0.338$). Amennyiben interakciókat is figyelembe vettük, akkor már magasabb $-2\log L$ értéket kaptunk, mint a legjobb interakció nélküli modelnél.

2. táblázat. A HPV fertőzés rizikótényezői logisztikus regresszió alapján

Rizikótényező	Odds ratio	95% CI
24 év alatti életkor	1.86	1.19- 2.90
Szeged	1.86	1.24- 2.82
Dohányzás	1.78	1.17- 2.71
Condyloma	4.22	1.42-12.58
Kóros citológia	6.92	2.68-17.84

4. Megbeszélés

A cervix carcinoma az egyik leggyakoribb nőgyógyászati daganatos betegség, évente mintegy 500 000 halnak meg e betegségben világszerte [4]. Hazánkban is a vezető nőgyógyászati betegségek közé tartozik, a genitális HPV fertőzést az egyik lehetséges rizikótényezőjének tekintik [5,6].

Magyarországon először készült egy szűkebb populáción végzett keresztmetszeti epidemiológiai felmérés, amely alapján a HPV fertőzés lehetséges rizikótényezőit sikerült azonosítani.

Eredményeink, a nemzetközi adatokhoz hasonlóan, azt mutatják, hogy a HPV fertőzés megelőzése nagyon fontos a cervix carcinoma kialakulásában. Elsősorban a fiatal, 24 év alatti korosztály szűrésére, felvilágosítására kell odafigyelni. [7].

Referenciák

- [1] Hsieh FY. Sample size tables for logistic regression. *Stat Med*, 1989;8: 795-802.
- [2] J Deák, A Arzese, L. Tomasetig, et al. Follow-up study of HPV infections in a selected group of Hungarian Women In: Monduzzi eds. Proceedings of EUROGIN 2000. Paris, ISBN:88-323-0405-8, 2000:319-322.
- [3] Rogan WJ and Gladen B: Estimating prevalence from the results of a screening test. *Am J Epidem*, 1978;107: 71-76.
- [4] Rogers CL, Freel JH, Speiser BL. Pulsed low dose rate brachytherapy for uterine cervix carcinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1999 1;43(1):95-100
- [5] Ostor AG: Natural history of cervical intraepithelial neoplasia: a critical review. *Int J Gynecol Pathol* 1993;12:186-92.
- [6] Bosch FX, Manos MM, Munoz N, et al. Prevalence of human papillomavirus in cervical cancer: a worldwide perspective. *J Natl Cancer Inst* 1995; 87:796-802.
- [7] Burk RD, Ho GY, Beardsley L, et al. Sexual behavior and partner characteristics are the predominant risk factors for genital human papillomavirus in young women. *J Infect Dis* 1996;74:679-89.

Vérnyomás jel és szívritmus variabilitás tulajdonságok ambuláns mérések alapján

Orosz Miklós¹, Keresztfalvi László, Kékes Ede³, Kozmann György¹

¹ MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, Budapest

² MATÁV, Budapest

³ Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar, Orvosi Informatika Tanszék, Budapest

Absztrakt

Vérnyomás és szívritmus jeleket vizsgáltunk 24 órás ambuláns mérések alapján. A mérések a CardioTens eszközzel készültek. Összefüggést kerestünk a két jel időbeli ingadozásai között. Ehhez kiszámítottuk a vérnyomás (BP) és a szívfrekvencia (HR), valamint a teljesítménysűrűség spektrum (PSD) jellemzői közötti korrelációs koefficienseket. A koefficiensek kis értékei arra utalnak, hogy a jelek közötti korreláció csak kismértékű. Megvizsgáltuk a jelek autokorrelációs függvényeit is. Ezek a fehérzaj illetve a sávhatárolt fehérzaj jellegzetességeit mutatták. A BP-HF keresztkorrelációs függvények jellege azt mutatja, hogy ez korlátozott mértékben utalhat a hipertóniára. Mindebből arra következtettünk, hogy az általunk használt mérési és statisztikai módszerekkel a vérnyomás és a szívfrekvencia variabilitása között csak korlátozott összefüggés mutatható ki.

1. Bevezetés, célkitűzés

A magas vérnyomás vaszkuláris kockázati tényezőt jelent a szív és a keringés élettanában. A magas vérnyomás vagy hipertónia az egyik leggyakoribb és legsúlyosabb kimenetelű betegség.

Hipertóniáról akkor beszélünk, ha a vérnyomás (BP) értéke meghaladja a 140/90 Hgmm-t [1]. Ennek oka, hogy a vérnyomást emelő illetve csökkentő mechanizmusok egyensúlya felborul.

Hemodinamikai szempontból a vérnyomást alapvetően a perctérfogat (PTF) (illetve ezen keresztül a szívfrekvencia: HR), valamint a teljes perifériás rezisztencia (TPR) határozza meg. Normálisan a HR emelkedése a BP csökkenésével jár együtt. Hipertóniánál fokozott HR és/vagy PTF lép fel.

Idegrendszeri szempontból a vérnyomást a szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszeri hatások egyensúlya állítja be. Reggel magas a szimpatikus aktivitás, majd csökken, késő délután újra emelkedik. Ez magasabb BP ill. HR értékkel jár együtt. Éjjel a paraszimpatikus hatás dominál, ekkor a BP és a HR is kisebb.

Már korábban felmerült az igény, hogy az egyedi,

időszakos méréseken túlmenően 24 órás mérések adataiból következtessünk a hipertónia és a normotónia elválasztására (a fehérköpeny jelenség téves pozitív eseteket eredményezhet), és képet kapjunk a napszaki ingadozásokról, amelyek növelik a hirtelen halál (stroke, szívinfarktus) előfordulásának gyakoriságát, valamint az átlagnyomás könnyű reprodukálhatóságából megbízhatóbban tudjuk diagnosztizálni a hipertóniát [2].

A 24 órás méréseket az ABPM illetve a CardioTens készülékekkel végzik, utóbbi az EKG jelek folyamatos monitorozását is lehetővé teszi.

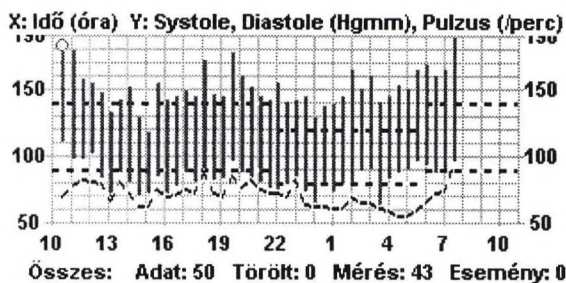
Jelen kutatásban egyik célunk az volt, hogy kvantitatív adatokat nyerjünk egy vegyes populáció esetén előforduló vérnyomás ingadozás statisztikai természetéről. Feltételezve, hogy még az egyre népszerűbb 24 órás vérnyomás monitorozás sem ad teljes betekintést a nem-stacionárius vérnyomás ingadozási jelenségekről, második célként összefüggést kerestünk a technikailag kevés kellemetlenséget okozó, lényegében állandó jelleggel mérhető (EKG jelből deriválható) élettani jellemzők és a vérnyomás között. Megfigyelések szerint feltételezhető valamilyen kapcsolat a szívfrekvencia variabilitása (HRV) és a vérnyomás variabilitása (BPV) között [3], így vizsgálatunkat a vérnyomás és a szívfrekvencia ingadozására fókuszáltuk.

2. Módszerek

Vizsgálatainkban a MediTech által gyártott CardioTens készülékkel mért 24 órás vérnyomás adatokat használtunk fel. 20 eset adatait értékeztük ki. A nappali mérések gyakorisága átlagosan negyedóra-félóra volt, az éjszakai méréseké általában egy óra. A kiértékelések során megvizsgáltuk a vérnyomás és a szívfrekvencia átlagát, ingadozását, szélső értékeit, kiszámítottuk a korrelációs koefficienseket, valamint a spektrális sűrűség (PSD) alacsony (LF) és nagyfrekvenciás (HF) komponenseit. A számolásokhoz a CardioTens készüléket vezérlő MediBase programot, valamint a Statistica és az Excel programcsomagokat használtuk. Az említett metodikákat egy-egy példával az alábbiakban illusztráljuk.

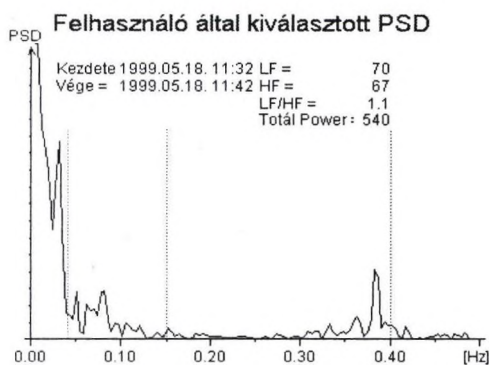
Az 1. ábra egy kiválasztott páciens 24 órás, CardioTens készülékkel rögzített vérnyomás és

pulzusszám adatait mutatja.



1. ábra 24 órás vérnyomás és pulzus adatok

A 2. ábrán egy 10 perces szívfrekvencia teljesítménysűrűség spektrum látható. A szürke függőleges vonalak határolják a VLF (nagyon alacsony), LF (alacsony) és HF (magas) frekvencia komponenseket.



2. ábra Teljesítménysűrűség spektrum. Az ábra feltünteti a teljes, illetve az LF és HF komponensekre jutó varianciákat is.

3. Eredmények

A hosszú idejű monitorozás alternatív lehetőségeinek mérlegeléséhez, minden megvizsgált egyén esetében elvégeztük a vérnyomás, a pulzus, és a szívritmus variabilitás összesen 7 paraméterének korrelációs vizsgálatát. Először egyetlen kiválasztott páciens esetében vizsgáltuk a jelek ingadozásait. Erre mutat be egy példát az 1. táblázat, amiben összefoglaltuk a vérnyomás és a szívfrekvencia jellemzőiből számolt korrelációs együtthatókat.

A táblázatban a korreláltatott alapmennyiségek lényegében ugyan ahhoz az időponthoz tartoztak, tehát a szívritmus variabilitás spektrális komponenseit a vérnyomásmérés időpontjának rövid idejű (10 perces) környezetére számoltuk (2. ábra).

Correlations (v_nasta)
Marked correlations are significant at $p < .05000$
N=27 (Casewise deletion of missing data)

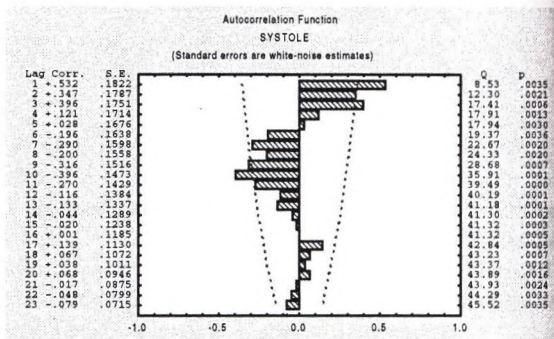
	SYSTOLE	DIASTOLE	PULSE	LF	HF	LF_HF	TOTPOW
SYSTOLE	1.0	0.8	0.6	-0.5	-0.5	0.4	-0.4
DIASTOLE	0.8	1.0	0.6	-0.4	-0.4	0.3	-0.4
PULSE	0.6	0.6	1.0	-0.5	-0.5	0.4	-0.6
LF	-0.5	-0.4	-0.5	1.0	0.8	-0.3	0.6
HF	-0.5	-0.4	-0.5	0.8	1.0	-0.6	0.5
LF_HF	0.4	0.3	0.4	-0.3	-0.6	1.0	-0.4
TOTPOW	-0.4	-0.4	-0.6	0.6	0.5	-0.4	1.0

1. táblázat Vérnyomás és pulzusszám korrelációs mátrixa

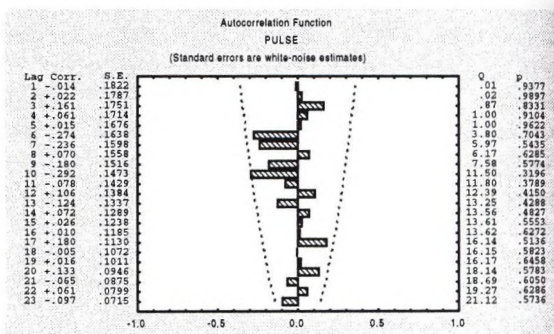
Vizonylag jó korrelációt csak a systolés-diastolés vérnyomásjelek között láthatunk, de a mátrixból kiténik, hogy a vizsgált paraméterek között nincs a vérnyomás értékkel kielégítően magas korrelációt mutató egyetlen változó, azaz a két jel közötti korreláció gyenge.

Egyénenként elvégeztük a nappali és az éjszakai periódusra az 1. táblázatban található paraméterek autokorrelációs vizsgálatát. A napszakonkénti bontást fiziológiai okok mellett az is indokolta, hogy a mérések gyakorisága általában különbözött nappal és éjszaka, ezért a teljes 24 órás regisztrátum elkészítését zavarta volna a mintavételi gyakoriságban történt ugrás. A kapott eredményekre egy-egy példa a 3. és 4. ábrán látható. A korrelációs értékeket balra illetve jobbra nyúló oszlopdiagramok mutatják. A „0” időeltoláshoz tartozó érték a normalizálás következtében mindig „+1”, az ábrákon nincs feltüntetve.

A 3. ábrán a systolés, a 4. ábrán a pulzusszám autokorrelációs függvényét mutatjuk be.

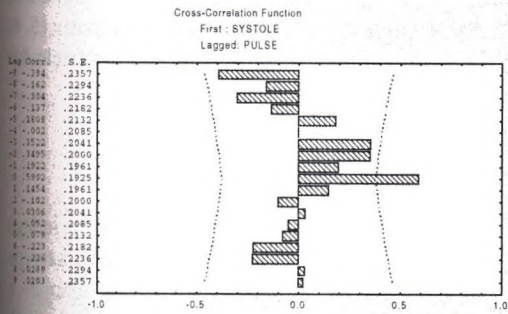


3. ábra Nappali systolés autokorrelációs függvény



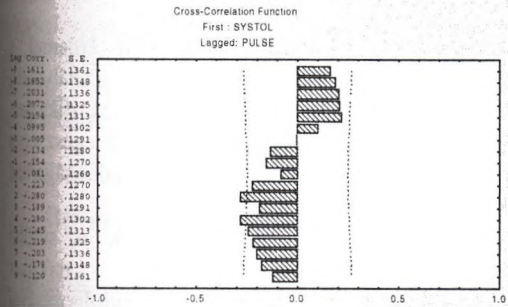
4. ábra Nappali pulzus autokorrelációs függvény

Ennél a páciensnél a systolés nyomás és a pulzusszám keresztkorrelációs függvényét is meghatároztuk, amelyet az 5. ábrán mutatunk be.



5. ábra Hipertóniás páciens nappali keresztkorrelációs függvénye a systolés nyomás és a szívfrekvencia jeleire

Egy egészséges (nem hipertóniás) páciens esetében a keresztkorrelációs függvény a következőképpen alakult (6. ábra):



6. ábra Egészséges páciens nappali keresztkorrelációs függvénye a systolés nyomás és a szívfrekvencia jeleire

Látható, hogy a "0" időeltolás (time lag) környékén az 5. ábrán a korreláció értékek pozitívak, azaz a vérnyomás és a szívfrekvencia együtt változnak, ami a bevezetőben említettek szerint hipertóniára utal. Az egészséges páciens esetében a 6. ábrán a keresztkorrelációs függvény a "0" eltolás környékén negatív értékeket vesz fel.

Ez a szabályszerűség a vizsgált esetek nagyobb részében igaz volt, de nem mindig. Ez arra utal, hogy bár a keresztkorrelációs függvény viszonylag jól jelzi, hogy a páciens egészséges vagy hipertóniás, a 0 időeltolás pozitív vagy negatív volta önmagában még nem elegendő teljesen egyértelmű következtetések levonására.

Összesítve is vizsgáltuk mind a 20 páciens vérnyomás és pulzusszám adatait. Ezeket az átlagokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Eredményeink megerősítették a vérnyomás és pulzusszám jól ismert napszaktól való függését, nevezetesen azt, hogy a nappali időszak átlagos vérnyomása meghaladja az éjjel mérhető átlagot. A napszaki ingadozás átlagértékben megnyilvánuló különbözőségénél klinikai szempontból érdekesebb az

ingadozások abszolút értékének ismerete. Nagy ingadozás figyelhető meg a maximum értékekben, valamint a maximum és minimum értékek különbségében, ami mindkét jel esetében éjszaka a felére csökkent.

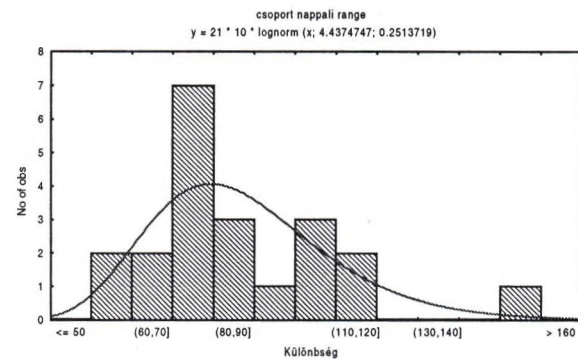
<i>Systole</i>	Átlag	Min	Max	St.Dev	St.Err	Különbs
Nappali	129	97	185	14	3.0	88
Éjszakai	113	97	140	12	2.9	43

<i>Pulzus</i>	Átlag	Min	Max	St.Dev	St.Err	Különbs
Nappali	81	62	111	11	1.8	49
Éjszakai	71	62	88	7	1.8	26

2. táblázat Összesített vérnyomás és szívfrekvencia átlagértékek

Érdekes, hogy a minimum értékek és a Standard Error viszont gyakorlatilag nem változtak. Alváskor tehát leginkább a jelek ingadozása csökken.

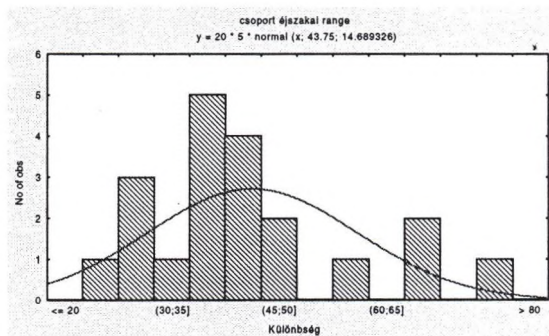
A 6. ábrán a nappali vérnyomás különbségeinek ingadozásait hisztogramon ábrázoltuk.



7. ábra Nappali vérnyomás különbségek

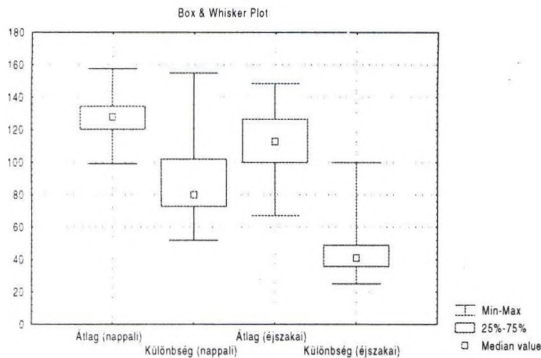
A hisztogram egy ferde, lognormális eloszlást követ, a vérnyomásban elég jelentős mértékben vannak kiugrások.

Ezt összehasonlítva az éjszakai ingadozásokkal, azt láthatjuk, hogy az eloszlás kiegyenlítettebb, normális jellegű, nincsenek nagy kiugrások a különbség értékekben.



8. ábra Éjszakai vérnyomás különbségek

A 9. ábrán az átlagokat és különbségeket, valamint azok szórását tüntettük fel.



9. ábra Vérnyomás átlagok és különbségek

4. Diskusszió

A vérnyomás- és pulzusszám jelek a 24 óra folyamán jól mutatják azt az ismert jelenséget, hogy az átlagértékek éjszaka kisebbek, mint nappal. Ezen túlmenően a jelek értékei jelentős napi ingadozást mutatnak. A legkisebb nappali ingadozás értéke 25 Hgmm volt, de a bemutatott ferde eloszlás szerint az érték akár 110 Hgmm is lehet. Kisebb mértékben, de hasonló jellegű eredményeket kaptunk az éjszakai szakaszokra is. Ez a tény azt mutatja, hogy a páciens vérnyomásának megítélésére egyetlen mérés helyett az összes befolyásoló tényező hatását jellemző hisztogram alkalmasabb. Felmerül a kérdés, hogy egy kiválasztott nap jellemző-e? A válasz nyilván negatív, tehát indokolt az állandó, de legalábbis hosszabb idejű monitorozás lehetőségére gondolni.

Korrelációs mátrixaink tanúsága szerint nem látszik könnyű alternatív mérési mód a vérnyomás, ill. vérnyomás változás becslésére legalábbis a megvizsgált változók alapján (1. táblázat).

Fontos felismerést sugallnak a kapott autokorrelációs függvények. Az 3. ábra felfogható egy a 0 időeltoláshoz tartozó impulzus függvény és egy $\sin x/x$ burkolójú függvény szuperpozíciójaként. Az adott példa esetén mindkét komponens értéke a $t=0$ helyen kb. 0,5 amplitudójú. Ismert a sztochasztikus jelek elméletéből, hogy impulzus alakú autokorrelációs függvényt eredményez a fehér zaj, míg a $\sin x/x$ burkoló jellemző a sávhatárolt fehér zajra. Esetünkben a vágási frekvencia igen alacsony, tehát ez a komponens a nagyon lassú napszakon belüli változások következménye. Ezek alapján mindaz, ami a vérnyomást befolyásolja, egy gyors és egy lassú szabályozó mechanizmus egyidejű jelenlétét sugallja. A 4. ábra, amelyen a pulzusjel autokorrelációja látható, hozzáképzelve a $t=0$ helyen lévő "1" amplitudót, aránylag közel áll a fehérzaj jelleghez.

Így feltételezhetjük, hogy az említett gyors vérnyomáskorrekcióért felelős komponensként fogható fel.

A keresztkorrelációs függvények szerint a vérnyomás és a pulzusszám bizonyos mértékig korrelálnak egymással, sőt a függvények a "0" időeltolás környezetében a hipertónia fennállására is utalhatnak, mert ekkor a korrelációs koefficiens értéke pozitív (5. és 6. ábra). Ez azonban csak valószínűsíti, de egyértelműen nem árulja el a hipertónia fennállását.

5. Következtetés

Vizsgálatainkat előzetes, tájékoztató jellegű kísérletsorozatnak tekintjük, amelynek legfőbb szerepe az volt, hogy konkrét mérések tanulsága alapján a jövőre nézve megalapozott munkahipotéziseket tudjunk megfogalmazni. Ha így tekintünk tapasztalatainkra, az alábbi gondolatok további vizsgálata tűnik lényegesnek:

- Annak meghatározása, hogy egyetlen 24 órás mérés mennyire tekinthető jellemzőnek, statisztikai tulajdonságait tekintve reprodukálhatónak a mérés a páciens állapotának megítélésére, klinikai értelemben eseménytelen, azaz stacioner állapotban.
- Megerősítést, kvantitatív vizsgálatot érdemel a gyors és a relatíve lassú vérnyomás-szabályozási mechanizmus kimutathatóságának verifikálása. Pozitív válasz esetén célszerűnek tűnik egészséges és hipertóniás csoportok tulajdonságainak összehasonlítása ebből a szempontból.
- A méréseknél szükségesnek látszik a sűrűbb mintavételezés, akár újfajta módszer felhasználásával és/vagy kidolgozásával párhuzamosan.

Köszönetnyilvánítás

Támogatták: OTKA-T033085, OTKA-T030747

Irodalom

- [1] Losonczy Gy, Rosivall L: A hipertónia kórleltana. Háziiorvosi Továbbképző Szemle 1997;2:2-5
- [2] Kékes Ede: A vérnyomás mérés módszerei - az értékelés lehetőségei. Háziiorvosi Továbbképző Szemle 1997;2:14-7
- [3] Parati G et al: Spectral Analysis of Blood Pressure and Heart Rate Variability in Evaluating Cardiovascular Regulation: A Critical Approach. Hypertension 1995;25(6):1276-86

Levelezési cím:

Orosz Miklós

MTA MFA Biomérnöki Osztály

1121 Budapest, Konkoly-Thege út 29-33, Pf. 49

email: oroszm@mfa.kfki.hu

Kardiológiai vizsgálóeljárások statisztikai tulajdonságai, költséghatékony vizsgálati stratégiák

Kozmann György, Kékes Ede, Szakolczai Krisztina, Szász Károly
Veszprémi Egyetem, Veszprém és MTA MFA, Budapest
Semmelweis Egyetem, Budapest
Mellkasi Betegségek Szakkórháza, Deszk

Absztrakt

A dolgozat a terheléses EKG, testfelszíni potenciáltérképezés, echocardiográfia, és Tl 201 izotóp scintigráfia diagnosztikai tulajdonságait elemzi az ischemiás szívbetegség (ISzB) kórismézésére kapcsán. Célja, hogy költséghatékony szempontjából meghatározza az ISzB prevalencia függvényében az optimális vizsgálati stratégiát, előírt diagnosztikai bizonyosság esetén. Bemutatja a terhelésre adott potenciáltér válasz esetére, hogy a hagyományos kiértékelés esetén is a diagnosztikai paraméterek jelentős javulása érhető el a térképezéses módszerrel az EKG-hoz képest. További javulás várható, a potenciálosztási „pattern” figyelembevételétől.

1. Bevezetés

A dolgozat célja adalékot adni az előírt átlagos tévesztési arányú kardiológiai diagnosztikai döntés elérésének gazdaságos végzésére alkalmas stratégiák kialakításához. Az elemzés paramétere a vizsgálat összköltsége, amelynek minimalizálása a cél. A bemutatott módszerek konkrét adatai az ischemiás szívbetegségek diagnosztizálása szempontjából közvetlen eligazítást nyújtanak, de az elvek ennél általánosabb esetben is mérvadók.

A bemutatott gondolatmenet az ischemiás szívbetegség felismerésére három, mérési elvében független metodikát használ. Az első az ischemia tényét a (fizikai vagy gyógyszeres) terhelésre adott bioelektromos (potenciáltér) válasz alapján jellemzi (terheléses 12 elvezetéses EKG, XEKG, ill. terheléses testfelszíni potenciáltérképezés, XTPT), a második a terhelés hatására történő falmozgás válaszra (terheléses echocardiográfia, Xecho), a harmadik a szívizom perfúzió nukleáris módszerrel végzett vizsgálatára (terheléses Tl 201 scintigráfia, XTI 201) alapozva adja meg a diagnosztikai besorolást. Minden esetben referenciaként a koronarográfiával igazolt érszűkület meglétét ill. hiányát vesszük alapul, a módszerek statisztikai tulajdonságainak jellemezésénél. Mindhárom mérési elv alkalmazhatóságát számos dolgozat és klinikai tanulmány elemezte a klinikumban jelenleg használt döntési kritériumok esetében. Újabb kiértékelési metodikák az eddig elért diagnosztikai

teljesítmény adatokat megnövelhetik. Ennek igazolására vizsgáltuk a potenciáltér válasz diagnosztikai paramétereinek alakulását a kiértékelési módszer függvényében. Ez hasznos, hiszen direkt például szolgál arra, hogy a korszerűbb mérési és kiértékelési (tehát informatikai) módszerek jelentős mértékben képesek lehetnek valamely vizsgálat diagnosztikai teljesítmény értékét megnövelni.

2. Módszer

A kardiovaszkuláris betegségek diagnosztizálására használt módszerek átlagos diagnosztikai paramétereit a referált lapokban publikált adatok alapján számítottuk. Az irodalomban közölt adatok a szenzitivitás (Se) és specificitás (Sp) értékeit adják meg, annak feltüntetésével, hogy azok számítása hány megfigyelésből született [1-4]. Összesítésünkben az „ömlesztett” populációra vonatkozó adatok számítása, az angol elnevezések rövidítéseit használva, az

$$Se = \frac{TP}{TP + FP} 100\%$$

$$Sp = \frac{TN}{TN + FN} 100\%$$

összefüggésekkel történt, ahol:

TP ill. TN: a helyesen pozitív ill. negatív esetek száma,

FP ill. FN: a tévesen pozitív ill. negatív megfigyelések száma.

A gazdasági megfontolásokhoz a vizsgálatok pontszámát használtuk jellemző értéként, ebből kerekített értékkel jellemeztük a vizsgálat forintban kifejezhető költségét.

1. táblázat Terheléses vizsgálatok diagnosztikai paraméterei (saját méréseink és az irodalomból átvett becslések súlyozott átlaga alapján) A *-gal jelölt költség becslésen alapul.

Módszer	SE (%)	SP (%)	Költség (Ft)
XEKG	75	83	2500
XTPT	93	83	10000*
Xecho	87	80	4000
XTI201	90	80	21000
Koronarográfia	100	100	23000

Tekintettel arra, hogy ugyanazon módszer helyes döntéseinek hányada az Se és Sp paraméterek mellett, nagyban függ a vizsgált populációban az ischemiás szívbetegség (ISzB) prevalenciájától, a helyesen pozitív döntések arányát (TPR) és a helyesen negatív döntések arányát (TNR) grafikonok formájában ábrázoltuk. A TPR és TNR értékek meghatározása a Bayes-tétel alapján történt [5].

$$TPR = \frac{Se \cdot P}{Se \cdot P + (1 - Sp)(1 - P)} \cdot 100\%$$

$$TNR = \frac{(1 - P) \cdot Sp}{(1 - P) \cdot Sp + P \cdot (1 - Se)} \cdot 100\%$$

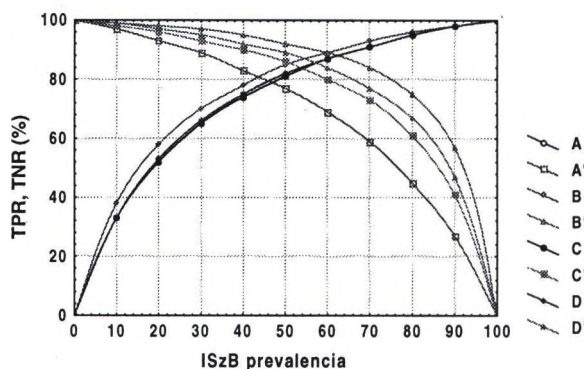
ahol:

P: az ISzB prevalenciája a vizsgált populációban

Szekvenciális vizsgálatok esetén, mindig a megelőző vizsgálat által szolgáltatott TPR érték szerepel az új vizsgálat P prevalencia értéke helyén. A vizsgálat sorozat első tesztjénél a prevalenciát az egész lakosságra becsült statisztikai értékből, vagy az irodalomban publikált szűkített csoportokat jellemző tapasztalati képletekből határoztuk meg. Az utóbbiak közül a legismertebb az un. Framingham study eredménye, amely a rizikó tényezők függvényében logisztikus regressziós összefüggéssel számol prevalenciát, ill. a WHO kérdőíve alapján meghatározható érték, amely ugyanezt a szimptómák kategorizálásával nyert alcsoportokra végzi el [6].

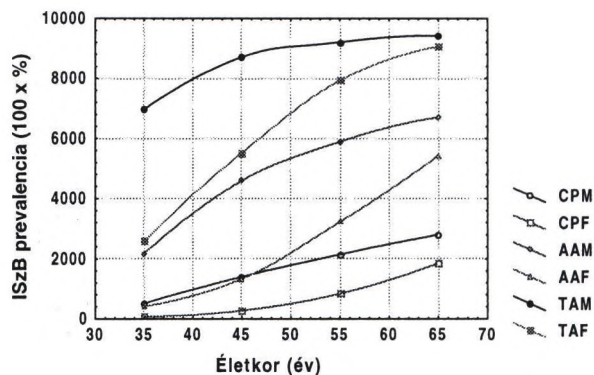
3. Szekvenciális ISzB vizsgálatok

A terheléses elektrokardiográfiai (XEKG és XTPT), a terheléses echokardiográfiai és a terheléses T1201 vizsgálat TPR és TNR értékeit az 1. ábra ábrázolja a prevalencia függvényében.

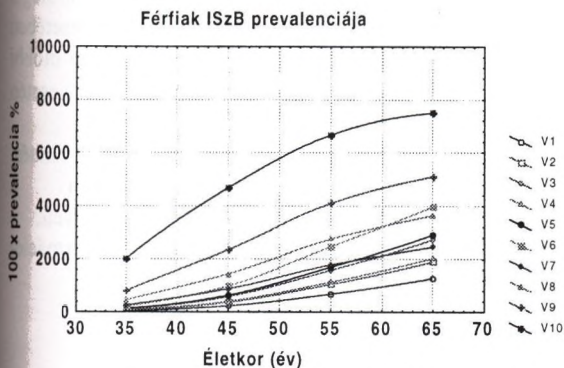


1. ábra. Az XEKG (A ill. A'), XTPT (B ill. B'), Xecho (C ill. C'), és XTI201 vizsgálatok (D ill. D') TPR ill. TNR értékei a prevalencia függvényében. A vizsgálatok Se és Sp értékeit az 1. táblázat mutatja.

A 2. ábra az életkor függvényében, a mellkasi fájdalom típusaival (mellkasi fájdalom, CP, a típusos angina, AA, és típusos angina, TA) parametrizálva, a myocardialis infarctuson még át nem esett férfiakra és nőkre adja meg a prevalencia értékeit. A 3. ábra a szimptómamentes férfi populáció esetében ábrázolja a prevalencia becsült értékét az életkor függvényében, néhány rizikófaktor kombináció esetére.

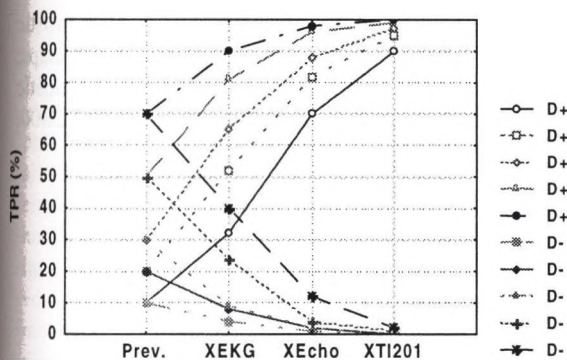


2. ábra. Prevalencia értékek a mellkasi fájdalom három típusában férfiak és nők esetében, az életkor függvényében. (A szimptoma paraméterek 3. betűje férfiak esetén: M, nőknél: F)



3. ábra. Prevalencia a szimptóma nélküli populációban az ISzB rizikó tényezőinek néhány kombinációja esetén. (V1-V3: kol: 200mg/dl, Szisztólés vérnyomás: 140-200 Hgmm, más rizikó nincs. V4-V6: mint V1-V3, + dohányzás. V7: koleszterin: 280 mg/dl, sziszt. vérny.: 170, más rizikó nincs. V8: mint V7+dohányzás. V9: mint V8+cukorbetegség, V10: mint V9+hypertrophia EKG jelei.)

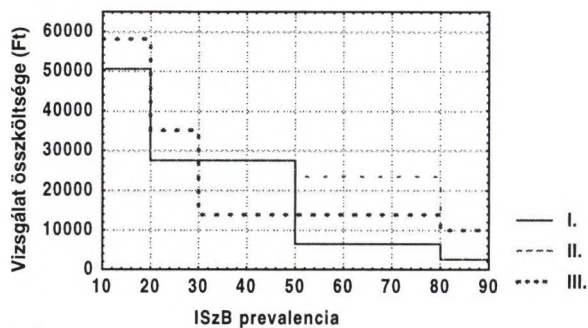
A fentiek alapján a 4. ábra néhány prevalencia értékre bemutatja, hogy szekvenciálisan alkalmazott XEKG, Xecho, és XT1201 esetén egybehangzó pozitív vizsgálat (D+) esetén az eredő TPR milyen értékig jut el, valamint abból, hogy ugyanezen induló prevalenciák esetében a negatív kimenetű vizsgálatok (D-) miként csökkentik az ISzB valószínűségét. Amennyiben például az eredő pozitív ill. negatív döntés bizonytalanságában 5 %-os értéket elviselünk, a 4. ábráról leolvasható, hogy a prevalencia értéktől függően, hány sorosan végzett vizsgálattal vagyunk képesek a kívánt precizitást elérni.



4. ábra. A szériálisan végzett kardiológiai vizsgálatok eredő TPT és TNT értékei néhány prevalencia érték esetén.

Mindezek alapján a P prevalencia függvényében az ISzB megerősítéséhez, ill. az eredeti gyanú elvetéséhez szükséges szekvenciális vizsgálatok költségigénye az 5. ábrán látható, három különböző stratégia esetére (I.-III.).

5% reziduális bizonytalanságú vizsg. sorozat költsége



5. ábra. Az előírt (5%-os) bizonytalansági sávú döntés költségigénye szekvenciális vizsgálatok esetén. (I: XEKG, XEcho, XT1 201, II: XEKG, XT1201, Xecho, III: XTPT, Xecho, XT1201 szekvenciában végzett mérés, a bizonytalansági sáv eléréséig)

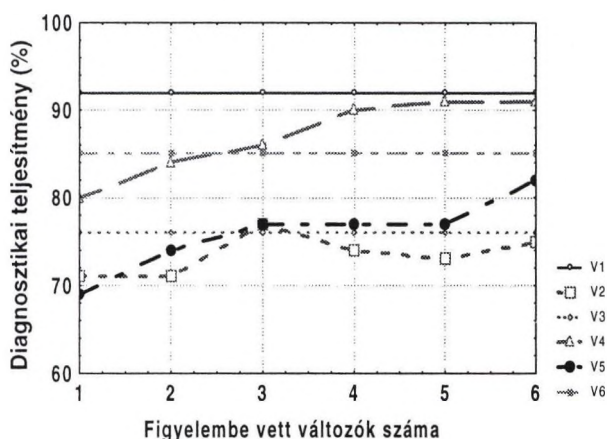
Az adatokból látszik, hogy az ISzB vizsgálatok költsége – előírt minőségi követelmény mellett – egyrészt lehet magas, mert a vizsgált páciens ISzB prevalenciája alacsony, másrészt mert a rendelkezésre álló módszerek diagnosztikai paraméterei egyenként nem elegendően jók. Így kénytelenek vagyunk több vizsgálat egybehangzó eredményeire támaszkodni. Alternatív lehetőséget az kínál, ha egyazon mérési elven belül a mérés és/vagy a kiértékelés komplexitásának növelésével jobb diagnosztikai paramétereket tudunk elérni.

4. A költségcsökkentés informatikai lehetőségei

Az 1. táblázatban és az 1. ábrán példaként bemutatuk, hogy ugyanazon fizikai elv, a potenciáltér terhelési válasza alapján, a mérési pontok számának növelésével a módszer diagnosztikai paraméterei javíthatók. Az ott bemutatott eredmények kizárólag annak köszönhetők, hogy térképezéses vizsgálat során (XTPT) az un. ST depressziót akkor is észleljük, ha az nem a 12 elvezetéses EKG mérőpontjainak helyére vetül. A klasszikus kiértékeléshez hasonlóan pozitív a döntés, ha valamelyik unipoláris elvezetésben az ST60 depresszió meghaladja a döntési küszöböt (-0.1mV).

A továbbiakban (6. ábra) az egészségesek (NOR) és az inferior myocardialis infarktuszos (IMI) csoportok példáján bemutatjuk, hogy a TPT diagnosztikai paraméterek tovább javíthatók, ha nem csupán az adott probléma szempontjából leginformatívabb egyetlen elvezetést, hanem a testfelszíni potenciáeloszlás egészét vesszük figyelembe. Azt is bemutatjuk, hogy az elérhető diagnosztikai teljesítmény függ attól is, hogy az osztályok szeparálása – a többdimenziós térben – milyen módszerrel történik.

A 6. ábrán a V1 változó mutatja a diagnosztikai teljesítmény, $D=(Se+Sp)/2$, maximumának becslését 12 Karhunen-Loeve (KL) komponenssel reprezentált térképek esetére, lineáris diszkriminancia analízisnél. Ennek értéke 90.51%. Ezt az aszimptótát a KL tartománybeli stepwise linear discriminant analízis jól közelíti (V4 görbe). A Lux típusú 32 elvezetéses rendszer unipoláris jeleit analizálva a stepwise linear discriminant analysis esetén a maximális DP értéke 83.21% forward irányban (V6 jelű vízszintes egyenes), ennek lépésenkénti közelítését mutatja V3. A legdiszkriminatívabb egyetlen unipoláris elvezetésnél DP 76% (V3 jelű vízszintes egyenes). A stepwise linear discriminant analysis-t a 12 elvezetéses EKG jeleire alkalmazva (az első 6 lépés során), a maximális DP érték 76.94% volt forward és backward irányokban egyaránt (V2 változó).



5. ábra. Példa a TPT diagnosztikai lehetőségeinek alátámasztására.

6. Összefoglalás

Megállapítottuk, hogy az XEKG, Xecho, XT1201 vizsgálat hármassal $P > 20\%$ esetén az eredő reziduális bizonytalanság $> 5\%$.

A fenti reziduális bizonytalanság egy lépésben elérhető az XEKG alkalmazásával, ha $P \geq 80\%$. Két lépéses vizsgálat kell (XEKG és Xecho) ha $50\% \leq P \leq 80\%$. Mind a három szekvenciális vizsgálat szükséges P kisebb értéke esetén.

Amennyiben XEKG helyett XTPT-t használunk, $P \geq 15\%$ esetén már elérhető az 5 %-os reziduális döntési bizonytalanság. $P \geq 30\%$ esetén két szekvenciális mérés elegendő (XTPT és Xecho), 80 % felett csak a TPT szükséges.

A TPT-re becsült költség esetén ez a stratégia lényegesen kedvezőbb, mint ami az XEKG esetében elérhető. Optimumnak viszont az tűnik, ha ezen utóbbi stratégiát a $30\% \leq P \leq 50\%$ prevalenciák esetén alkalmazzuk alatta és felette az I. stratégiát.

A kutatások arra utalnak, hogy a TPT döntési paraméterei tovább javíthatók, ha a legdiszkriminatívabb egyetlen elvezetés helyett, a potenciáltér egésze által hordott információt hasznosítjuk.

Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutatásokat az OTKA T 030747 és a T033085 sz. szerződés támogatta.

Referenciák

- [1] Braunwald, E. (ed) : Heart Disease, 5th ed., Saunders, Philadelphia, 1977.
- [2] Grundy, S.M., et al.: AHA Scientific Statement, Circulation, 97:1876-87, 1998.
- [3] Préda I.: D.Sc. disszertáció, 1992.
- [4] Jánosi A.: D.Sc. disszertáció, 1991.
- [5] Szlávik F., Kozmann, Gy., Nagy, B.A. et al.: Performance of the computer-aided electrocardiological system and its subsystems. Seminar on Innovation in Biomedical Equipment, Budapest, 1983.
- [6] Diamond, G.A., Forrester, J.S.: Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary-artery disease. New England J. of Med. 300:1350-1358, 1979.
- [7] Kozmann Gy., Szokolczai, K.: Diagnostic information in body surface potential maps. Influence of methodologies on diagnostic performance. In: Computers in Cardiology'2000, (in press).

Levelezési cím:

Kozmann György

VE Információs Rendszerek Tsz.

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

kozmann@almos.vein.hu

Orvostechnikai oktatási programok harmonizációja

Dr. Jobbágy Ákos

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Absztrakt

Az európai országok felsőoktatásért felelős vezetői szükségesnek érzik a különböző országok és intézmények által kínált programok harmonizációját. Fontos hangsúlyozni, hogy mindezt a nemzeti nyelv, az eltérő kulturális és oktatási hagyományokat figyelembe véve és az intézményi autonómiát tiszteletben tartva kívánják elérni.

A Sorbonne és a Bologna Deklaráció adja meg a felsőoktatási programok harmonizációjának kereteit. Az orvostechnikai programok specialitásait figyelembe vevő harmonizációs törekvéseket az IFMBE igyekszik koordinálni.

A felsőoktatási programok harmonizációja fontos, ez segíti a hallgatói és oktatói mobilitást és könnyíti a hasonló területen oktatók együttműködését. Az orvostechnika területén különösen szükséges a harmonizáció, mivel viszonylag kevés hallgató számára igen szerteágazó ismeretanyag oktatását kell megoldani.

1. Bevezetés

Az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése vagy a szükséges társadalmi ráfordítások csökkenését vagy az ellátás minőségének javulását jelenti. A fejlett országokban az egészségügyi ellátás minősége az alkalmazott eszközök és technológiák hatékonyságának emelésével növelhető. Az eszközök kifejlesztése és hatékony üzemeltetése műszaki és orvosi szakértelmet is igényel. Ennek eredményeként növekszik az orvosi biológiai mérnökök (biomedical engineer) és klinikai mérnökök (clinical engineer) iránti igény. Mind főiskolai, mind egyetemi végzettségű mérnökök iránt jelentős kereslet mutatkozik a fejlesztéssel, gyártással és minőségbiztosítással foglalkozó cégek részéről éppúgy, mint a kórházak és klinikák részéről. Egyre több doktórandsz témája kapcsolódik az orvosi biológia, orvostechnika, egészségügyi informatika valamelyik fontos területéhez.

Az orvosi biológiai és klinikai mérnökök oktatásával foglalkozó felsőoktatási intézetek programjai között jelentős különbségeket találunk. A "hagyományos" mérnöki szakokhoz viszonyítva az orvostechnikai képzésekben a hallgató létszámok kisebbek míg az ismeretanyag sokrétűsége, az interdiszciplináris részek

aránya magasabb. Ebből adódik, hogy az orvosi biológiai, klinikai mérnöki szakok programját nem lehet a hagyományos mérnök szakok programjához hasonlóan egységesíteni. (Megjegyzem, a hagyományos mérnöki szakok programjai között is jelentős eltéréseket találunk még egy országon belül is.) Magyarországon a képesítési követelmények segítik az egységesítést, jelenleg azonban az orvosi biológiai alapképzés nincs akkreditálva, az Orvosi biológiai mérnökképzés engedélye 2002-ig érvényes.

Felmerül a kérdés, miért szükséges az egyes szakok programjainak egységesítése? Azért, mert így egyértelmű, milyen ismeretek és készségek birtokában van, aki egy adott diplomával rendelkezik, így van lehetőség a diplomák egyenértékűségének megteremtésére és ez segíti az oktatás minőségbiztosítását is. A hallgatói - és oktatói - mobilitást ugyancsak jelentősen segíti a programok harmonizációja.

2. A Bologna Deklaráció

Az európai országok felsőoktatásért felelős vezetői régóta keresik a módját, hogyan lehetne az oktatási struktúrák és programok harmonizációját megteremteni. 1998-ban Párizsban a Sorbonne Deklarációban [1], 1999 júniusában pedig a Bologna Deklarációban [2] rögzítették ennek elveit.

Hangsúlyozni kell, hogy szó sincs szabványosításról! A deklaráció kimondja, hogy az európai felsőoktatás egységesítése során maximálisan figyelembe kell venni az eltérő nemzeti kultúrákat és nyelveket, a nemzeti oktatási rendszereket és az egyetemek autonómiáját. A következő célokat jelöli meg az európai rendszerű felsőoktatás megteremtéséhez és a világ egyéb térségeivel szembeni versenyképességének növeléséhez:

- diploma kiegészítés (diploma supplement) általánossá tétele, amely könnyen összehasonlíthatóvá teszi a diplomákat és hűen leírja a végzettséget,
- két fő oktatási ciklus bevezetése: graduális és posztgraduális képzés,
- kreditrendszer (az ECTS-hez hasonló) bevezetése a széleskörű hallgatói mobilitás elősegítésére,
- a hallgatói és oktatói mobilitás segítése,
- európai szintű minőségbiztosítási rendszer kiépítése,
- az európai együttműködés segítése a felsőoktatásban, elsősorban tanterv fejlesztésben,

intézetek közti kooperációban és integrált képzési és kutatási programokban.

A Bologna Deklaráció részletes elemzését és a Sorbonne Deklarációval való kapcsolatát találjuk meg [2]-ben. A Bologna Deklaráció szerint a diplomák könnyebb összehasonlíthatósága és nagyobb kompatibilitása érdekében *konkrét* lépésekre van szükség. Az egyes országok által tett konkrét lépéseket az oktatási miniszterek 2001-es prágai konferenciáján fogják értékelni.

3. Harmonizáció az orvosbiológiai mérnök képzésben

Az orvostechika önmagában is nagyon széles területet fed le, ezen felül az orvosbiológiai diplomához szükség van mind mérnöki mind orvosi alapismeretekre. Az egyes felsőoktatási intézetek által ajánlott képzések tantervei között jelentős eltérések vannak. A képzés a legtöbb esetben villamosmérnöki karhoz tartozik, de találunk példákat arra is, hogy gépészmérnöki vagy vegyészmérnöki kar hirdeti meg. Az orvosbiológiai mérnökök nemzetközi szervezete (International Federation of Medical and Biological Engineering, IFMBE) ajánlást dolgoz ki orvosbiológiai mérnökök képzésére szolgáló tantervekre [3]. Az ajánlás hangsúlyozza az akkreditáció és a minőségbiztosítás fontosságát, főbb pontjai a következők:

- a hallgatók előzetesen vegyenek részt legalább három évig mérnöki vagy fizikusi egyetemi képzésben,
- az orvosbiológiai képzés legalább 1600 órás legyen, ebből legalább 400 kontakt órával,
- a képzés része legyen kutatási projekt és önálló munka végzése,
- a tanterv térjen ki az alábbi területekre:
 - ◊ alapozó orvosi tárgyak 28 - 30 % (élettani ismeretek, kutatási módszerek)
 - ◊ konverziós tárgyak 0 - 7 % (mechanika, anyagtudomány, elektronika, digitális jelfeldolgozás tárgyak közül a szükségesek),
 - ◊ alapozó orvosbiológiai tárgyak: 46 - 50 %,
 - ◊ speciális orvosbiológiai tárgyak: 19 - 20 %.

A University of Patras oktatóinak vezetésével sikeresen zárult a TEMPERE program [6], amelyben 17 európai ország 37 intézete vett részt. Ajánlásokat dolgoztak ki orvosi fizikus és orvosbiológiai mérnök képzésre, képzési programok akkreditációjára és minőségbiztosítására. Jelenleg folyik a TEMPERE II projekt szervezése.

A *tantervek* egységesítése érdekében kidolgozott ajánlások ("top-down" megközelítés) a képzések struktúrájára vonatkoznak. Hasonlóan fontosnak tartom az általánosan oktatott *tantárgyak* programjainak egyeztetését. A TEMPERE projekt eredményezett tantárgyakra vonatkozó ajánlásokat is. Az *Orvosbio-*

lógiai mérés-technika c. tantárgyra vonatkozóan kezdeményeztem a *tananyag*ra vonatkozó egyeztetést:

<http://www.mit.bme.hu/~jobbagy/bmeinstr.htm>. Ez a tantárgy megfelel az angol nyelvű képzések tanterveiben *Biomedical Instrumentation* néven szereplő tantárgyaknak. *Tantárgyak* programjainak egyeztetése ("bottom-up" megközelítés) előnyös, mert

- segíti a más intézményben teljesített kreditek befogadtatását, így a hallgatói mobilitást,
- egyszerűsíti a tantárgy felelősök és előadók közti együttműködést,
- eltérő végzettséget adó képzések programjaiban szereplő azonos tárgyak esetén is alkalmazható.

4. A szakmai tudományos egyesületek szerepe

Az orvostechikail profilú szakmai tudományos egyesületek és alapítványok segítik a képzések harmonizációját. A Whitaker Foundation adatbázisa több mint száz felsőoktatási intézmény orvosbiológiai programjáról tartalmaz leírást:

<http://www.whitaker.org/academic/>. Rövidesen lehetséges lesz a kulcsszó szerinti keresés a teljes adatbázisban. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem képzései közül kettőről rövidesen található lesz itt információ: a Villamosmérnöki és Informatikai Kar Orvostechika moduljáról és a Semmelweis Egyetemmel közösen tartott Orvosbiológiai Mérnök-képzésről. A Whitaker Foundation december 7-10 között Landsdowne Resort-ban rendez konferenciát az orvosbiológiai mérnök-képzésről, amelyre a BME képviselőjét is meghívták.

Az IAMBE (International Academy for Medical and Biological Engineering, az IFMBE által létrehozott szervezet) az idei chicagói világtudományos kongresszushoz kapcsolódóan rendezett szimpóziumot az oktatásról. A szimpóziumon az ún. európai felzárkózó országok oktatásáról tartott 3 előadás után kerekasztal megbeszélésre került sor. A magyar orvosbiológiai, orvostechikail képzések területén elért eredményeink elismeréseként értékelendő, hogy magyar előadót is meghívtak.

Az IFMBE felkérésére készített helyzetelemzés és beszámoló [3] elsősorban a képzések akkreditálására tér ki. Megállapítása nagyon lényegre törő: *"Miért kell az európai orvostechikail egyesületeknek az oktatási programok akkreditálásával foglalkozni? Ha nem ők teszik, akkor mások fogják megtenni!"* Ez pedig nyilván nem feltétlenül lenne a képzésekben oktatók számára előnyös.

A nemzeti és nemzetközi szakmai - tudományos szervezetek fontosnak tartják az oktatást és annak harmonizációját a diplomák összehasonlíthatóságához, a hallgatói - oktatói mobilitáshoz és a minőségbiztosításhoz. Ezen felül ezen szervezetek hangsúlyozzák az egységes fellépés fontosságát az

oktatási kérdéseken kívül is. A szakma, szakterület fontosságát növeli, ha sok kicsi és közepes vagy akár nagy intézet helyett *egyetlen*, ezeket képviselő szervezettel lehet tárgyalni. A legjobb példa az EU kutatási keretprogramjainak kiírása. Azok a területek jelennek meg nagyobb súllyal, amelyek mögött jelentős szervezetek állnak. Az EU VI. keretprogram súlypontjainak kialakítása már megkezdődött, az egyes szakmák képviselői igyekeznek saját területük fontosságáról a program felelőseit meggyőzni.

Az IFMBE számára előnyös, hogy a nagy presztízsű ICSU (International Council for Science) tagjává vált, ez növeli súlyát világszerte. Európában pedig keresi a szakma jelenleginél nagyobb elismertetésének lehetőségeit. Külön akcióterve van "One Voice" néven. Az IFMBE világszövetség, kérdés, hogyan célszerű Európában fellépni: külön szövetséget alakítva vagy a világszövetség európai képviselőjének kialakításával.

5. Teendők Magyarországon

Magyarországon több helyen, több szinten folyik orvosi és mérnöki ismereteket egyaránt adó képzés. A nemzetközi gyakorlatnak megfelelő besorolás szerint (másod)diplomát adó képzések: orvosbiológiai mérnök (BME és SE) és klinikai mérnök képzés (SE) folyik. Több szakon belül is választható orvosbiológiai - orvostechikail modul. Évente változó számban egy évfolyamon 130 - 160 hallgató vesz részt valamilyen szintű orvostechikail képzésben, ezen hallgatók mintegy fele esetében az orvostechikail tantárgyak aránya a képzésben belül jelentős, a diplomában vagy annak kiegészítésében feltüntetett vagy feltüntethető lenne. A lakosság számához viszonyított létszámok hasonlóak a világ fejlett egészségügyi ellátással rendelkező országaiban is. Az orvostechikail képzettséggel már rendelkezők aránya azonban ezekben az országokban nagyobb, mint Magyarországon. Ennek az arálynak az eléréséig a mostaninál nagyobb hallgatói létszámra lenne szükség.

Hosszú távon a jelenleginél nagyobb hallgatói létszám csak akkor biztosítható, ha a részvételt külföldiek számára is lehetővé tesszük. Ez esetben az oktatást angol nyelven kell folytatni és el kell készíteni a megfelelő oktatási segédanyagokat is. Véleményem szerint a különböző oktatási intézetek *közösen* tudnának gazdaságosan létrehozni egy angol nyelven meghirdethető orvosbiológiai - orvostechikail képzést.

Az orvosbiológiai, orvostechikail területen dolgozók között Magyarországon jó a kapcsolat. Jelenleg azonban

nincs olyan szervezet, amelyik összefogná a szakma képviselőinek döntő részét. A "hagyományos" egyesületi életnek jelenleg nincs meg minden feltétele. Fontos lenne, hogy rendszeresen találkozzanak egymással az orvostechikailhoz kapcsolódóan dolgozók. Ehhez célszerű a szakma átfogó hazai képviselőjét megalakítani, amelyik integrálja a meglévő szakosztályokat és szervezeteket.

Az általában egymás konkurenseként létező cégeknek sok közös érdeke is van. Összefogva tudják jelezni a szakma súlyát a társadalom és a kormányzati szervek felé, igényeiket az oktatás - elsősorban a felsőoktatás - irányában. Az orvostechikailban érdekelt cégek jelenleg is segítik a szakterületükhöz kapcsolódó oktatást, az együttműködés kiszélesítése közös érdek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Richter Nándornak, az IFMBE korábbi elnökének a cikk elkészítéséhez nyújtott segítségéért.

Referenciák

- [1] Vers une Université Européenne. Acts of the meeting of 24-25 May 1998 at the Sorbonne, Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie, Paris, 1998.
- [2] Trends in Learning Structures in Higher Education. Project Report prepared for the Bologna Conference on 18-19 June 1999. <http://www.rks.dk/trends1.htm>
- [3] Eds. J. Nagel, Z. Kolitsi, K. Meigas: White paper on accreditation of biomedical engineering programs in Europe. IFMBE ad-hoc committee on IFMBE representation in Europe
- [4] N. Saranummi: Do we need a European MBE structure? IFMBE News, No. 40. Jan.2000. p. N1.
- [5] N. Saranummi: Medical and Biological Engineering and the European Union. IFMBE News, No. 39. November 1999. p. N1-N2.
- [6] The TEMPERE project. <http://www.inbit.gr/fine-tempere>

Levelezési cím:
Dr. Jobbágy Ákos
1521 Budapest, pf. 91.
jobbagy@mit.bme.hu

Egészségügyi informatika a felsőoktatásban – Az új évezred kihívásai

Kovács Judit, Dr. Balkányi László, Dr. Kékes Ede

Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar, Orvosi Informatikai Tanszék, Budapest

Absztrakt

A szakmai tudásanyag folyamatos bővítése minden egészségügyi szakember igénye.

Az utóbbi években az oktatásban igazi áttörést jelentett a számítógépes oktató programok, multimédia CD-ROM-ok megjelenése.

Ma a fő "trend" az interneten keresztüli tanulás. Az információtechnológia és a kommunikációs csatornák óriási fejlődése átalakítja az oktatási és tanulási módszereket, előtérbe helyezi a computer előtti tanulást.

Az előadás során példaként bemutatunk a Semmelweis Egyetem ETK Orvosi Informatikai Tanszékének közreműködésével kifejlesztett távoktatási anyagok közül floppy-s, multimédia CD-s és internetes anyagokat is.

1. Bevezetés

A szakmai tudásanyag folyamatos bővítése minden szakember igénye. Ennek kielégítésére hosszú évtizedeken keresztül csak a szakkönyvek, vagy diasorozatok álltak rendelkezésre. Az utóbbi 10-20 évben azonban rohamos technikai átalakulás indult meg és ennek keretében a tesztanyaggal ellátott jegyzetek, hang-, és videokazetták tömege árasztotta el a piacot. Az igazi áttörést azonban mégis az jelentette, amikor számítógépes oktató programcsomagok (floppy vagy CD formájában) jelentek meg. Ezt követően a ma fő "trendje" az Internet-en keresztüli tanulás. (1,7,13)

A tanulási folyamatnak is különböző formái és lehetőségei vannak. Egy folyamatos (continuous) továbbképzés is csak akkor értékes, ha a tudásanyag elsajátítása bizonyított (vizsga, tesztelés). Napjaink igazi fejlődését az jelenti, hogy a távoktatás módszerei segítségével postgraduális, sőt graduális képzettséget, diplomát lehessen biztosítani a hallgatónak és az így nyert diploma egyenértékű legyen a hagyományos diplomával. Ehhez azonban igen mélyrehatóan kell a módszereket kidolgozni, alkalmazni és tesztelni. Jelen tanulmány ezt a kérdést feszegeti és igyekszik egy elfogadható koncepciót leírni.

Angliától Hollandiáig, Svédországtól Németországig változó formában a graduális és postgraduális (folyamatos vagy tanfolyami) képzés területén alkalmazzák a távoktatást, mint oktatási módszert. Az eredményes és hathatós oktatás nem az orvostudomány területén indult, hanem más szaktudományok, mint matematika, elektromérnöki tudomány, számítástechnika, közdazdaságtan, történelem stb.terén.

(2,3,14)

Ezekben az országokban a távoktatás formáinak teljes skáláját alkalmazzák a speciális formában irt könyveken, hangkazettákon át az Interneten megjelenő modern multimédia megoldásokig.

2. A távoktatás koncepciója

A jelenkor erőteljesen fokozott munkatempója, valamint az egyes szakterületek robbanás-szerű fejlődése - más, individuális okok mellett - igényli a hagyományos képzési falak áttörését. Az információtechnológia, valamint a kommunikációs csatornák óriási fejlődése lehetővé teszi a szokványos iskolai tanítási módszerek átalakulását, az otthontanulás -computer előtti tanulás előtérbe helyezését. Ez nem jelenti a face-to-face tanítás elvetését, mert egyrészt konzultációra szükség van, másrészt a konzultációt távkommunikációval is meg tudjuk oldani (telekonzultáció). A tutorok közvetlen foglalkozása a hallgatóval szükséges, de nem feltétlen fizikai közelségben. A távoktatásban minden oktatási eszközt biztosítani lehet a hallgató számára. Sokszor ebben a formában több, korszerűbb információhoz jut, mint az előadásokra járó hallgató, ugyanis a jól előkészített anyagok bőséges és igen demonstratív illusztrációt, példatárakat tartalmaznak, melyre nincs lehetőség az előadások keretében, sőt a szakkönyvekben sem helyezhető el terjedelemtől gátak miatt. A tudásellenőrzés rendszere is kidolgozott. Határozottan lehet állítani, hogy egy magas szinten elkészített számítógépes tudásellenőrzési rendszer tisztes megbízhatóbban képes a tudásanyagot ellenőrizni, mint egy szóbeli vizsga kérdéssora. Ez ma már nemcsak a lexikális tudás, hanem a logikai gondolkodás kontrollját is jelenti.

A hagyományos képzésben résztvevő hallgató tanulása is átalakul, ha a tananyag jobb elsajátítása érdekében a távoktatás eszközei is beépülnek, hiszen a korszerű otthontanulás mindenképpen szükséges. (4,5,6,9)

3. A távoktatás eszköztára

Távoktatásra kialakított szakkönyvek és tesztkönyvek, hangkazetták, videokazetták, szoftvercsomagok floppy lemezen, multimédia megjelenítésű CD lemezek, satelita TV közvetítések.

Az Internetes oktatási formák, mint kurzusok, telekonzultáció metodikája megoldott, a gyakorlati oktatásba történő behelyezése még várat magára.

4. Oktatás és tudásellenőrzés kapcsolata

A távoktatás csak akkor hasznos, ha tudásszint ellenőrzéssel egybekötött. Ezt egyrészt az oktató programok interaktivitása oldja meg, másrészt minden oktatóprogramban öntesztelő rendszert is el kell helyezni. A távoktatás keretében az önálló vizsgázó tesztelést is megoldják. A különböző oktatási formák (hang, videó, programcsomag, stb) harmonikus kapcsolatát éppen a tudásellenőrzés egységes megoldása biztosítja. Pl. videokazetta áttanulmányozása után a hallgató vizsgalemezt kap és a videoanyag alapján felel a tesztkérdésekre. (12)

5. A távoktatási programcsomag felépítése

A szakmai kompetencia szabályozza, milyen felépítést kell elkészíteni. Nyilván más formában készül a programcsomag a családorvos, vagy egy specializált szakorvos részére. A programcsomag célkitűzése is szabályozza a felépítést, hiszen eltérő technikai feladatok jelentkeznek egy epidemiológus, egy bőrgyógyász vagy éppen belgyógyász számára, de az is fontos, hogy milyen részfeladat (diagnosztikus, terápiás) megoldására készül a program.

6. A tudásellenőrzés számítástechnikai megoldásai

A computeres tudásellenőrzést általánosan használják tanfolyamok, szakvizsga tesztelésnél. A táv-tudásellenőrzés bonyolult feladat és bizonyos etikai elvárásokat is igényel. Ennek ellenére régóta használják, különösen a continuous (folyamatos) továbbképzés kontrolljaként. A tudásfelméréshez megfelelő nagyságú, időszakosan frissített tudás adatbázis szükséges. Ebből az adatbázisból lehet méríteni az aktuális ellenőrző tesztet.

7. Távoktatási formák alkalmazási lehetőségei és feladatok Magyarországon az egészségügy területén

1./ Alkalmazási lehetőség

Az egyetemi struktúrák átalakulása törvényszerűen magával hozza a hagyományos oktatási formák átalakulását. A hagyományos, graduális képzés területén is egyre kiterjedtebb oktatási forma lesz az oktató multimédia programcsomag és az Internet. Az egészségügyben valódi távoktatási forma csak a háziorvosi átképzés és a továbbképzés terén tudott komoly szinten beindulni, más területeken csak szórványos megjelenéssel találkozunk.

2./ A programcsomag elkészítése

Az anyagok elkészítése munkaigényes feladat. Legcélszerűbb olyan munkacsoportok kialakítása, melyekben egészséges arányt biztosítunk a szakembernek, a szervezőnek és a technológiai feladatokat megvalósító szakembernek egyaránt.

3./ A távoktatás bevezetése a graduális és post-graduális képzés területén

Az egyetemek pénzügyi megszorításai miatt hamar rákényszerülnek a távoktatási formák bevezetésére, amely egyértelműen költségkímélő forma és legalább olyan sikeres, mint a hagyományos oktatás. Lehetővé teszi a második (vagy több) diploma munka melletti megszerzését, biztosítja a magas szintű otthoni képzést

4./ Megvalósítandó távoktatási feladatok az egészségügy területén

Az intézmények (egyetemek) szintjén

Egészségügyi távoktatási központok kialakítása egyetemekhez kötött formában, a teljesítmények (tesztek) nyilvántartásának kialakítása, tananyagok fejlesztése, konzultációk biztosítása, tutori hálózat kialakítása, forrásközpontok (oktatási kabinetek) működtetése

A társadalom szintjén

A tudáshoz való hozzáférés lehetőségének biztosítása, a távoktatási rendszer beépítése a hagyományos oktatás struktúrájába, a távoktatással nyerhető diplomák elismerése, az egyes szakterületeken a követelményrendszer kidolgozása, a technológiai feltételek biztosítása (egészségügyi távoktatási hálózat kialakítása), a hazai és nemzetközi hálózathoz csatlakozás biztosítása.

Speciális feladatmegoldások

a./ Egyetemek közti távoktatási kapcsolatrendszer

Az egyes egyetemek közötti oktatási kapcsolat mélyítése lehetséges a távoktatási kapcsolatok kialakításával. z egyes tantárgyak nem ritkán interdisciplinárisak, így ma már a hallgatók on-line élvezhetik a helyileg távollevő tanár magyarázatait, kommentárjait.

b./ Távkonzultációk

A nyugati egyetemeken egyre inkább terjed a távkonferenciák alkalmazása a mindennapos orvosi gyakorlatban, amikor a felvetett szakmai kérdésekre a legkiválóbb specialisták adnak kompetens és megfelelő szintű magyarázatot vagy javaslatot

c./ A szakfeladatoknak megfelelő távoktatási formák elkészítése

Csak szakavatott team-ek kialakítása biztosítja a profi távoktatási formák elkészítését. Ami a formákat illeti, az alábbi ismert lehetőségeket érdemes preferálni:

- CD lemezek kiadása
- kis csoportok távoktatása tutor segítségével
- kis csoportok távoktatása internetről

- egyetemeken belül mütétek, eljárások, módszerekbemutatása
- egyedi otthoni tanulás interneten keresztül

- Feladat kiadások (projektek)
- Keresési funkció

8. Internet/Intranet formátumú távoktatási rendszer kialakítása a graduális és postgraduális képzés támogatására

Egyetemünk, az MT System és a BME együttes munkatevékenységével egy olyan távoktatási rendszer alakult ki, amely lehetővé teszi az intézeteken belüli és az intézetek közti on-line, vagy off-line kommunikációt az Internet hasznosításával. Az Edu-system rendszer segítségével a központi WEB szerver felhasználásával a továbbképző központokból (egyetemekről) az ország bármely helyén lévő egészségügyi egység (szakrendelő, kórház, gondozó, orvosklubok, betegrendezvények) felé multimédia típusú oktatási anyagokat lehet transzferálni..

A rendszer célkitűzései:

- 1./ Továbbképző kurzusok működtetése a folyamatos képzés számára
- 2./ Speciális metodikák bemutatása, elsősorban azon területeken, ahol a multimédia megjelenítés a tudásanyag elsajátítása érdekében fontos
- 3./ Egyetemi és főiskolai hallgatók képzési kurzusai (előadások rögzítése, képanyagok, tananyagok, irodalom továbbítása, konzultációk szervezése, interaktivitás biztosítása)
- 4./ Egészségügyi tájékoztató anyagok, felvilágosító anyagok, gyógyszer-ismertetők transzferálása orvos-, és beteg klubok, iskolák felé

A rendszer felépítése

A rendszer általánosan használt számítástechnikai elemeket alkalmaz, kezelése nem igényel speciális szakismeretet és biztosítja a kapcsolódási felületeket az egyes elemek között.

A rendszer építőkövei

- a központ (WEB szerver), irányítórendszer (rendszer-adminisztrátor)
- előadói és témavezetői munkahelyek
- hallgatói munkahelyek

A rendszer az alábbi feladatok elvégzésére alkalmas:

- Kurzus tematikai lista
- Aktuális kurzus működtetése
- Hallgatói lista, regisztrálás
- Gyakori kérdések listája
- On-line konzultáció

Irodalom

- [1] Fuminger H. The role of advanced information technology in the development of distance education networks in central and eastern Europe. EOUN (European Open University Network 1995)Brussel.
- [2] Halász G. A távoktatás törvényi szabályozása a Német Szövetségi Köztársaságban Phare tanulmány Budapest 1996
- [3] Kékes E, Fodor M. Számítástechnikai oktatás formái és lehetőségei Európában és hazánkban Med. Univ. 1996, 29: 153-156
- [4] Kékes E. Balkányi L. Az orvosi ismeretek megítélése multimédia módszerrel LAM 1996, 6: 248-250
- [5] Kékes E. A távoktatás és számítógépes perspektívái Korház 1995, 6: 56-58
- [6] Kékes E. A távoktatás lehetőségei az egészségügyben LAM 1996, 8: 556-563
- [7] Keegan D. Foundations of distance education Rotledge. London 1990
- [8] Kidd MR. Hutchings GA. Hall W., Cesnik B. Hypermedia application in medical education MEDINFO 92. (Eds : Lun KC., Degoulet P., Piemme TE., Rienhoff O. Amsterdam Elsevier 1992, 1095-2000
- [9] Kovács I. Új út az oktatásban AULA kiadó. Budapest 1996
- [10] Kovács I. A távoktatás terjedése. Magyar felsőoktatás 1997, 7: 20-26
- [11] Kovács L. Micsik A. Mbone audio-video konferencia rendszer Networkshop 1996
- [12] Budapest
- [13] Mc Dougall L. Dowling G. Computer in education Amsterdam Elsevier 1990
- [14] Pfaffenberger B. Internet in plain English NY. MIS Press. 1994
- [15] Piemme TE. Computer assisted learning and evaluation in medicine JAMA 1988, 260: 367-372
- [16] Szilágyi Á. és mtsai A távoktatás megítélése Magyarországon Budapest-Szeged-Debrecen Távkonferencia 1996

Levelezési cím:

Kovács Judit: jukovacs@hiete.hu, Dr. Balkányi László: h13208bal@ella.hu, Dr. Kékes Ede: kekes@hiete.hu
 Postai cím: Semmelweis Egyetem ETK, Orvosi Informatikai Tanszék, 1135 Budapest, Szabolcs u. 33-35.

Az egészségügyi informatika megjelenése a BME KKMFB MAI Orvostechnikai készülékek és rendszerek modul oktatásában

Halmi Lászlóné dr.

Budapesti Műszaki Főiskola Kandó Kálmán Villamosmérnöki Főiskolai Kar
Műszertechnikai és Automatizálási Intézet

Absztrakt

Az előadás bemutatja a BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Főiskolai karán folyó Orvostechnikai készülékek és rendszerek választható tömb szakirányú képzésének helyét a Főiskola villamosmérnöki oktatási rendszerében, valamint helyét a hazai Orvostechnikai felsőoktatásban. A tananyag ismeretében rávilágít az egészségügyi informatika szakterületeinek megjelenésére a leadott témákban, kiemelten az egészségügyi információs rendszerek oktatásával kapcsolatos aktuális kérdésekre

1. Orvostechnikai képzés a BMF Kandó Kálmán Villamosmérnöki Főiskolai Karán

Három éve - 1997. december 17-én a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar szervezésében kerekasztal megbeszélésre jelentek meg az ország felsőoktatásában Orvostechnika oktatással foglalkozó Intézmények képviselői:

Orvosbiológiai mérnök-képzés képesítési rendszere (BME, SOTE, ÁOTE)

Klinikai/kórházi mérnöki szakirányú továbbképzési szak (HIETE Eü. Főiskola)

Orvostechnikához sorolható képzési formák a HIETE keretein belül

Az informatikai ill. a számítástechnikai eszközöket alkalmazó tantárgyak (SZOTE)

Orvostechnika modul (BME Gépészmérnöki Kar)

Orvosbiológiai technika modul (BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar)

Orvosi informatika oktatása a Veszprémi Egyetemen

Orvostechnikai készülékek és rendszerek (Kandó Kálmán Műszaki Főiskola)

Egészségügyi informatika szakirány (Széchenyi István Főiskola)

Az egyetemi szintű egészségügyi informatikus képzés megindítása (HIETE)

Biofizika és biostatisztika oktatás a SOTE-n

Orvosi élettan oktatása mérnököknek és informatikusoknak (SOTE)

A Főiskolánkon napjainkban évente 12-16 villamosmérnök hallgató választja az orvostechnika témakört, és elmondható, hogy a BMF Főiskola

jogelődjén a KKMFB-en - hazánkban elsőként - 1969 óta folyik folyamatosan az **Orvostechnikai szakemberképzés**. A jelenlegi tanterv szerint a hallgatók a tanulmányi idejük első félévében az alábbiakban megadott **A, B és C** (12-ig) témákban alapozó tárgyi ismereteket, majd a további **C és D** témák szaktárgyaiban a **Műszer-automatika szakirány** műszaki alapismereteit sajátítják el.

- A. Gazdasági és humán tömb**
- 2. Közgazdaságtan
- 3. Vállalati menedzsment és vállalkozási ismeretek
- 4. Üzleti kommunikáció
- 5. Kötelezően választható tárgyak
- B. Természettudományi és alapozó tömb**
- 6. Matematika
- 7. Számítástechnika
- 8. Fizika
- 9. Villamosságtan
- C. Szak alapozó tömb**
- 10. Technológia
- 11. Műszaki dokumentáció
- 12. Méréstechnika
- 13. Elektronika
- 14. Digitális technika
- 15. Automatika
- 16. Bizt., körny. védelem, minőségbizt. alapjai
- 17. Ált. műszaki ismeretek
- D. Szakirányú tömb**
- 18. Villamos energetika
- 19. Szám. tech. eszközök és rendszerek
- 20. Műszertechnológia és konstrukció
- 21. Műszaki informatika
- 22. Elektronikus labor

Az 5.-6. félévben a hallgatók 7 szakirányú tömb közül választhatnak, köztük az **Orvostechnikai készülékek és rendszerek** témakört, amelyhez az alábbi előadások és laboratóriumi gyakorlatok tartoznak (D 24-29. tárgyak)

Kötelező tárgyaink:

- Orvostechnikai készülékek előadás
- Kórháztechnikai ismeretek előadás
- Digitális radiográfia előadás
- Orvostechnika laboratórium

Választható (félévenként egy-egy) tárgyaink az alábbi

témákból vehetőek fel:

- Biológiai jelek korszerű mérés technikája
- Egészségügyi informatika
- Alkalmazott digitális képfeldolgozás
- Speciális orvosi berendezések
- Fiziológiai alapok, és
- Orvostechnikai készülékek minősítő vizsgálatának mérés technikája és eszközei

Mivel félévenként 15 hétig 10 , illetve 12 hétig 11 óra / hét jut e speciális tématerületre, választható tárgyainkból egy-egy fakultációs tárgyat is meghirdetünk (rendszerint a két utolsóként megjelölt választható tárgyat).

Az Orvostechnikai mérnök képzésben célkitűzésünk megismertetni a hallgatókat:

- az orvosbiológiai mérés technika és jelfeldolgozás korszerű módszereivel, eszközeivel, készülékeinek, berendezéseinek rendszertechnikai felépítésével, és
- az orvosi készülékek minősítő vizsgálatának mérés technikájával, és eszközeivel, valamint
- az egészségügyi információs hálózatok telepítésének, fejlesztésének hardver, szoftver elemeivel.

Az ismeretek elsajátítása közvetve elősegíti olyan villamosmérnöki képességek kifejlesztését, amelyek jól hasznosíthatók a korszerű műszerek beszerzése, telepítése, üzemeltetése, szervizelése és az információs hálózatok továbbfejlesztése, üzemeltetése, hibadiagnosztizálása szakterületeken.

A modulhoz tartozó tárgyak általános célja és specifikus célkitűzései

Orvostechnikai készülékek (5., 6. félév: félévenként 3óra/ hét, vizsga)

Megismertetni a hallgatókat az orvostechnikai szakterület speciális mérés technikájával és eszközeivel, a diagnosztikai és terápiás készülékek berendezések rendszertechnikai felépítésével, alkalmazásával. Témánként ismertetésre kerülnek a fiziológiai alapok. Jelfeldolgozási módszerek az orvostechnikában: lényegkiemelés, kiértékelés, döntés Az orvosi mérés technika intelligens érzékelői, jelátviteli erősítői, analóg és digitális jelfeldolgozó áramkörei és megjelenítői. A fiziológias paraméterek mérés technikája, készülékei és jelfeldolgozási módszerei (szív-, agy-, izomműködés akciós potenciálja, testhőmérséklet és impedancia, a vérkeringés-, hallás-paramétereinek mérése). Monitorok. A szív elektroterápiája. A kis- és nagyfrekvenciás áramok és az ultrahang diagnosztikai és terápiás alkalmazásai, készülékei. Az altatás, lélegeztetés berendezései, inkubátor készülékek, infúziós adagolók. Telemetriás mérés technika módszerei és jelfeldolgozása. A hallás vizsgálata, hallókészülékek. Ultrahang diagnosztikai és terápiás alkalmazása. A tananyag elsajátítása során a hallgatók képessé válnak egy adott orvosi mérés technikai feladatra alkalmas készülék

kiválasztására, beszerzésére, telepítésére, üzemeltetésére valamint a minősítés, időszakos felülvizsgálat, hibadiagnosztizálás, karbantartás elvégzésére.

Kórháztechnikai ismeretek (5. félév: 2 óra / hét , vizsga) Megismertetni a hallgatókat az egészségügyi ellátás szervezési kérdéseivel, a kórház üzemeltetés feladataival, a speciális nagy műszerezettséget igénylő kórházi egységek kialakítási, műszerezési szempontjaival (pl. műtők, intenzív őrzők telepítési, energiaellátási kérdései műszerezettség megismertetése) és a kórházi információs rendszerek kiépítésének műszaki megvalósításával.

Digitális radiográfia (6. félév: 2 óra / hét, vizsga) , Megismertetni a hallgatókat a radiológiai munkahely készülékeinek telepítési kérdéseivel, berendezéseinek működési elvével, rendszertechnikai felépítésével, funkcionális működésével és a minősítés, felülvizsgálat, szervizelés mérés technikájával, eszközeivel. Témák: A röntgensugárzás és izotóptechnika gyógyászati alkalmazása. Röntgendiagnosztika hagyományos rendszerkiépítései (felvételezés, átvilágítás, ernyőfényképezés, képerősítő röntgen berendezések, digitális radiográfia ACOM). Computer tomográfia (CT) elve, HW, SW elemei. Izotópdiagnosztikai munkahely létesítése (számlálók, képkalkotók: SPECT, PET). Izotóp terápiás munkahely létesítésének műszaki kérdései. Magmágneses rezonancia (MRI) elve, HW, SW elemei. Másodkiértékelő munkahely kialakítása a real-time képfeldolgozó rendszerek HW, SW elemei. A képi információ archiválási rendszere (PACS, DICOM).

Orvostechnika laboratórium (5. 6. félév: félévenként 3 ill. 4 óra / hét)

Megismertetni a hallgatókat az orvostechnikai készülékek működésére jellemző paraméterek mérés technikájával, az automatikus mérőrendszerek alkalmazhatóságával (gyártás közbeni tesztelésre, hibadiagnosztizálásra), valamint az információs hálózatok HW és SW realizációs problémáival. A mérések során a hallgatók jártasságot szereznek az orvostechnikai készülékek funkcionális működése ellenőrzésének, minősítésének mérés technikájában. A kapott ismeretek alapján képessé válnak önállóan mérés tervezésére, a megfelelő módszerek és eszközök megválasztására, az eredmények kiértékelésére, dokumentálására, minősítő vélemény kialakítására.

Választható tárgy I. (5. félév: 2 óra / hét, beszámoló) az intézet által ajánlott tárgyakból (Biológiai jelek korszerű mérés technikája, Egészségügyi informatika, Fiziológiai alapok).Pl.

Biológiai jelek korszerű mérés technikája

Megismertetni a hallgatókat az orvosbiológiai jelek korszerű mérés technikájának HW-SW elemeivel (intelligens érzékelők, optimális jeldetektálás HW-SW

megvalósítása, jelfeldolgozás algoritmusai, digitális szűrők és realizálásuk: jelprocesszorok), valamint a beágyazott mikroszámítógépes intelligens orvosi műszerek rendszertechnikai felépítésével, a virtuális műszerezés (Visual Designer) orvostechnikai alkalmazásaival és a bevizsgálására használható intelligens mérőrendszerekkel (LabWindows, LabView, Wayne-Kerr in-circuit teszter). Orvosi döntéstámogató rendszerek. A tárgyban elsajátított ismeretek birtokában a hallgatók képességet szereznek arra, hogy határozottan az orvos egyenértékű partnerei legyenek új műszer beszerzése során hozandó döntésbe.

Választható tárgy II. (6. félév: 2 óra / hét, vizsga) az intézet által ajánlott tárgyakból (Speciális orvosi berendezések, Orvostechnikai készülékek időszakos felülvizsgálatának mérés technikája, Alkalmazott digitális képfeldolgozás...).PI.

Speciális orvosi berendezések,

Megismertetni a hallgatókat olyan orvosi berendezésekkel, amelyek az egészségügyben igen fontos szerepet játszanak, mint pl. a művese állomás és eszközei (Művese, vízellátó rendszere), az optikai elven működő eszközök (endoszkóp, Lézer), a laboratóriumi műszerek, valamint a szívműtők eszközei. A tárgyban elhangzó ismeretek kiegészítik az Orvostechnikai készülékek tárgyban leadottakat, így hallgatóink igen hasznos többlet információhoz jutnak, amellyel képessé válnak bekapcsolódni az ezen a területen folyó szakmai munkába.

Tehetséges hallgatóink évek óta színvonalas tudományos munkát végeznek. Kiemelkedő eredményeket érnek el az egyetemi és főiskolai hallgatók számára kiírt Országos Tudományos Diákköri Konferencián, valamint országos műszaki szakdolgozat versenyeken. Rendszeresen nyernek pályázatot külföldi ösztöndíjra.

Végzett hallgatóink úgy kórházakban, mind a szervhálózatban, valamint gyártó munkahelyeken keresettek. Jó tanulmányi eredményt elért hallgatóink továbbtanulnak egyetemi mérnök diploma megszerzésére.

2. Az egészségügyi informatika megjelenése oktatásunkban

"Az egészségügyi informatika - az egyes részfeladatok önálló kutatása céljából - szakterületekre osztható. Ilyenek például:

- Egészségügyi információrendszerek
- Egészségügyi (statisztikai) beszámoltató rendszerek
- Egészségügyi fogalomtárak, kódrendszerek
- Orvosi biometria
- Szakértői rendszerek

-Biológiai jelanalízis, képfeldolgozás

-stb." * Dr Jávör A., Dr Bordás I. Információs rendszer a Szekszárdi Kórházban AUTOMATIZÁLÁS '88/12

Ezt az idézetet választottam, hogy szemléltessem mikor kezdtük el a Kórháztechnika tárgyat, akkor még létező laboratóriumi foglalkozásait felhasználva a számítógépes hálózat alapjait tanítani: XEROX, Ethernet... Már a '89/90- es tanévben az orvostechnikát végző hallgatók első félévben az egészségügyi informatika témában segédletet kaptak kézhez. 1992-ben az első Novell NetWare az Orvostechnika laboratóriumban működött a főiskolán, köszönhetően OMFB támogatással, a "SZAKMAI ALKOTÓ MŰHELY kialakítása" nyert pályázatnak (tehát az *Egészségügyi információrendszerek témában* el lehetett indulni).

Ebben a pályázatban akkor igen korszerű számítógépes technológiában sikerült munkahelyeket kialakítanunk - DSP, XILINX, IBM PC-k, SUN SPARCstation, X-Windows (Novell Netware és Unix hálózat kialakítás).- mérésben a hallgatók számára. Tudhatták, ez csak a kezdet, sok önálló munkára van még szükség a továbblépéshez, ahogyan azt a lokális hálózat mérés segédletében olvashatták is:

"A NetWare részletes megismerése hosszadalmas folyamat. Az ajánlott irodalmak tanulmányozása jó kiindulás lehet. A munkák elvégzéséhez természetesen csak egy kis részhalmoz ismerete is elegendő. Mindig rendelkezésünkre áll a PUBLIC könyvtárban elhelyezett HELP parancs az on-line dokumentáció eléréséhez. A megismerés egyik leghatékonyabb formája a gyakorlás, a kísérletezés. Jól menedzselte szerveren, normál nem-privilegizált -előjogokkal bíró- témaszámon bejelentkezve nyugodtan kísérletezhetünk, semmilyen kárt nem tudunk okozni. "

A témában oktatott tananyag állandóan megújítás alatt áll (UpDate operációs rendszerekből protokollokból: UNIX, TCP/IP, NFS, Windows, NT, LINUX.FDDI, ISDN, EMTEK, CLINICOM, SIENET, HospNET)

A *biológiai jel- és képfeldolgozás* témákban már 1998 ben szintén pályázattal nyert IBM számítógépek felhasználásával indultak algoritmusokat ismertető mérések.

A hallgatók önálló munkájukkal számos eredményt értek el mindkét területen. Az alábbiakban felsorolnék egy pár sikeres munkát:

- Orvosi videokonferencia kialakítása
- Anasztéziái jegyzőkönyv készítése HP Monitorral
- Győri Megyei Kórház Radiológiai Osztály képátviteli hálózatának tervezése
- Internetes Ultrahang leletező program
- Kardiológiai centrum létesítése, felműszerzése és hálózatba szervezése
- Röntgenfelvételeket menedzselő rendszer

- Virtuális műszer adatfeldolgozása
- EKg jel osztályozás Neurális hálózattal
- Bifázisú defibrillátor tervezése
- Defibrillátor tesztelő tervezése
- Mérési jegyzőkönyv program
- Fogászati munkahely adminisztrációs adatbázis-kezelő program

Levelezési cím:
H-1084 Budapest Tavaszmező u. 15-17.
Tel/Fax: 00-36-1-2101433
E-mail: halmi nfs.kkmf.mai

Tudás-kezelés, ismeretreprezentáció az Orvosi Szakmai Kollégiumok részére - egy IKTA kutatás-fejlesztési projekt - első lépések

Dr. Balkányi László, Kovács Judit

Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Orvosi Informatikai Tanszék

Absztrakt

2000 tavaszán az Oktatási Minisztérium IKTA pályázat keretében hirdette meg a lehetőséget olyan informatika kutatás-fejlesztési (K&F) projektekre, melyekben az ismeretreprezentáció, tudáskezelés szerepet játszhat. Dr. Simon Pál kezdeményezésére a Magyar Orvosi Kamara, a KFKI Rt, a Reticulum Kft és a Tanszék konzorciumot alakított annak érdekében, hogy az Orvosi Szakmai kollégiumok számára kifejlesszen egy olyan virtuális iroda rendszer. Mivel a Szakmai Kollégiumok munkájához a 'szellemi infrastruktúra' azok újjáalakulásával kapcsolatban egybeesik a pályázati ill. megvalósítási időszakkal, lehetségesnek látszott és sikeresnek is bizonyult olyan terve kialakítása, mely egy egységes kezelőfelületen elhelyezett szolgáltatásokkal, így tudáskezeléssel, internetes alapú távmunka lehetőségekkel, háttér adatbázisok hozzáféréseivel könnyíti meg a jövőben a Szakmai Kollégiumok munkáját.

Módszerek és eszközök:

Felmérve a Szakmai Kollégiumok és a Kamara törvényben előírt kötelezettségeit, a Konzorcium elkészítette a pályázati tervét, melyen belül az innovatív elemet az a módszertani együttes jelenti, mely lehetővé teszi a szakmai működési és a tudás bázisok elérését. A választott módszertan az alábbi:

- kommunikációs protokoll: tcp/ip

A tcp/ip választása elterjedtsége miatt különösebb indoklást nem érdemel.

- védett információcsere: SSL

A védett információcserére az egészségügyben alapvető szükséglet. Az SSL segítségével a nyílt internetet használva hozható létre védett kommunikációs csatorna, mely megóvja az illetéktelenektől a küldött információt. A Szakmai Kollégiumok esetében szükséges pl. a kidolgozás alatt levő módszertani levelek, hivatalos állásfoglalások védelme. mindaddig amíg azt a Kollégium egésze el nem fogadja. Az SSL olyan technika amelyet a szabványos böngészők újabb változatai is tudnak kezelni., így a felhasználói oldalon sem igényel speciális szakértelmet a szolgáltatás

igénybevétele.

- ismeret-reprezentáció: XML

A szakkollégiumi munka során várhatóan számos dokumentum készül, illetve számos más forrásból származó dokumentumot, esetleg más formátumú információt kell kezelni. Tekintettel arra, hogy a végfelhasználói oldalon böngésző felületet kívánunk kialakítani, olyan ismeretreprezentációs technikát kell alkalmazni, mely a nagymennyiségű, különböző formátumban érkező ismeretet egységesen kezelhetővé teszi. Az XML technika éppen ebből a célból jött létre és gyors terjedése napjainkban jól követhető. A releváns európai és világ egészségügyi informatikai szabványügyi szervezetek is úgy határoztak, hogy a korábbi szabványokat ebbe a formátumba hozzák 'közös nevezőre'.

Az orvosi-egészségügyi xml alkalmazások kidolgozása világszerte folyik, szükséges a magyar nyelven interpretálható változat elkészítése is.

- kezelőfelület: szabványos (majd XML-képes) browser (böngésző)

A fentiekben már jelzett módon a megosztott tudáskezelést egyszerű kezelőfelülettel kívánjuk minden érintett számára elérhetővé tenni. Ennek eszköze egy egységes felhasználói felület, mely a szolgáltatás együttesre optimalizált ('customizált') szabványos böngésző lesz.

- adatbázis: SQL kompatibilitás

A várhatóan nagymennyiségű adatot, adatsorokat adatbázisba rendezve tároljuk, melynél szintén törekszünk a szabványos, könnyen kezelhető, ugyanakkor nem extrém költséggel járó technikák alkalmazására. Ezért döntöttünk az SQL kompatibilitás mellett.

- adatbázis struktúra: HIF, HISA egyéb európai egészségügyi informatikai előszabványok

Fontos, hogy a fokozatosan kiépülő adatbázisok milyen adat modellt, adatbázis struktúrát használnak. Az átláthatóság és könnyű kezelhetőség arra int, hogy a – vélhetően – számos, különböző céllal létrejövő és térben-időben külön helyen készülő adatbázisok lehetőség szerint egységes adat-modellt illetve többletregűség esetén közös megosztott

alapadatbázisokat (middleware-t) használjanak. Ezt teszi lehetővé a releváns CEN TC 251 szabványok használata.

A fejlesztés főbb lépcsői és várható eredményei:

AZ IKTA által támogatott kutatás-fejlesztési programot az eredeti tervektől kissé eltérően, gyorsított formában kívánja megvalósítani a nyertes konzorcium. A kb. 1 ½ - 2 éves fejlesztési időtartam alatt

- kiválasztásra kerül azon Szakmai Kollégiumok köre, melyek a fejlesztés közvetlen kedvezményezettjei lesznek (a pályázott anyagi eszközök nem teszik lehetővé, hogy egy lépésben a több mint harminc Kollégium mindegyikére kiterjedjen a megoldás)
- a kiválasztott Szakmai Kollégiumok vezetése és tagsága számára elérhető lesz egy, a Kamarában működő minimális valóságos belső hálózat, mely a szakmai kollégiumi ülések munkáját 'real-time' támogatja,
- egy, az interneten védett módon használható virtuális iroda, mely támogatja a Szakmai Kollégiumok speciális igényeit.

A virtuális iroda

- adatbázisban kezeli egy adott Szakmai Kollégium szakmai anyagait azok készítésének különböző stádiumában,
- csoport-mail szolgáltatásokkal támogatja a munkavégzést

- az állásfoglalások, ajánlások, módszertani levelek készítéséhez elérhetővé teszi a Kollégium vezetése által kiválasztott, interneten át elérhető (előfizethető) orvos-szakmai tudásbázisokat a szakmai kollégiumi tagság részére

A már szakmai nyilvánosság elé tárható kész anyagokat (pl. módszertani levelek ill. utasítások, szakmai protokollok stb.) pedig széles körben elérhetővé válnak, nyilvános ill. korlátozottan nyilvános web-oldalak segítségével. Az ismeretanyagok kezelését XML alapon valósítjuk meg, mely hosszú távon biztosítja a sokoldalú kezelhetőséget.

A konzorcium tagjainak feladatmegosztása az alábbi elveket követi:

- a Semmelweis Egyetem Orvosi Informatika Tanszéke adja a az ismertreprézenciához szükséges háttérismereteket, biztosítja az adatbázisok építésénél a releváns európai szabványok használatát, hozzájárul az orvos-szakmai ismeretek strukturálásához
- a Magyar Orvosi Kamara a Szakmai Kollégiumok működtetőjeként a szervezeti ismereteket, a valóságos és virtuális iroda fizikai környezetét és a működéshez szükséges jogi és szervezeti adat környezetet adja,
- A KFKI Rt. valósítja meg a belső hálózatot és teszi lehetővé a biztonságos internet alapú virtuális irodafunkciók távoli elérését (VPN funkció)
- a Reticulum kft biztosítja a projekt-menedzsmentet, összehangolja a fejlesztés különböző elemeit, és a részt vesz bizonyos elemek kifejlesztésében is.

Levelezési cím:

h13208bal@ella.hu,

jukovacs@hiete.hu

Szükség van-e az egészségügyi informatikusra?

Daragó László

Debreceni Egyetem, Egészségügyi Főiskolai Kar, Nyíregyháza

Absztrakt

A cikk az információ-informatika fogalom tisztázásával, majd az elektronikus adatfeldolgozás szakterületeinek megkülönböztetése után az egészségügyben dolgozó informatikai szakember szerepét tárgyalja. Következtetésében arra a megállapításra jut, hogy új szakma született, melyet fontosságának megfelelően kell kezelni.

A kérdés banálisnak tűnik, mégis azt javaslom, töltsünk el pár percet a témával. A mai egészségügyi – ahogyan minden más hatékonyan működni kívánó – szervezet napi rutinnal alkalmazza az elektronikus adatfeldolgozást. Ez szükséges a megélhetése – azaz a finanszírozási rendszer kiszolgálása – miatt is, de a gazdálkodás, pénzügy feltételezi az adatkezelés ilyen formáját, s nem mellékes a gyógyító munka támogatására szolgáló alkalmazások használatának fontossága sem.

Az informatikus fogalmat gyakran a számítástechnikus kifejezés szinonimájaként használják az egészségügy szereplői meglehetősen helytelenül, és éppen ez az, ami miatt érdemesnek tartom körbejárni a címként megfogalmazott – egyáltalán nem költőinek szánt – kérdést. A probléma az adat-információ rossz szóhasználatból ered. Ahogy tudjuk, hogy „minden bogár rovar, de nem minden rovar bogár”, azt is fel kell ismernünk, hogy minden információ adat, de nem minden adat információ. Az információ olyan adat, amelyre valamely tevékenység végzéséhez éppen szükség van. Mivel a tevékenység mindig valahol, valaki által és valamikor zajlik, az információnak is tükröznie kell a konkrét tevékenységre jellemzőket, hiszen a rossz információ nem információ.

Az információ tehát konkrét tevékenységhez kapcsolódik, ezen túl konkrét személy számára szól. Ez a két tulajdonság adja a kérdés létjogosultságát. Azt a személyt, aki ezt az információt előállítja, informatikusnak hívjuk.

Ki alkalmas erre az egészségügyben? Nyilvánvalóan az, aki a konkrét munkafolyamatot, döntési folyamatot képes kiszolgálni a végrehajtáshoz szükséges aktuális adattal. Ismernie kell tehát a tevékenységet, amelyet kiszolgál, ráadásul képesnek kell lennie az előállított adatot olyan módon prezentálni, hogy azt a megrendelő hatékony módon felhasználhassa, tehát elsősorban az ő számára kell érthetőnek, és egyértelműnek lennie. Az elektronikus adatfeldolgozás számítógépeket, tehát

hardvert, szoftvert feltételez, azonban nem merül ki ennyiben. A technikai (számítástechnikai-) háttér megléte és működése szükséges feltétele az információ-szolgáltatásnak, azonban korántsem elégséges.

Ha az 1. ábra szerint ábrázoljuk az elektronikus adatfeldolgozás szakterületeit, nyilvánvalóvá válik, hogy a technikai és a szervezési rész elkülöníthető. Ebben a felosztásban látható, hogy a két szakma egymás szakterületére rálátással, szoros egymás mellé rendeltségben van. A számítástechnikus és az informatikus közös cél érdekében tevékenykedik, szoros és gyakori kommunikációt feltételezünk művelőik között. Ugyanakkor az is szembeűnik, hogy az egészségügy informatikusa nem a hardveres és nem is a programozó szakember, hiszen a felhasználóval, a konkrét „szakmai” tevékenység végzőjével az orgveres áll kapcsolatban, ő képezi le a valóságos eseményeket adatokra és adatáramlásra. E feladat végzése az információs rendszer megtervezését és felügyeletét jelenti.

Nyilvánvaló, hogy a rendszer nem önmagáért, hanem a felhasználó tevékenységének támogatásáért van, ezért minden esetben az ő igényeinek kiszolgálása az elsődleges cél – még akkor is, ha az nincs azokkal teljesen tisztában. Éppen ezért elsődleges fontosságú, hogy az informatikus megértse annak igényeit, ismerje feladatának körülményeit, környezetét és szabadságának korlátait. Képesnek kell lennie a felhasználó fejével gondolkodni, ugyanakkor szót kell értenie a számítástechnikai supportot működtető csapattal is, hiszen a konkrét megvalósítás és működtetés nélkülük nem lehetséges. Az informatikus tehát nem superember, jól meghatározható milyen szaktudást várhatunk el tőle: ezt egyrészt a végfelhasználó munkája és igényei, másrészt a működtetés körülményei határozzák meg. Az igényeket a felhasználó, míg a lehetőségeket a számítástechnikai háttér határozza meg. Az egészségügyi informatikusnak mind az orvos, mind a kórház-üzem működésével tisztában kell lennie. Ez egy szakma.

A magyar gyakorlatban sok helyen előfordul, hogy orvostól, vagy számítástechnikai szakembertől várják el a fenti funkció megvalósítását. E két verzió esetén egymástól merőben különböző speciális szaktudást feltételezünk a ki- (vagy ön-) jelölt illető esetén, akinek kezdeti fellángolás után rá kell jönnie, hogy képtelen a teljes területet áttekinteni. Ez persze a jobbik eset, mert olyan is előfordulhat, hogy úgy tesz, mintha működne a dolog: ez a veszélyesebb. Az orvos dolga a gyógyítás, a kórházmenedzsment dolga az intézet működtetése és döntések hozatala, a számítástechnikusé az információ-

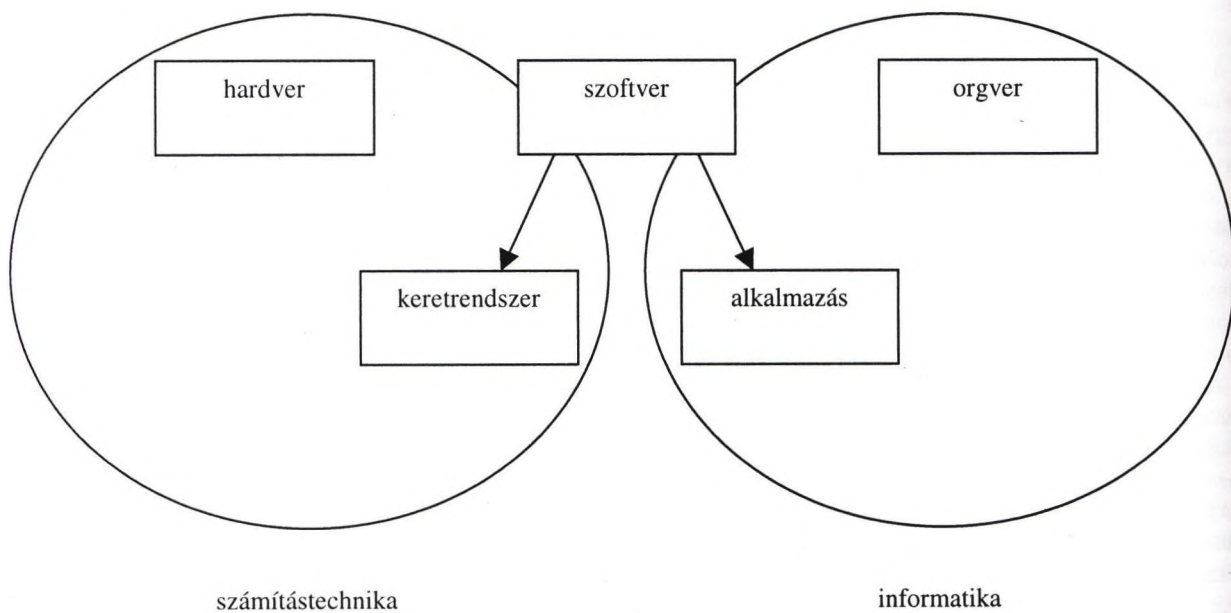
technológia működtetése. Az információ-ellátás, mint szolgáltatás folyamatos tevékenység, speciális szakértelmet és szaktudást igényel.

A kríziseket általában az információ hiánya, vagy a nem megfelelő információ okozza, ezért az informatikus akkor teljesíti jól feladatát, ha észrevétlen.

Jó lenne, ha ezt a magyar oktatási rendszer is felismerné.

Levelezési cím:
Daragó László
4431, Sóstófürdő, Jupiter utca 7.
darago@creative.doteefk.hu
darago@mail.matav.hu

Elektronikus adatfeldolgozás



1. ábra

Kódtáblák konzisztencia-vizsgálata neurális hálózatokkal

Héja Gergely¹, Surján György²

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

²Semmelweis Egészségtudományi Egyetem, Adatszolgáltatási Osztály

Összefoglaló

Munkánkban megmutatjuk, hogyan lehet neurális hálózatokat alkalmazni kódtáblák karbantartására. A megoldandó feladat következtében az MLP struktúra volt megfelelő. Négy struktúrát vizsgáltunk meg az alkalmazhatóság szempontjából, ebből kettőt találtunk alkalmasnak a feladatra. Kellő számú tanítás után mindkét hálózat 100% „precision”-nel rendelkezett.

1. Bevezetés

Az egészségügyben keletkező adatok bizonyos felhasználásai (pénzügyi, statisztikai célok) kerülnek az adatok részleges ismeretét, az absztrahált adatokat hordozzák az orvosi kódrendszerek szerint meghatározott kódok. Az orvosi szövegek klasszifikációja az orvosi informatika nehéz területe. A nemzetközi gyakorlatban elterjedt BNO kódrendszer esetében a statisztikák becsült hibaszázaléka 20–50 százalék között van [1]. A BNO (A Betegségek Nemzetközi Osztályozása) implicit hierarchikus rendszer: a négyjegyű (egy betű + három szám) kódok formailag csak részben fejezik ki a fogalmi hierarchiát [2]. Pl. a 9-re végződő kódok általában generikus fogalmat jelölnek, de nem minden esetben, az első három karakter mindig meghatároz egy általánosabb fogalmi egységet, az első betű bizonyos esetekben azonosítja a főfejezetet, stb. A rendszerben az osztályozási szempontok elkülönítése nem következetes: anatómiai (pl. légzőszervi betegségek fejezet), kóroki (pl. fertőző betegségek fejezet) és patológiai (pl. daganatok fejezet) osztályozás keveredik. Az ebből eredő ellentmondások a kódolási folyamat algoritmizálhatóságát gyakorlatilag lehetetlenné teszik.

A kódolás segítésére sok intézményben „házi” kódtáblákat hoznak létre, amelyek minősége erősen befolyásolja a kódolás hibáját. A táblázat méreténél fogva a konzisztencia vizsgálat manuálisan nem megoldható: az ellenőrzést végző személy egy idő után már nem képes eldönteni, hogy az adott fogalom szerepelt-e már a táblázatban. Ilyenkor előfordulhat, hogy ugyanaz a fogalom többször bele kerül a táblázatba úgy, hogy nem azonos kódot rendelnek hozzá. Bizonyos méret felett már a struktúrált táblák sem használhatók. Ezért szükség van karbantartást támogató számítógépes rendszerekre. A szisztematikus kódolási hiba

megtalálása statisztikus módszerekkel nehéz feladat, azonban a szintén gyakori inkonzisztens kódolás már könnyebben megtalálható.

A statisztikus szövegfeldolgozás kiindulási pontja az a tény, hogy a szavak előfordulása egy szövegobjektumban nem véletlen, hanem szemantikailag vezérelt folyamat eredménye. Ha eltekintünk az adott nyelv nyelvtani szabályaitól, a szavak halmaza még mindig nagyrészt őrzi a szemantikai összefüggéseket. Természetesen a szintaktika megszüntetése következtében bizonyos mennyiségű információ elvész, de nem tökéletes, hanem csak kellően nagy valószínűséggel helyes eredményre van szükségünk.

Ezen halmazok felhasználhatóak statisztikai analízisre, amihez először egy dokumentumokból álló mintára van szükség. A mintát egy szó-objektum mátrixszal lehet ábrázolni, ahol a sorok a szavaknak, az oszlopok az dokumentumoknak felelnek meg [3]. A neurális hálózat által feldolgozott minták a dokumentumok oszlopvektorai. Nincs szükség globális súlyokra, ui. a hálózatban „sikeres” tanítás után a súlyok megfelelően fognak beállni.

Neurális hálózatok

A neurális hálózatok egyszerű feldolgozó elemekből, ún. neuronokból épülnek fel. Az általunk használt MLP (multilayer perceptron) hálózatban a neuron a bemeneti dimenziókat tanítható súlyokkal szorozza, majd összeadja őket. Szokásos egy további állandó 1 bemenetet is adni a neuronnak, ezáltal adaptív bias valószínűsíthető meg:

ahol $x_i[k]$ az i -edik bemenet k pillanatbeli értéke, w_i a hozzá tartozó súly.

$$s[k] = \sum_{i=1}^n x_i[k] * w_i[k] + 1 * w_0$$

A neuron y kimenete az s összeg nemlineáris függvénye, általában tangens hiperbolikus, vagy az ún. logisztikus függvényt szokás alkalmazni. Mi az utóbbit választottuk:

$$y[k] = \frac{1}{1 + e^{-K*s[k]}}$$

A súlyok kezdeti értékének általában egyenletes eloszlású véletlen számokat adnak. A neuron ellenőrzött tanítása esetén rendelkezésünkre áll azon érték, melynek a kimenten meg kellene jelennie. Amennyiben a neuron

kimenete eltér az elvárt értéktől, akkor a súlyok módosítására van szükség. A hibakritérium, amit a zaj jelenléte miatt általában várható értéként értelmezzük:

$$C(w) = E((d[k] - y[k])^2) = \frac{1}{r} \sum_{k=1}^r (d[k] - y[k])^2$$

ahol w a súlyvektor, $d[k]$ a kimenet k pillanatbeli elvárt értéke, $y[k]$ pedig a tényleges kimeneti érték. A gradiens módszer ezen átlagolt hiba súlyoktól való függése alapján módosítja a súlyvektort.

Ezzel szemben az LMS (Least Mean Square) módszer a pillanatnyi hiba alapján módosítja a súlyokat:

$$\Delta w_i[k] = 2 * \mu[k] * (d[k] - y[k]) * \frac{dy[k]}{ds[k]} * x_i[k]$$

ahol $\mu[k]$ a "bátorsági" faktor k pillanatbeli értéke.

A módszer könnyen megvalósítható és általában kedvező konvergenciasebességgel rendelkezik. Mivel nincs átlagolás, így a jelenlevő zaj segíthet a lokális minimumokba ragadás ellen.

Ezen egyszerű feldolgozó elemek felhasználásával lehet többretegű hálózatokat (MLP) kialakítani. A bemeneti réteg neuronjai közvetlenül a hálózat bemenetére csatlakoznak, kimenetei pedig a következő réteg bemeneteire. Ezen hálózatokat ellenőrzött tanítás mellett főként függvény-approximációra, többosztályos szeparálási problémák (klasszifikáció) megoldására lehet használni.

A többretegű előreccsatolt hálózatok tanítása az ún. backpropagation algoritmussal történik, amely a hibát a nemlinearitáson és a súlyokon keresztül „visszaterjeszti” a bemenetekre. A súlymódosítás az LMS módszernek megfelelően történik, de a hiba helyén a „visszaterjesztett” hiba szerepel [4].

2. Hálózat kialakítása kódolásra

A neurális hálózat bemenetén minden egyes szónak megfeleltetünk egy bemeneti dimenziót. A bemenetek binárisak, ez azt jelenti, hogy nem foglalkozunk azzal, hogy hányszor fordul elő a szó az adott mondatban (rövid mondatok eseténezez megfelelő). A bemeneti értékek kódolására $\{0, 1\}$ -et választottuk, mert így csak a nemzérus bemenetekkel kell számolni a bemeneti rétegben, ugyanis a zérus bemenetek sem a kimenet meghatározásában, sem a tanítás során nem befolyásolják az eredményt. Mivel a feldolgozott diagnózisok általában csak 5-10 szót tartalmaznak, így akár több százszoros számítási gyorsítás is elérhető. A rendszer kimenetén a kódokat szintén $\{0, 1\}$ kódolással ábrázoljuk, ez következik a logisztikus függvényből. A megfelelő kódhoz 1, a többihez 0 kimenetet tanítunk. A tanítás az LMS algoritmus szerint történik, azaz minden tanító minta után módosul az összes (érintett) súly.

Mivel a rendszert a minták inkonzisztenciájának kimutatására használjuk, így a tanítási ciklusok után minden kifejezést újra kell kódolnunk a hálózattal. Ha a

hálózat által adott kód nem egyezik az eredetivel, akkor feltehetően inkonzisztensen kódolt kifejezéssel állunk szemben, feltételezve, hogy a hiba nem a túl kevés számú tanítási lépés következménye. A háló kimeneti rétegében nem egy 1 és $n-1$ darab 0 kimenetű neuron lesz, ezért csökkenő sorrendbe kell rendezni a kimeneteket, és megkeresni a legnagyobbat. Ezenkívül, mivel a neuronok kimenetén logisztikus nemlinearitás van, így a kimeneten a kódok értékei jelentősen különbözni fognak konzisztensen kódolt kifejezések esetén, de amennyiben azonos nagyságrendben van 2 vagy több nagy értékű kimenet, az mindenképpen „gyanús”.

Neurális hálózatok esetén fontos a tanítási ciklusok száma: hányszor és milyen sorrendben mutatjuk meg a hálózatnak a tanító mintákat. Amennyiben „túltanítjuk” a hálót, azaz a jel mellett levő zajt is megtanulja már a hálózat, akkor ugyan nagyon kis hibával tudja közelíteni a tanító mintákat, azonban a tanító halmazban nem szereplő mintákra már sokkal nagyobb hibával rendelkező közelítést ad. A mi esetünkben ez nem olyan nagy probléma, ugyanis a tanító halmaz azonos a teszt halmazzal. Esetünkben a gondot az okozza, ha a hálózat már a „töltelékszavak” alapján is megkülönböztet kifejezéseket, és emiatt nem képes az inkonzisztenciát kimutatni.

A feldolgozott kódtábla 2700 különböző szót és 1300 különböző kódot tartalmazott. Ez a hálózat számára 2700 bementi dimenziót jelentett, ezáltal saját szimulátor rendszert kellett kifejlesztünk. A minták száma 3081 volt, a tanítás során a mintákat többször is meg kellett mutatni a rendszernek. A programot objektum-orientáltan, Visual C++ nyelven írtuk meg. A neuront az általunk kifejlesztett CNeuron osztály valósítja meg. Amennyiben a neuron közvetlenül a bemenetre csatlakozik, akkor csak a nemzérus értékekkel kell számolnia mind a kimenet generálása, mind a súlymódosítás során. Az utána következő rétegbeli neuronok esetén ez már nem tehető meg, így ott minden dimenzióval számolni kell.

Többféle struktúrát és tanítási eljárást próbáltunk ki, hogy megkeressük a feladat szempontjából optimális megoldást. A neuronok számának csökkentése miatt először egy kétretegű hálózatot használtunk, melyben a kimeneti rétegben a BNO kódok egyes karaktereit külön-külön neuron-csoportok határozták meg (ez $26 + 3 * 10$ neuront jelentett, „A” modell). Mindegyik csoporton belül a legnagyobb kimenetű neuront tekintettük „győztesnek”, és a kapott karakterek összefűzése adta a kódot. Sajnos a hálózat rendkívül lassan tanult, és számos esetben a karakterek kombinációja nem létező kódokat adott, így az eredményeket ki sem lehetett értékelni.

A második hálózatban már felhasználtuk a BNO kódrendszer hierarchiáját. Az egyik kimeneti réteget a három karakteres tételt határozta meg, azaz minden egyes tételnek megfelelt egy neuron (a vizsgált kódtábla

esetén ez 665 neuront jelentett). A negyedik karaktert egy külön 10 neuronból álló kimeneti réteg határozta meg („B” modell). Mivel a két kimeneti réteg azonos rejtett réteghöz kapcsolódott, ezért az utolsó karakteren sok tévedés történt, mert a három karakteres tételt meghatározó neuroncsoport „kisajátította” a bemeneti réteg neuronjait.

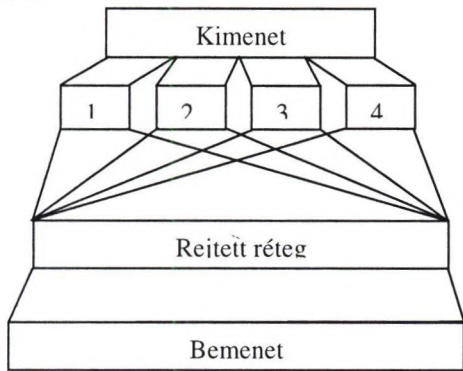
A fenti tapasztalatok alapján módosítottuk a struktúrát, elhagytuk a rejtett réteget: a három karakteres tételt meghatározó neuroncsoport közvetlenül a bemenetre kapcsolódott, a negyedik karakter meghatározó neuroncsoport pedig mind a bemenetre, mind az előző réteg kimenetére csatlakozott („C” modell). Az első réteg tanítását csak a saját kimeneti hibája alapján végeztük, ugyanis a réteg feladata a három karakteres tétel meghatározása, ehhez nem szükséges a hiba visszaterjesztése a következő rétegből. A hálózat kellően gyorsan tanult és „állandósult állapotban” csak valódi pozitív találatokat adott.

Végül kipróbáltunk egy egyrétegű struktúrát is, ahol minden egyes kódhoz külön neuron tartozott („D” modell). A háló még az előbbinél is sokkal gyorsabban tanult, minden találata valódi pozitív volt.

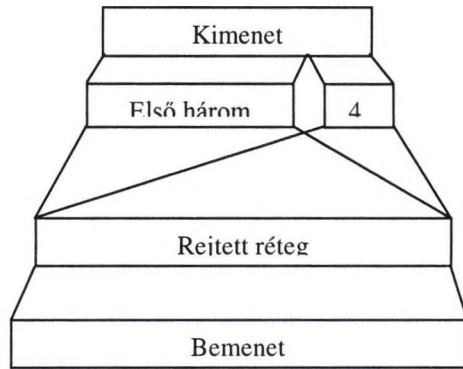
Mivel a vizsgált kódtábla mindössze 1300 különböző kódot tartalmazott, ezért még ezen hálót is meg lehetett valósítani „kommersz” számítógépes eszközökkel.

A sebesség szempontjából a legutolsó hálózat a legkedvezőbb, azonban olyan minták feldolgozása esetén, ahol a több mint tízezer BNO kód megjelenhet és sokkal több szót tartalmaznak, memória okok folytán a hálózat már nem valósítható meg egyszerűen, ui. a súlymátrix tárolásához több száz megabyte memóriára lenne szükség. Amennyiben az előző, kétrétegű hálózatot alkalmazzuk, körülbelül ötödannyi memóriára van csak szükség, tehát nagyobb kódtáblák vizsgálatához, ill. kódolás támogatáshoz mindenképpen hozzá hasonló struktúrát kell alkalmazni.

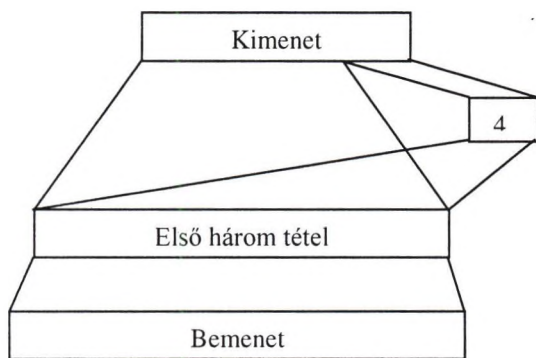
Megvizsgáltuk, hogy a logisztikus függvény deriváltjának elhagyása mennyire befolyásolja a konvergenciát, ez voltaképpen adaptív μ „bátorsági” faktornak tekinthető, ami a derivált reciprokával egyenlő. A kísérleteket a két utolsó hálón végeztük. A módszer kompromisszumnak tekinthető a lineáris neuron (nincs kimeneti nemlinearitás) és a nemlineáris neuron között. Az első esetben a tanítás könnyen divergálhat, míg a második esetben a nemlineáris függvény lapos szakaszára érve a derivált annyira lecsökken, hogy még nagy hiba esetén is csak igen kis súlymódosítás történik, így lelassul a konvergencia.



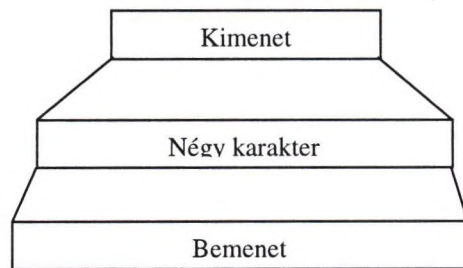
„A” modell



„B” modell



„C” modell



„D” modell

Tapasztalataink szerint a derivált elhagyása nem okozott stabilitási problémákat, és jelentősen lecsökkentette a szükséges tanítási ciklusok számát. Szokás a deriváltat alulról korlátozni is, így a lapos szakaszon egy állandó deriválttal történik a tanítás. Logisztikus függvény használata esetén a derivált maximális értéke 0.25, a korlátot 0.1-nek választottuk. A „végeredmény” nem változott, viszont több tanítási ciklusra volt szükség, így szerintünk ezen alkalmazás során a derivált teljes elhagyása is megengedhető.

A hálózat kimenetének elvileg {0, 1}-nek kellene lennie, ez természetesen nem érhető el. Kellő tanítási ciklus után a konzisztensen kódolt diagnózisok esetén a legnagyobb kimenettel rendelkező kód „súly” általában 0.8-nél nagyobb, a következő legnagyobb 0.01 nagyságrendű. Inkonzisztens kódolás esetén több 0.1-0.6 közti kimenet szokott megjelenni, ezáltal a legnagyobb és második legnagyobb kód aránya is felhasználható az inkonzisztencia kimutatására.

3. Kísérleti eredmények

A módszer alkalmazhatóságának bizonyítására egy, a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Karáról származó kódtáblát vizsgáltuk meg. A kódtábla 3081 BNO szerint kódolt diagnosztikus kifejezésből állt. A táblázat összesen körülbelül 2700 különböző szót és körülbelül 1300 BNO kódot tartalmazott. A neurális hálózatokat addig tanítottuk, amíg nem értünk el egy állandó kimenetet, ez esetben ugyanis feltételezhető, hogy amennyiben a hálózat nem az eredeti kódot rendeli egy diagnózishoz, az inkonzisztenciára vezethető vissza.

Az A és B modell esetén a gyakori nem megengedett karakterkombinációk miatt nem tudtuk eldönteni, hogy az így kapott találatok ténylegesen pozitív-e. A C modell esetén sokkal ritkábban találtunk nem megengedett kombinációkat, míg a D modell csak ténylegesen létező kódokat ad vissza, így ezen hálózatok által szolgáltatott eredményeket már megvizsgáltuk (1. táblázat).

Modell	Összes találat	Valódi pozitív	Precision
A	178	—	—
B	286	—	—
C	88	88	100%
D	70	70	100%

1. táblázat

A C modell esetén megvizsgáltuk, hogyan függ a találatok száma és a precision a tanítási ciklusok számától. Egy tanítási ciklusban minden egyes mintát egyszer tanítottunk (2. táblázat). Kis számú (25) ciklus után a hálózat sok találatot ad, de ennek 26.7%-a hamis pozitív találat volt. 250 ciklus után a hálózat csak pozitív találatokat ad, de ezek száma kisebb, mint a 25 ciklus utáni valódi pozitív találatok száma. Ez várható volt, ugyanis nem lehet a „precision”-t javítani a „recall” romlása nélkül. 25 ciklus utáni ötven százalékkal több valódi pozitív találatot kaptunk, ami konzisztencia vizsgálat esetén sokkal nagyobb előny, mint a kisszámú hamis pozitív találat.

Tanítási ciklusok	Összes találat	Valódi pozitív	Precision
25	180	132	73.3%
250	88	88	100%

2. táblázat

Ugyanazon adatok alapján 250-szer tanítottunk két eltérő véletlen súlymátrixszal inicializált hálózatot, mindkét hálózat lényegében 88 (valódi pozitív) találatot jelzett. Eszerint a 250 tanítási ciklus elegendő, a hálózat már lényegében nem függ a kezdeti értéktől, hanem csak a tanítómintától.

4. Értékelés

Tapasztalataink alapján a neurális hálózatok alkalmasak kódtáblák konzisztencia-vizsgálatának támogatására. Mivel a módszer kevésbé érzékeny az altípus problémára, ezért viszonylag kevés hamis pozitív találatot kaptunk. Ezzel szemben hátrányos, hogy a hálózat „túltanítása” során már a „töltelékszavak” alapján is megkülönböztet azonos fogalmakat, ez volt a fő ok a találatok számának csökkenése mögött.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki dr. Dobrowiecki Tadeusznak, dr. Horváth Gábornak és dr. Pataki Bélának értékes tanácsaikért.

Hivatkozások

- [1] Surján G.: Question on validity of International Classification of Diseases-coded diagnoses, *International Journal of Medical Informatics* 54 (1999) 77 – 95
- [2] A Betegségek és az Egészséggel Kapcsolatos Problémák Nemzetközi Statisztikai Osztályozása, Tizedik Revízió, Népjóléti Minisztérium, Budapest, 1995
- [3] Surján G., Héja G. Vektor-tér alapú fél-automatikus kódolási módszer, XXII. Neuman Kollokvium kiadványában
- [4] dr. Horváth G. (szerkesztő): Neurális hálózatok és műszaki alkalmazásaik, egyetemi tankönyv, Műegyetemi kiadó, 1998.

Levelezési cím:

Héja Gergely
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
H-1521 Budapest
e-mail: heja@mit.bme.hu

Vektor-tér alapú fél-automatikus kódolási módszer

Surján György¹, Héja Gergely²

¹Semmelweis Egészségtudományi Egyetem, Adatszolgáltatási Osztály Budapest

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék Budapest

Összefoglaló

Munkánkban olyan módszer alapjait ismertetjük, amely lehetővé teszi az orvosok számára a klinikai diagnózisok megfogalmazásakor a szaknyelv szabad használatát, ugyanakkor megkönnyíti a diagnózisok kódolását. A statisztikus módszer a szavak és kódok együttlétfordulásának vizsgálatán alapszik. Megfelelő általánosítás mellett az orvosi dokumentáció egymásra épülő absztrakciós szintjeinek teljes végigkövetésére is alkalmas. Ez esetben képes detektálni minden részlet információt, amely a kódolás szempontjából releváns. A módszer gyakorlati kipróbálására létrehozott software a tesztelt diagnózisok 80%-át hibátlanul kódolta, további 4%-ban a helyes kódot második-ötödik alternatívaként felkínálta. Az esetek 16%-ában viszont nem volt képes kódolni. Ennek oka a rendszer által használt tanítóminta elégtelen nagysága volt. A diskuszióban kitérünk a módszertan nehézségeire és a teljesen automatizált kódolás lehetőségének kérdésére.

1. Bevezetés

A HBCS alapú finanszírozási rendszer bevezetése óta a diagnózisok kódolása a kórházakban mindennapos, részben kényszerű, részben gazdasági konzekvenciákkal járó kritikus tevékenységgé vált. A kódolt adatok validitása általános problémát jelent. [1] A különféle kórházi információrendszerek terjedésével kezdeti kézi kódolást egyre több helyen számítógéppel asszisztált kódolási módszerek váltották fel, melyek a munka leegyszerűsítését célozzák. Ez a leegyszerűsítés sajnálatos módon az esetek többségében azt jelenti, hogy a kórházi információrendszerekben a klinikai diagnózis helyét olyan mező foglalja el, amelybe a BNO tábla valamelyik eleme írható. Ez az általánosan terjedő megoldás súlyos szakmai konzekvenciákkal jár, mert a korábbi árnyalt és információban gazdag kifejezések helyébe sablon szövegek kerülnek, amelyek az orvosi gondolkodás sablonossá válása felé hatnak. Most ismertetendő munkák célja az volt, hogy olyan megoldást keressünk, amely lehetővé teszi a klinikai diagnózisok szabad használatát, ugyanakkor a kódolási munkát szakember által ugyan felügyelt, de alapvetően

automatizált tevékenységként valósítja meg. Rövid elméleti áttekintés után a választott módszer lényegét, az adott feladathoz való alkalmazást és a kezdeti kísérletes eredményeket ismertetjük.

2. Diagnózis és betegség

Megközelítésünk alapja, hogy éles különbséget kell tennünk a "diagnózis" és a "betegség" fogalmak között. Szóhasználatunkban a diagnózis olyan tömör névszói kifejezés, amely az orvosnak az adott betegről szerzett ismereteit foglalja össze. A betegség viszont az orvostudomány által alkotott, tankönyvekben leírt vagy leírható absztrakt kategória. A két fogalom gyakran keveredik, részben azért, mert sok esetben a diagnózis arról szól, hogy az orvos az adott betegséget felismerni véli az adott beteg esetében. Ilyenkor diagnózisként a betegség nevét használja. A "Pneumonia" kifejezés például megjelenhet egy zárójelentésen, mint diagnózis, és egy tankönyvben, mint fejezetcím. A kettő mégsem ugyanaz, amit könnyen belátható, ha arra gondolunk, hogy a diagnózisban például jobb és baloldal, között feltétlenül különbséget kell tennünk, a betegség azonban ugyanaz. Vagy pl. beszélhetünk iránydiagnózisról, radiológiai diagnózisról és fertőző betegségről, de nem beszélhetünk iránybetegségről, radiológiai betegségről vagy fertőző diagnózisról. A különbség lényegét abban látjuk, hogy a két fogalom nem azonos absztrakciós szintet jelent. Még nagyobb a különbség, ha nem betegségről, hanem BNO kategóriáról van szó. A BNO ugyanis a betegségek osztályozási rendszere, melynek fogalmi egységei eszerint nem egyes betegségek, hanem betegség-osztályok, vagy ha úgy tetszik betegség halmazok. Ez akkor is fontos különbség, ha egyes halmazok lehetnek egyeleműek. A diagnózistól a BNO kódig tehát logikailag egy kétlépéses absztrakció útján lehet eljutni. Ugyanakkor maga a diagnózis is egy absztrakciós folyamat eredménye. Az absztrakció minden esetben rész-információk elhanyagolását jelenti. Az elhanyagolandó és megőrzendő információk azonban nem minden esetben képeznek tiszta piramisformát. Találkozunk például zárójelentésen "neoplasia genitalis" kifejezéssel, amely klinikailag nem túlságosan precíz, de értelmes. Ez a kifejezés azonban – ha a betegről semmilyen egyéb adat nem áll rendelkezésre –

a BNO-ban nem képezhető le, mivel az a férfi és női nemi szervek daganatait szigorúan megkülönbözteti. A kódolónak ilyenkor tehát vissza kell nyúlnia a diagnózis szintjéről egy alacsonyabb absztrakciós szintre, ahol a beteg neme, mint adat megtalálható. Ha a kódolást ember végzi, akkor természetesen a folyamat során az absztrakciós szintek közötti különbség nem tudatosul.

A számítógéppel támogatott kódoláshoz olyan módszert kerestünk, amely legalábbis elvben alkalmaz arra, hogy az absztrakciót több lépésben végezze el, illetve különböző absztrakció szintek közötti adatokat megfeleltessen egymásnak. Az egyik ilyen lehetséges módszernek a dokumentum visszakeresési technikák között gyakran alkalmazott vektor-tér modell célszerű adaptálását gondoljuk. A következő részben ezt az adaptált módszert ismertetjük.

2. Az alkalmazott vektor-tér modell

A vektor-tér alapú dokumentum visszakeresési módszerek [2] alapját az úgynevezett szó-dokumentum mátrix képezi, amelynek oszlopai a dokumentumokat, sorai pedig a dokumentum-halmazban előforduló szavakat reprezentálják [3]. A mátrix cella-értékei jelzik a megfelelő szó és az adott dokumentum kapcsolatát. Legegyszerűbb esetben a mátrix bináris: ha a szó az adott dokumentumban nem fordul elő, akkor 0, ha pedig előfordul, akkor 1. Bonyolultabb esetben az érték súlyozható a szó gyakoriságát kifejező lokális illetve globális függvénnyel. Az így definiált dokumentum-vektorok lehetővé teszik a dokumentumok hasonlóságának értelmezését. Minél több megegyező koordinátája van két dokumentum-vektornak, annál inkább hasonlítanak egymásra. Ezt a két vektor hajlásszöge a dokumentumok hosszától függetlenül jól jellemzi, ezért alkalmazzuk a koszinusz hasonlóság fogalmát.

Ezt a szokványos modellt a kódolási problémák céljaira úgy módosítottuk, hogy egyrészt a szó és a dokumentum fogalmát általánosítottuk. Szavakon bármilyen, az adott helyzetben eleminek tekinthető jelentéssel bíró információegységet értünk és megkülönböztetésül nagybetűvel írjuk. Ez adott esetben lehet például egy beavatkozási vagy diagnosztikus kód, mérési eredmény vagy többszavas kifejezés is. A dokumentumot ilyen általánosított értelemben vett de szemantikailag összetartozó szavak sorozataként értelmezzük és jelölésére a nagybetűvel írt Mondat kifejezést használjuk. A szó-dokumentum mátrix helyett tehát Szó×Mondat mátrixról beszélünk. (A könnyebb olvashatóság kedvéért a jelen cikkben kissé pongyolán szó – mondat kifejezéseket is használjuk ilyen értelemben.) Ezt azonban nem oszlopvektorok, hanem sorvektorok seregeként fogjuk fel egy olyan térben, amelyben minden Mondat egy dimenziót képvisel. Az így értelmezett vektorok által bezárt szög koszinusza

nem a szavak hasonlóságát fogja jellemezni, hanem a megfelelő szó-párnak azt a tulajdonságát, hogy milyen mértékben fordulnak elő együttesen. Ezt a tulajdonságot a szavak koszinusz affinitásának neveztük el. Képlete a következő:

$$\text{Aff}_C(\mathbf{w}_i, \mathbf{w}_j) = \frac{\mathbf{w}_i \circ \mathbf{w}_j}{\|\mathbf{w}_i\| \cdot \|\mathbf{w}_j\|}$$

A képletben a \circ szimbólum a vektorok skaláris szorzatát, a $\|\cdot\|$ jelölés pedig az euklideszi normát jelenti, \mathbf{w}_i és \mathbf{w}_j a megfelelő szóvektorok, Aff_C a koszinusz affinitás.

Az affinitás jellemzésére a koszinusz értéken kívül más mérőszám is konstruálható. Az alábbi képletben az általunk aszimmetrikus affinitásnak (Aff_A) nevezett mértéket definiáljuk, melyet akkor alkalmazunk, ha a kérdés nem az, hogy a két szó mennyire szokott együtt előfordulni, hanem az, hogy azokban az esetekben, amikor egy szó egy mondatban szerepel, mennyire gyakran fordul elő a másik.

$$\text{Aff}_A(\mathbf{w}_i | \mathbf{w}_j) = \frac{\mathbf{w}_i \circ \mathbf{w}_j}{\|\mathbf{w}_j\|^2}$$

Megmutatható, hogy bináris Szó×Mondat mátrix esetén az aszimmetrikus affinitás megegyezik a feltételes együtt-előfordulási gyakorisággal.

További lépésként bevezetjük a környezetének fogalmát. A mondat környezetén azon szavak halmazát értjük, amelyeknek aszimmetrikus affinitása a mondatban szereplő szavak legalább egyikéhez nagyobb nullánál (vagy egy választott küszöbértéknél).

A környezet elemeinek a mondathoz való viszonyát az adhézióval jellemezzük. Az adhézió a környezeti szónak mondat szavaihoz való affinitásának geometriai vagy euklideszi átlaga. (Az euklideszi átlagon az euklideszi normának és az elemek számának hányadosát értjük).

Kódolás az adhíziós értékek alapján

Modellünk tehát lehetővé teszi, hogy olyan Szó×Mondat mátrixokat alkossunk, amelyek egy mondatba fognak össze. alacsonyabb szinthez tartozó szavakat és magasabb absztrakciós szinten hozzájuk tartozó kifejezéseket, pl. a diagnózis szavait és a hozzá tartozó kódot. (Innentől fogva a kód fogalmát is általánosítjuk: olyan Szót értünk rajta, amely az adott Mondat többi Szavainál magasabb absztrakciós szinthez tartozik. Szintén nagybetűvel jelöljük.) Ilyen mátrix létrehozása történhet például egy olyan adatbázisból, amely zárójelentésekről gyűjtött klinikai diagnózisokat, és gyakorlott, kódolásban jártas szakember által hozzárendelt kódokat tartalmaz. Kellő méretű mátrix létrehozása után a modellünk segítségével előállítható bármely klinikai diagnózis környezete, melyet megsűrűsítünk úgy, hogy csak a kódokat tartalmazza. A szűrt környezetben talált legmagasabb adhíziójú kódot tekintjük a rendszer által felkínált kódnak.

A felkínált kód természetesen szakértő által kontrollálható. A módszer lehetővé teszi, hogy a kódolandó Mondatot a kiválasztott és szakértő által jóváhagyott Kóddal együtt a Szó×Mondat táblához hozzáadjuk, és ezzel egyfajta kontrollált tanulás valósítsunk meg.

Fontos megértenünk, hogy a bevezetett általánosítások révén a módszer az "absztrakciós piramis" bármely lépcsőfokán alkalmazható. Alkothatunk például Mondatokat egy zárójelentés epikrízisének mondataiból, úgy, hogy Kódként a zárójelentésben szereplő diagnózist rendeljük hozzá. Ennek a célja persze nem az, hogy az epikrízist elolvasva kitaláljuk, hogy mi baja van a betegnek. Nem lehet célunk valamiféle diagnosztikus szakértői vagy döntéstámogató rendszer létrehozása. Csupán arra szorítkozunk, hogy modellünk segítségével a betegdokumentáció tartalmát vizsgáljuk, esetleges hiányokat vagy ellentmondásokat tárjunk fel, és a kódolási munkát támogassuk.

3. Kísérleti eredmények

A módszer alkalmazhatóságának bizonyítására egy nagyon egyszerű egylépcsős kísérletet végeztünk. A Szó×Mondat mátrixot egy belső intézeti használatra készült kódolási táblából generáltuk, mely 3079 klinikai diagnózist, és a hozzá tartozó BNO kódokat tartalmazta. Tesztmintaként 50 diagnózist gyűjtöttünk össze intézetünkben készült zárójelentésekről. Az 50 diagnózist kódolással napi gyakorlatban foglalkozó munkatársunk hagyományos úton kódolta, majd az eredményt összehasonlítottuk a módszer alapján készült software által produkált eredménnyel. Rendszerünk

nemcsak az első legjobb választást, hanem további kódokat is felajánlott, adhíziós érték szerinti csökkenő sorrendben. 40 esetben azt találtuk, hogy a kézi kódolás és a rendszer által ajánlott első kód megegyezett. További két esetben a kézi kódolással előállított kód a rendszer által kínált első öt kód között szerepelt. Nyolc esetben viszont a rendszer nem volt képes megfelelő kódot generálni. Ennek minden esetben az volt az oka, hogy az adott diagnózis olyan meghatározóan fontos szavakat tartalmazott, amelyek még a Szó×Mondat táblában nem szerepeltek. (Az ilyen ismeretlen szavakat a rendszer egyszerűen figyelmen kívül hagyja, amiből nem származik baj, ha a többi szó alapján a jelentésre kellő pontossággal következtetni lehet.)

4. Diszkusszió

Minden vektortér alapú módszer kritikus jellemzője, hogy a számítás- és tárkapacitás igénye óriási. Az itt ismertetett kísérletre kapcsán ugyan – több éves munka eredményeként – sikerült olyan számítástechnikai megoldást kidolgoznunk, amely révén elérhető áron, és teljesen elfogadható sebességgel megoldja az adott problémát, sőt lényegesen nagyobb mintákkal is tudunk kísérleteket végezni. Ennek ellenére a rendszer terhelhetőségének vannak korlátai.

Ugyancsak általános jelenség a vektortér alapú statisztikus megközelítésekben, hogy a zaj (pl. ortográfiai hibák, "töltelék" szavak) jelentősen rontják az eredményeket. Jelen kísérletünkben nem alkalmaztunk sem ortográfiai korrekciót, sem úgynevezett "stop word" listát (általánosan előforduló szavak, pl. névelők kiszűrése), csupán egy-két írásjelet (pl. zárójel) töröltünk, és kisbetű-nagybetű egységesítést végeztünk. Kísérleti mintánkban azonban a sikertelen esetek nem a zaj, hanem az elégtelen mintanagyság következményei voltak.

A mintanagyság mindenképpen kritikus kérdés, mert kelletlenül kisebb minta esetén a módszer nem működik, túl nagy minta esetén viszont a gyakorlati megvalósítás válik egyre nehezebbé, a technikai erőforrás-igény miatt. Ezért olyan elő-feldolgozási eljárások javasolhatók, amelyek a mintanagyságot érdemi információvesztés nélkül csökkenthetik. Ilyen lehet például, ha a jobb és baloldaliság jelzésére szolgáló "l. s." és "l. d." rövidítéseket egyetlen szóba vonjuk össze ("ll") a kétoldaliságot jelző "l. u." rövidítést pedig szintén egy szóban "l2" jelöljük. (Egyes betegségek - pl. nagyothallás - esetében a BNO a kétoldali előfordulást az egyoldalitól megkülönbözteti, de a jobbot a baltól soha.)

Ha a módszer csak kellően nagy mintán működik megbízhatóan, felmerülhet az a kérdés, hogy az alkalmazott módszer mennyivel jobb, mintha az adott diagnózist string megfeleltetés alapján kikeresnénk egy táblából. A különbséget nemcsak a nagyobb

hatékonyságban és gyorsaságban látjuk, hanem abban, hogy a string egyezőségre épített módszer nem terjeszthető ki a teljes absztrakciós folyamatra, mindig csak azonos szinten lévő szövegrészek egyeztetésére volna képes.

Ugyancsak felmerülhet, hogy az automatikus kódolás területén közel húsz éve folyó [4] kutatómunka eredményeként megvalósulhat-e valaha a teljesen automatikus kódolás. Jólátokba bocsátkozni természetesen nem kívánkozunk, azonban azt kell mondanunk, hogy ennek realitását jelen pillanatban nem látjuk. Az emberi kontroll kivonását akkor sem tartjuk reálisnak, ha a közeljövőben sikerül olyan gépi kódolási rendszert létrehozni, amelynek a hibaszázaléka szignifikánsan kisebb az emberi kódolásnál. A gépi rendszerek ugyanis még sokáig nem lesznek képesek egy konkrét lehetséges következményeit felmérni, és sohasem fognak az elkövetett hibáért felelőséget viselni.

Világos azonban, hogy a statisztikus megközelítések nem érhetik el az elvi maximumot sem. Egzakt megoldásnak olyan módszert tekinthetnénk, amely a betegdokumentáció valamennyi adatát és a kódrendszerek fogalmi egységeit formálisan reprezentálni képes, és az adatokból algoritmikus úton jut el a kódokig. A formális orvosi fogalomreprezentáció szintén közel húsz éve az orvosi informatikai kutatások egyik súlyponti kérdése. Húsz év alatt, hatalmas összegek felemésztésével a világ nagy nyelveire vonatkozóan ígéretes eredmények születtek, példaként az amerikai UMLS [5] vagy az európai GRAIL [6] említhető. Még ezek a rendszerek is távol vannak attól, hogy univerzálisan használhatókká váljanak. Egy ilyen rendszer működése minimálisan az alábbi feltételek mellett képzelhető el]:

1. Kellően kiépített fogalmi hierarchia (ontológia: teljes fogalom- és relációrendszer)
2. Nyelvi értelmező, amely a természetes nyelvi inputot képes az ontológiának megfelelő formális rendszerre fordítani.
3. Szakterületi modell (domain model), amely az adott terület ismereteit írja le. Ez teszi lehetővé, hogy a formálisan reprezentált állításokat valamely rendszer értelmezze és következtetéseket vonjon le.

A megoldás tehát nyelvfüggő, sőt az orvostudomány esetében okkal feltételezhető, hogy a szakterületi modell is lokális, kulturális befolyás alatt áll. Az eddigi tapasztalatok szerint a nyelvfüggőség sokkal mélyebb probléma, semhogy a kész megoldásokat egyik nyelvről a másikra a fogalomtárak lefordításával transzportálni lehetne. A szakirodalomban ismert olyan projekt, amelyet egyszerre több nyelvre adaptálva fejlesztenek, de arra nem tudunk példát, hogy kész eredményeket egyszerűen átültettek volna más nyelvre. Ebből az következik, hogy a kisebb nyelveken belátható időn belül nem lesznek olyan formális megoldások, amelyek a statisztikus megközelítés hibáit kikerülve képesek automatikus kódolásra.

Ezért létjogosultsága van olyan módszereknek, amelyek a tudást ugyan nem formálisan reprezentálják, de a látens módon ábrázolt tudást inkrementálisan lehet fölépíteni. Erre alkalmasak a most ismertetett vektortér modell és a neurális hálók.

Hivatkozások

- [1] Surjan G. Questions on validity of International Classification of Diseases-coded diagnoses. *Int J Med Inf.* 1999 May;54(2):77-95.
- [2] Wiesman F, Hasman A, van der Herik H J Information retrieval: an overview of system characteristics *Int J Med Inform* 47 (1997)5-26
- [3] Chute C G, Yang Y An overview of Statistical Methods for the Classification and Retrieval of Patient Events *Methods of Information in Medicine* (1995); 34:104-110
- [4] Wingert F. Automated indexing based on SNOMED *Meth Inform Med* 24 (1985) 27-34
- [5] Chute, C G Yang, Y Evans D A Latent Semantic Indexing of Medical Diagnoses Using UMLS Semantic Structures *Proceedings of the 15th SCAMC, MCGRAW-HILL Inc New York* 1991 p185-189.
- [6] Goble, 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

Levelezési cím:

Dr. Surján György

Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar,
Adatszolgáltatási Osztály 1389 Bp Pf. 112.

e-mail surjan@hiete.hu

EEG jelek autoregresszív modellezése agyi ischaemia vizsgálatára

Czinege László, Benyó Zoltán

BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék, Budapest

Absztrakt

Az elektroencefalogram diagnosztikai jelentősége az agyműködést vizsgáló újabb módszerek elterjedése mellett sem csökkent. Az agyi oxigénhiányos állapot korai, funkcionális elváltozást okozó szakaszának mind a mai napig az egyik legalkalmasabb vizsgálati módszere.

EEG jelek feldolgozásának gyakori útja a jel autoregresszív modelljének becslése. Elsődleges feladat a modell struktúra meghatározása, majd valós időben a paraméterek becslése. A cikk azt mutatja be, hogyan lehet az EEG autoregresszív modelljének vizsgálatával agyi ischaemia kialakulására következtetni.

1. Bevezetés

A számítógépes EEG jelfeldolgozás kiindulási pontja a mért jelek valamilyen modellje. Természetesen a legkézenfekvőbb az lenne, ha az agyi elektromos aktivitás keletkezéséről adekvát modellel rendelkezni, ez azonban számos ok miatt nincs így. Hiába ismert ugyanis a sejtszintű mechanizmus, ha azok egymásra hatásáról, illetve terjedéséről nincs pontos elképzelésünk.

Az teljes biztonsággal kijelenthető, hogy az elektroencefalogram szochasztikus folyamat eredménye, ahol az agy különböző területein különböző realizációk (idősorok) jelennek meg. A folyamat statisztikai paraméterei időbeli változást mutatnak, ezért a jel nemstacionárius.

Alapvető dilemma, hogy az EEG idősora lineáris vagy nemlineáris jelnek tekinthető-e. A kérdést nem lehet megválaszolni anélkül, hogy pontosabb információkat szereznénk a az agyi elektromos jelek keletkezési folyamatáról. Enélkül csak azt tudom megvizsgálni, hogy az általam alkalmazott modell paramétereinek megváltozása kellően jól írja-e le az ischaemiás átalakulást, valamint hogy a paraméterek eltérése valóban az oxigénhiány miatt, és nem valami más jelenség folytán történik meg. E feltételek kielégítése esetén a modell elfogadható.

Terjedelmes irodalom foglalkozik AR modell illesztéssel EEG vizsgálat során. Tseng 900 darab rövid (1.024 sec) EEG szakaszt vizsgált meg AR és ARMA modell illesztés szempontjából [1]. A jelet megfelelő pontossággal leíró AR és ARMA modelleket keresett.

Akaike információ-kritériumát használva az előbb fokszáma átlagosan 8.67 adódott, míg az utóbb fokszáma 6.17 (az autoregresszív és a mozgóátlag foksám összege). Ennél alacsonyabb értékek (7.62 és 5.83) jellemzik az elsősorban delta dominanciájú, kevert spektrumú EEG-t, ami az altatott pácienseken és kísérleti állapotokban elsősorban előfordul. A megfelelő fokszámmal modellezett jel a 900 szakasz több mint 96 százalékában elégségesen közelítette ez eredeti EEG-t az AR modell esetében.

Pardey is több ezer epochot vetett AR modell illesztés alá, annak érdekében, hogy megfelelő modell fokot keressen [2]. Átlagosan alacsonyabb szám is megfelelt (alvás EEG-re 5), de ahhoz, hogy a szegmensek több mint 90%-ban pontos legyen az illeszkedés, legalább 7-es foksám volt szükséges. Helyesen mutatja meg a cikk a spektrum alakja és a modell foka közötti összefüggést. Nem világít azonban arra pontosan rá, hogy a különböző állapotokhoz tartozó EEG spektruma milyen, és főleg, hogy milyen változásokat kell az együtthatók alapján felismerni. Goto javasolja, hogy az EEG változásait különböző fokú modellekkel próbáljuk közelíteni [3], ez azonban az esetek többségében szükségtelen, hiszen a cél nem önmagában a jelalak pontos modellezése, hanem bizonyos változások felismerése. Ezek pedig akkor is jelentkeznek, amikor az esetleg komplikáltabb szegmensre az AR illesztés túlságosan nagy hibával történik. Schloegl speciális idővariáns együtthatókkal próbálta az EEG-n tapasztalt változó trendeket követni annak érdekében, hogy minél jobban tudja a pillanatnyi spektrumot becsülni [4].

Goel és munkatársai hypoxiás kismalacok agyi elektromos jeleinek időbeli trendjeit követték az AR modell paraméterei alapján [5]. Az együtthatókból meghatározták a spektrumot (epochonként) és megkeresték annak maximális intenzitás helyeit és csúcspontjait. Hatodfokú modellt alkalmazva három ilyen domináns spektrum csúcspontot kaptak. Megfigyeléseik az ischaemia alatt: csökkenés a legalacsonyabb frekvenciájú csúcspontnál, növekedés a legnagyobb frekvenciájú csúcspontnál

2. Módszerek

Kísérleteink során macskákon illetve patkányokon a közepagyi artéria elzárásával agyi ischaemiát modelleztünk. Az EEG-t 128 Hz mintavételi frekvenciával számítógépen rögzítettük.

Az általam használt autoregresszív modell az alábbi

összefüggést fogalmazza meg a jel pillanatnyi és korábbi értékei között:

$$x_t = a_1 x_{t-1} + a_2 x_{t-2} + \dots + a_p x_{t-p} + \sigma^2 \varepsilon_t$$

A folyamatot az a_i együtthatók és a zaj varianciája (σ) határozza meg. A gyakorlatban az együtthatók meghatározása egy véges hosszúságú regisztrátum szakasz alapján történik a Yule-Walker egyenletek alapján.

A rendszer állapotjellemző függvénye az, mely fehérzaj bemenetből éppen a vizsgált folyamatot állítja elő. A $W(z)$ jellemzésére szokás az úgynevezett pólus alak használatát:

$$W(z) = \frac{\sigma^2}{(1 - z_1 z^{-1})(1 - z_2 z^{-1}) \dots (1 - z_p z^{-1})}$$

Az átviteli függvényből $z=e^{j\omega}$ helyettesítéssel megkapható a modellhez tartozó teljesítmény-sűrűség spektrum. Ennek jelentősége az, hogy a spektrum ischaemiás változásról bő ismeretek birtokában vagyunk. Az elméleti spektrum esetében a póluskép fontos információt hordoz: ha a komplex síkon elhelyezkedő egyik pólusba mutató egyenes és a valós tengely által bezárt szög j , akkor az ennek megfelelő spektrális maximum helye:

$$z_i = A_i e^{j\varphi_i} = A_i e^{j2\pi \frac{f_i}{f_s}}; \quad f_i = \frac{\varphi}{\pi} \frac{f_s}{2}$$

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az autoregresszív modell illesztésével ugyanúgy tudunk spektrumot becsülni egy adott EEG szakaszra, mint például a Fourier transzformáció alkalmazásával. Ez adja az ötletet arra, hogy egyedi esetekben összevessük a Fourier alapú és az AR alapú sávaktivitás értékeket, és megállapítsuk, milyen fokszámú AR folyamatmodell spektruma lesz annyira érzékeny, hogy helyesen mutassa a sávaktivitások ischaemiás változásait.

A következőképpen kell tehát eljárni: kiválasztunk szükséges számú esetet az adatbázisból, melyek jól illusztrálják a tipikus hullámsáv változásokat. Ezután megállapítjuk az okkluziót megelőző és követő regisztrátumon a kontroll, illetve ischaemiás szakaszt. Minden szakaszban epochonként számítjuk a delta, theta, alfa és beta sáv relatív aktivitását mind Fourier transzformációs, mind pedig AR modell illesztéses spektrum alapján.

A módszer lényege az, hogy amennyiben a nagyobb modell fokszám nem eredményez nagyobb sávaktivitás változást, azaz nem növeli az esélyünket arra, hogy egy ischaemiás változást felismerjünk, akkor nincs szükség rá, hiszen azonosítás csak többlet időt vesz igénybe.

Mivel célunk eredetileg is az volt, hogy az ischaemiás átmenetet detektáljuk, és nem pedig az, hogy az eredeti jelet kis hibával modellezzük és rekonstruáljuk, ezért megfelel számunkra az a modell, mely a kellő érzékenységgel tükrözi a sávaktivitás változást.

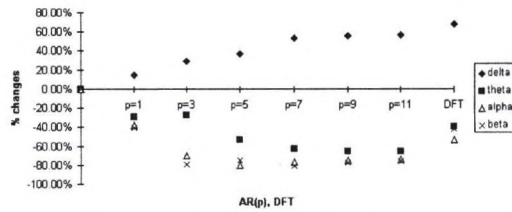
Végül három feladatra keresünk megoldást:

- milyen fokszámú modellel célszerű vizsgálni az ischaemiás EEG-t;
- hogyan változik a modell pólusképe az ischaemia hatására;
- a póluskép változás igazolja-e a hagyományos, sávaktivitás változást illető megfigyelést.

3. Eredmények

Először azt tekintjük át, hogy milyen eredménnyel járt a lineáris, autoregresszív modell illesztése különböző fokszám esetén abban a tekintetben, hogy mennyire sikerül kielégítő változást reprezentálni az ischaemiás inzultus hatására.

Az 1. ábra 1, 3, 5, 7, 9 és 11 fokszámú AR modellek esetében illusztrálja a sávaktivitás változást egy kiválasztott illusztratív esetben.



1. ábra. Sávaktivitás Fourier transzformáció és AR modell illesztés szerint egy kiválasztott esetben.

A jobb oldalon a DFT alapú számítás eredménye látszik, ezt tekintjük ugyanis referenciának (ez az általánosan elfogadott kritérium). Fontos észrevenni, hogy a 7-nél kisebb fokszám esetében a sávaktivitások értékei jelentősen másként alakulnak, mint a 7-es illetve az a fölötti modell fokszám esetén kapott értékek. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált algoritmus a $p=7$ rendű autoregresszív modellt jelöli ki, mint az ischaemiás sávaktivitás változást megfelelően jelölő modell.

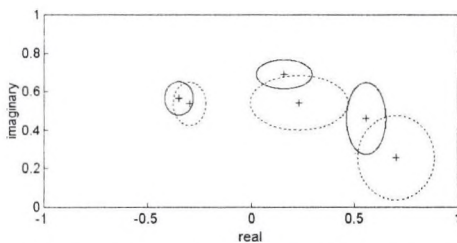
Tudjuk, hogy az AR modell együtthatókból számított spektrum csúcsainak száma összefüggésben van a modell fokszámával, és a sávaktivitások változásait ez jelentősen befolyásolja. Nem mindegy ugyanis, hogy az ischaemiás inzultus miatt fellépő kismértékű spektrális változás követésére alkalmas-e az adott fokszámhoz tartozó lehetséges spektrum függvény.

A 7-ed rendű modell érvényességére kapott eredmények megértéséhez tekintsük a p-rendű AR folyamat spektrumának lenti felírását.

$$S_p(\omega) = \frac{\sigma^2}{|1 - a_1 e^{-j\omega} - a_2 e^{-j2\omega} - \dots - a_p e^{-jp\omega}|^2} = \frac{\sigma^2}{[1 - a_1 \cos(\omega) - a_2 \cos(2\omega) - \dots - a_p \cos(p\omega)]^2 + [a_1 \sin(\omega) + a_2 \sin(2\omega) + \dots + a_p \sin(p\omega)]^2} = \frac{\sigma^2}{c_0 + c_1 \cos(\omega) + c_2 \cos(2\omega) + \dots + c_p \cos(p\omega)^2}$$

Látható, hogy a $0-\pi$ tartományon értelmezett amplitúdóspektrum egy p-től függő cosinus hatványsor reciprokával arányos. Ennek a függvénynek p=1 esetben egy szélsőértéke van, ami vagy $\omega=0$, vagy $\omega=\pi$ -nél lép fel (ω a frekvencia skálával $(0-fs/2)$ arányos). Magasabb fokszámok esetében a cosinus függvény magasabb páros hatványai mindig egyel több lokális szélsőértéket hoznak be (amely adott esetben valamelyik korábbival egybeeshet). A páratlan hatványú cosinus függvények nem rendelkeznek lokális szélsőértékkel (csak a végpontokon, úgy mint az elsőfokú esetben) és így a lineáris összegzésükkel keletkező eredő függvény sem tartalmaz a $0-\pi$ intervallumon belüli szélsőértéket. A páros hatványkitevőjű cosinus tagok száma határozza tehát meg a lokális szélsőértékek számát, és ez p-fokú modellnél legfeljebb $(p-1)/2$.

Nézzük most a póluskép változásait. A 2. ábra a klinikai mérési eredményekből származtatott modell póluskép változását illusztrálja.



2. ábra. Póluskép változása az ischaemia hatására. Folytonos ellipszis: normál állapotbeli értékek tartománya; szaggatott vonallal jelölt ellipszis: ischaemiás értékek.

A középpontok (átlagos érték) óramutató járásával megegyező irányú elfordulása igazolja a domináns frekvenciára kapott csökkenő irányú tendenciát. A harmadik pólus (a legnagyobb frekvenciához tartozó) esetében nagymértékben átfedő körök azt mutatják, hogy nem csak a csúcsok frekvenciája, de maguk a pólusok sem különülnek el szignifikánsan a normál és ischaemiás esetben.

A póluskép alakulását vizsgálva joggal merülhet fel bennünk a kérdés, hogy a megfigyelt változás nem hozható-e kapcsolatba az valamelyik hagyományos EEG paraméter ischaemiás módosulásával. Az alábbiakban azt vizsgálom, hogy a relatív delta aktivitás, melynek növekedése általánosan elfogadott indikátora az EEG oxigénhiányos torzulásának, milyen kapcsolatba hozható

a pólusok megfigyelt elfordulásához.

A feladat tehát az, hogy adott pólus konfigurációból kiindulva, az előző fejezetben megfigyelt elfordulást követve folyamatosan számolni kell a pólusoknak megfelelő spektrum relatív delta tartalmát. Ehhez célravezető a 3 komplex pólus helyzetének függvényében számolni a relatív delta aktivitást (elhanyagolva a valós pólust, mert annak nem változik a fázisa). Nyilvánvaló, hogy a kiadódó $B_{\delta r} = f(z_1, z_2, z_3)$ összefüggés túlzottan bonyolult ahhoz, hogy teljességében ábrázoljuk, így valamelyest egyszerűsítésekre van szükség.

Gondolkodjunk a következő módon:

i) a spektrum maximumhelyeinek a komplex pólusok fázisai felelnek meg, tehát mindenképpen célszerű a vizsgálatot a fázis változásra koncentrálni; az egyszerűség kedvéért legyen a három pólus fázisának aránya 1:2:3; tehát $\varphi_1: (180^\circ \Rightarrow 0^\circ)$; $\varphi_2: (120^\circ \Rightarrow 0^\circ)$; $\varphi_3: (60^\circ \Rightarrow 0^\circ)$; miközben állandóan: $\varphi_1:\varphi_2:\varphi_3 = 3:2:1$; így a 3 pólus fázisa 1 változóval jellemezhető.

ii) a pólusok origótól való távolságát egyformának választjuk, így a pólusok egy köríken helyezkednek el; fly módon csak arra kapunk durva választ, hogy az origótól való távoldással hogy változik a spektrum, de reménykedve abban hogy ha monoton összefüggést kapunk, akkor legalábbis a tendenciát helyesen becsülhetjük meg; vizsgáljuk tehát $|z|$ ($0 \Rightarrow 0,99$).

A kapott eredményt a 3. ábra szemlélteti. A három dimenziós ábrázolásban az egyik síkbeli tengelyen a fáziskülönbséget ($\Delta\varphi$) ábrázoltuk, a másikon pedig a pólus abszolút értékét ($|z|$).

Jól megfigyelhető tendencia, hogy $|z|$ növekedésével $B_{\delta r}$ is növekszik, ugyanúgy, mint a fáziskülönbség csökkenésének hatására. Ha tehát a pólusok alapvetően az óramutató járásának megfelelően fordulnak el, akkor közöttük a különbség csökken, és növekszik a relatív delta aktivitás. Így megmutattuk, hogy az ischaemia hatására általam megfigyelt póluskép változás és a hagyományosan vizsgált relatív delta aktivitás változása egymásnak megfelel, tehát azonos jellegű spektrum elváltozást jellemez mindkét módszer. Nyilván azonban a póluskép változás sokkal többértékes vizsgálatot tesz lehetővé, mint az egyszerű aktivitás mérték.

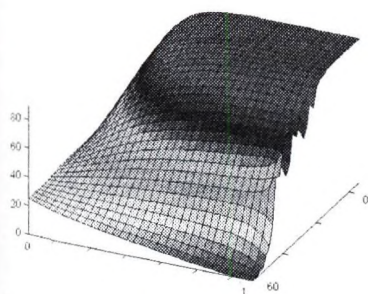
Köszönetnyilvánítás

A cikkben leírt kísérletek a SOTE 2. számú Élettani Intézetében folytak. Ezúton köszönöm az intézet munkatársainak segítőkészségét.

Referenciák

- [1] Tseng SY. Chen RC. Chong FC. Kuo TS. Evaluation of parametric methods in EEG signal analysis. *Med Eng & Phys* 17(1):71-8, 1995
- [2] Pardey J. Roberts S. Tarassenko L. A review of parametric modelling techniques for EEG analysis. *Med Eng & Phys* 18(1):2-11, 1996
- [3] Goto S. Nakamura M. Uosaki K. On-line spectral estimation of nonstationary time series based on AR model parameter estimation and order selection with forgetting factor. *IEEE Trans Sign Proc* 43(6):1519-22, 1995
- [4] Schloegl A. Dynamic spectral analysis based on an autoregressive model with time-varying coefficients. *Proc Ann Conf IEEE EMBS* 1995
- [5] Goel V. Brambrink AM. Baykal A. Thakor NV. Autoregressive analysis of EEG reveals brain's response to injury. *Proc Ann Conf IEEE EMBS* 1:219-20, 1994

Czinege László
BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék
1117 Budapest, Pázmány P. sétány 1/d.
E-mail: laszlo_czinege@hp.com



3. ábra. A relatív delta aktivitás a pólusok abszolút értéke (0-1) és a fáziskülönbség (60-0) függvényében.

Eredményeinket összefoglalva a következőket állapíthatjuk meg:

- ischaemiás EEG változás jellemzésére a 7-ed fokú AR modell alkalmas;
- a modell pólusai tipikusan úgy változnak, hogy az óramutató járásával ellentétes irányban forognak az ischaemiás esemény hatására;
- a pólusok ilyen eltolódása összhangban van az irodalomban leírt, többször megfigyelt relatív delta aktivitás növekedéssel, tehát igazoltan az ischaemiás eseménnyel függ össze a változás.

Automatikus alvászázis detektálás idő-frekvencia analízissel

Papp Viktor Marcell

Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék

Absztrakt

Jelen dolgozat egy módszert szeretne bemutatni, amely az alvás alatt mért EEG jelek alapján a „non-rapid eye movement sleep” 2. szakaszában gyakran és ismétlődve feltűnő, a 3. szakaszban ritkábban jelentkező, jellemző orsószerű alakjukról elnevezett „sleep spindle” jelek automatikus felismerésére, illetve vizsgálatára alkalmas. E jelek felismerésével lehetővé válik ezen alvászázis megkülönböztetése a többi szakasztól, valamint a jelek feltűnésének elektróda-pozíciókkal való párosításával az agy alvás közben aktív területeinek figyelésére is lehetőség nyílik. A módszer idő-frekvencia analízis-szintézis technikákat alkalmazva szoftveres úton került megvalósításra, MATLAB környezetben.

1. Bevezetés

Az emberi agyat sokan a létező legbonyolultabb biológiai szerveződésnek tekintik. Az agy nagyszámú neuronból, valamint a közöttük lévő szerteágazó kapcsolatokról áll, melyek információt dolgoznak fel és szállítanak. Az emberi agy és az idegrendszer működésének megértése már számos előadás, dolgozat témája volt és ma is az. Habár az agy funkcióinak biológiai és biokémiai megismerése fontos feladat, ugyanilyen fontos és hasznos lehet a matematikai modellek és modern mérnöki eszközök alkalmazása. Az agy funkcionális feltérképezését lehetővé tevő módszerek közül az EEG (Electroencephalography) előnye, hogy jó térbeli felbontást tesz lehetővé, valamint mérése olcsó.

A sleep spindle jeleknek több fajtája létezik (14 Hz típus, 12 Hz típus, csecsemőkori „éles” spindle-k, gyerekkori „extrém” spindle-k, „14 és 6” Hz pozitív spike-ok, gyors spike spindle variáns, stb.). E dolgozat az alvás alatt általánosan megjelenő sleep spindle-keket foglalozik, melyek lehetnek akár úgynevezett 12 Hz, akár 14 Hz típusúak. A szakirodalomban a sleep spindle jelek frekvenciasávja más és más értéket vehet fel (Duterte, 1977: 12-14 Hz; Rechtschaffen és Kales, 1968: 12 és 14 Hz körül; Loomis és ts. 1938: 14 Hz körül; Gibbs és Gibbs, 1950: 12,5-15,5 Hz; Kubicki és ts.

1982: 11-15 Hz, stb.). Jelen munkában a sleep spindle-k jellemző frekvenciasávját a 11-15 Hz-es sáv reprezentálja (amely azonban szükség esetén egyszerűen módosítható a program kódjában, mivel a kód kezdetén kiemelt helyen szerepel).

A sleep spindle jelek vizuális felismerése az alvás alatt rögzített EEG jelekben nehéz feladat. Ezért már számos módszer született e jelek automatikus felismerésére. A módszerek különböző metódusokon alapultak és ennek megfelelően megbízhatóságuk is eltérő volt. Campbell (1980) a Broughton által kifejlesztett fázis-zárt körös detektor rendszerét tesztelte, az eredmény 65-72% pozitív detektálás (a vizuális felismeréshez képest), a szakértői vélemények viszont csak 86%-ban egyeztek meg egymással. Declerck (1986) szoftveres módon 90%-os eredményt ért el. Munkájából levont egyik tanulság, hogy „a sleep spindle felismeréséhez használt különböző módszerek összehasonlításához elengedhetetlenül szükséges lenne e jelek tulajdonságainak pontos specifikálása”. Fish (1988) a Pivik által 1982-ben megalkotott „spindikátor” módosításával 96%-os egyezést ért el a vizuális felismeréssel. Jobert szűrési eljárással, 1 Hz-es template felbontás alkalmazásával 80,1 % pozitív felismerést, 15,9 % hamis felismerést ért el. Módszerében ugyanakkor a threshold-ok változtathatók és úgy állíthatók be, hogy az eredmény a vizuális felismerés eredményeivel legjobban egyezzen (hasonlóan jelen módszerhez). Jobert megfigyelései közben szintén kétféle sleep spindle-ről számolt be, 12 Hz körül, illetve 14 Hz körül, az agy más-más területeiről. Schimiczek (1994) az EEG jel egyszerű 11.5-16 Hz közötti szűrése után 25 μ V-os amplitúdó és 0,5 sec-os (minimális) időbeli threshold-ot alkalmazott, miután a jelből automatikus módszerrel eltávolította az e frekvenciasávba eső α (vagy izom)-aktivitást. E módszerrel 90 %-os pozitív felismerést ért el.

Az EEG jeleket jelfeldolgozási, pontosabban kapcsolt idő-frekvencia analízis-szintézis módszerekkel hatékonyan lehet elemezni. A módszer segítségével az EEG jelben egyébként jelenlévő különböző hullámhosszú (itt zajnak tekintett) komponenseket, valamint a felvétel közben keletkezett (szintén zajnak tekintett) egyéb jeleket jól el lehet különíteni a keresett mintától.

E módszer nagy előnye az olcsósága, gyorsasága, valamint az, hogy non-invazív mérés alapján teszi lehetővé a jelanalízist. A bemutatandó módszer alkalmas

megváltoztatásával természetesen más, az EEG-ben jelen levő, jellemző mintázatú jelet is lehet detektálni, e cikk azonban a sleep spindle jelek vizsgálatával foglalkozik.

A módszer lényege, hogy valamennyi EEG csatornára (egy tipikus alvás alatt mért EEG 5 csatornája látható a 2. ábrán; itt a sleep spindle kb. a 7-9 másodperc között látható) kiszámítjuk az adott csatorna jelére jellemző idő-frekvencia eloszlást, térképet. E térkép x koordinátája az időt, y koordinátája a frekvenciát tartalmazza, így a valós időbeli jel a térképen frekvenciakomponensekre szétbontva jelenik meg úgy, hogy a térképen minden frekvenciakomponens az időben neki megfelelő helyre kerül. (a 4. ábra egy tipikus EEG jel idő-frekvencia síkon történő ábrázolását mutatja. A kép egy Spectrogram.) Ily módon az idő-frekvencia ábrázolás több, mint a jel időbeli vizsgálata, vagy a jel Fourier-analízise után keletkezett frekvenciakomponensek vizsgálata, hiszen előbbinél az adott időben feltűnő frekvenciakomponensek vizsgálatára nincs lehetőség, utóbbinál pedig az nem megállapítható, hogy az adott frekvenciájú jelkomponensek időben mikor jelentkeztek.

Az elkészült térképeket a továbbiakban súlyozzuk és átlagoljuk. Ha a jel csak egy csatornás, az átlagolás elmarad. A súlyozás és átlagolás szerepe, hogy az idő-frekvencia térképen kiemelje a jelnek azt a komponensét, amely minden csatornán azonos időben és azonos frekvencián jelenik meg. Ez a folyamat elnyomja –az idő-frekvencia képen egyébként gyakori–interferenciákat és egy átlagolt idő-frekvencia eloszlást eredményez. A térképen a sleep spindle-knek jellemző mintázat megkereshető (ROI - Region of Interest), s az idő-frekvencia mátrix többi részének elhagyásával a keresett jelkomponensnek megfelelő mintázat marad eredménynek, további feldolgozásra (5. ábra). A mintázatnak megfelelő időbeli jel TF-szintézis segítségével visszaállítható, így az eredmény teljesen zajmentes lesz (a 2. ábrán látható 5 csatornás jelből a bemutatandó módszerrel kiszűrt sleep spindle a 3. ábrán látható).

A sáváteresztő szűrővel végrehajtott hagyományos sávszűrés (pl. a sleep spindle-re jellemző 11 és 15 Hz között) nem lehet eredményes, mert a keresett jel és a zaj gyakran azonos frekvenciakomponenseket is tartalmaz, így a valós sleep spindle-k mellett sok hamis eredmény is születik. A sávszűrő csak az átlagolás során, a jel elő-szűréséhez használható fel (ld. később).

A zajok rendkívül változatos képet mutathatnak az idő-frekvencia térképen, a jel képe azonban gyakran jól koncentrált és felismerhető, alakja mindazonáltal változatos lehet. Ez teszi lehetővé azt a szűrés eljárását, amely az EEG-t az idő-frekvencia síkba transzformálja, elkülöníti a keresett jelnek megfelelő mintát, majd rekonstruálja a jelet a szűrt mintából.

2. A módszer bemutatása

A továbbiakban a módszer elméleti bemutatása a program jellemzőinek leírása közben történik. A végrehajtás (az algoritmus) lépései a következők:

- Beállítások: a program elindítása után a feldolgozni kívánt EEG adatokat tartalmazó input file beállítása; az alkalmazni kívánt TF-módszer beállítása; valamennyi paraméter beállítása. Az 1. ábra a GUI-t mutatja a beállított paraméterekkel.

- Paraméterek helyes értékének ellenőrzése. Ha valamelyik nem helyes, kilépés

- A 6 Hz alatti EEG tevékenység felüláteresztő szűrővel történő kiszűrése. Ez azért hasznos, mert 6 Hz alatt az EEG általában jelentős, nagy amplitúdójú komponenseket tartalmaz, amelyek az algoritmus szempontjából zajnak tekintendők. A 6 Hz alatti komponensek kiszűrésével ugyanakkor a 11-15 Hz közötti sleep spindle-k nem sérülnek.

- Döntés a bemeneti EEG csatornaszámáról: ha több csatornás az adat, akkor átlagolás történik; ha egy csatornás, akkor az átlagolás elmarad.

- Átlagolás; az átlagolás módjától függően csak a kiválasztott csatorna, vagy valamennyi csatorna TF-térképének kalkulálása

- A kiválasztott csatorna átlagolt TF-térképének kalkulálása

- Az átlagolt TF-kép néhány független csúcspontjának megállapítása

- A csúcsokból kiindulva a csúcsokat magába foglaló formák x és y tengelyének megállapítása

- Az eddigi információk alapján döntés, hogy a formák közül melyek lehetnek sleep spindle-k TF-képei. Ha egy sem, kilépés.

- Területnövelő algoritmussal a csúcspontokból kiindulva a csúcsokat magába foglaló formák alakjának meghatározása (ROI-k)

- A ROI-k „valós” tengelyeinek meghatározása

- Döntés, hogy a ROI-k közül melyek lehetnek sleep spindle-k TF-képei. Ha egyik sem, kilépés.

- A kiválasztott csatorna TF-képének kalkulációja „Short time Fourier transform” módszerrel, majd a ROI-t bináris maszkként használva, az általa kijelölt képrészek visszaállítása időbeli jellé inverz „Short time Fourier transform” eljárással.

A módszer szempontjából zajnak tekintjük valamennyi agytevékenység EEG-ben megjelenő mintázatát, amely nem a meghatározott sleep spindle alakú és frekvenciájú; az Elektrooculogram (EOG) hatását; az izomműködések hatásait; az Elektrokardiogram (ECG) hatását; az elmozdulási, mozgási artifact-okat; az elektródák impedancia változásait; az emberi testben esetlegesen előforduló mágneses töltéssel rendelkező tárgyak (pl. fogtömés, stb.) hatásait; az elektromos hálózat (50 Hz) által keltett elektromágneses mezőt; egyéb külső források, elektromágneses mezők hatásait; a TF-analízis eredményeként a TF-képen keletkezett, a

felismerést nagyban nehezítő interferenciát (mely az egyes jelkomponensek között keletkezik).

A következőkben a felhasználói program interface-en állítható paraméterek jelentése kerül ismertetésre; az ismertetés rávilágít arra is, hogy az adott paraméter miért fontos a módszer működése szempontjából. A paraméterek jelentése a GUI-n:

1. Sampling rate (mintavételezési frekvencia): a rögzített EEG adatok mintavételi frekvenciája. Általában 256 Hz, de lehet eltérő.

2. Low cut off frequency (alsó vágási frekvencia): a vizsgálni kívánt frekvenciasáv alsó határa. Ezt az értéket a program az átlagolás során (ha a beállított átlagolási mód „átlagolás a minták felett”), valamint a döntésnél (vajon az adat tartalmaz-e sleep spindle-t) használja. Alapértelmezés: 6 Hz.

3. High cut off frequency (felső vágási frekvencia): a vizsgálni kívánt frekvenciasáv felső határa. Ezt az értéket a program az átlagolás során (ha a beállított átlagolási mód „átlagolás a minták felett”), valamint a döntésnél (vajon az adat tartalmaz-e sleep spindle-t) használja. Alapértelmezés: 20 Hz.

4. Desired peaks (tervezett csúcsok): a független csúcsok száma a TF-térképen, amelyet az algoritmus meg fog határozni. Ha a bemeneti adat időben hosszú, ezen érték növelése ajánlott, mivel az adat sok artifactot, illetve α -hullámot tartalmazhat, amelyek nehezen felismerhetővé tehetik a valódi sleep spindle-eket. A tervezett csúcsok számának túlzott növelése viszont nagymértékben megnöveli a feldolgozási időt, mivel az algoritmus minden lehetséges csúcsot megvizsgál, hogy a kritériumoknak megfelel-e. Ha az adat időben rövid, e paraméter nagy értékre állítása hatástalan marad, mivel az adat csak kevés független csúcsot tartalmaz. Alapértelmezés: 4.

5. Interested channel (feldolgozni kívánt csatorna): a program egy lépésben a sokcsatornás jel egy kiválasztott csatornáját dolgozza fel. Mindazonáltal az adat tetszőleges számú csatornát tartalmazhat, melyek feldolgozása sorban lehetséges. Alapértelmezés: első csatorna.

6. Sampling window (mintavételi ablak): a mintavételi ablak típusa és mérete jelentősen befolyásolhatja az előállított idő-frekvencia képet (az időbeli felbontást és a frekvencia felbontást) és ezáltal az eredményt is. A program 10 különböző ablak kiválasztására ad lehetőséget, ezek: Gauss, Kaiser, Hamming, Nuttall, Bartlett, Hanning, Nuttall, Papoulis, Harris, BlackMan. Alapértelmezett mintavételi ablak a Gauss ablakfüggvény, mivel ez maximálja az idő-frekvencia felbontást (az idő-frekvencia felbontás nem lehet tetszőlegesen jó; ha az egyik felbontás javul, a másik romlik, a Heisenberg-Gabor egyenlőtlenség szerint).

7. Frequency bins (frekvencia felosztás): ez a paraméter szabályozza a sorok számát az idő-frekvencia mátrixban. Az érték növelése esetén a kép „finomabbá” válik. Ezzel párhuzamosan nő a processzási idő is. Az érték maximuma a bemeneti adat pontjainak száma.

Alapértelmezés: 512.

8. Analysis window size (analízis ablak mérete): az idő frekvencia felbontást befolyásolja az analízis ablak szélessége is. Ahogy az érték nő, úgy nő a frekvencia felbontás is, az időbeli felbontás viszont csökken és fordítva. Alapértelmezés: 0,5 sec.

9. Averaging method (átlagolási mód): mivel a bemeneti adat több csatornát tartalmazhat, adott a lehetőség, hogy a ROI-t átlagolás útján kiemeljük. Ha a bemeneti jel 1 csatornás, az átlagolás elmarad.

Két átlagolási technika választható:

- Átlagolás a TF-képek felett, valamennyi csatornára, súlyozva az érdeklődésre számot tartó frekvenciasáv és a teljes jel energiájának hányadosával.

- Átlagolás az időtartománybeli adatokon

Utóbbi technika egyszerű és nagyon gyors (hiszen ekkor csak az adott csatorna TF-képét kell elkészíteni), s a legtöbb esetben elég hatékony a ROI megfelelő kiemeléséhez.

Az első átlagolási technika általában jobb eredményt szolgáltat, de a számítási ideje jelenösen nagyobb (hiszen az összes csatorna TF-képét ki kell számítani).

Alapértelmezés az első pont.

10. Time-frequency method (idő-frekvencia módszer): 13 különféle TF-módszer használható. Ezek egymástól mind a számítás módját, mind a végeredményt, mind a számítási időt tekintve különböznek.

Az elérhető módszerek:

- Short-time Fourier transform
- Reassigned spectrogram
- Wigner-Ville distribution
- Pseudo Wigner-Ville distribution
- Smoothed pseudo Wigner-Ville distribution
- Reassigned pseudo Wigner-Ville distribution
- Pseudo-Page
- Reassigned Pseudo-Page
- Reassigned pseudo Margenau-Hill
- Zao-Atlas-Marks
- Choi-Williams
- Butterworth
- Born-Jordan

Alapértelmezés: STFT, ekkor a keletkező TF-kép Spectrogram.

A program használata a sleep spindle tulajdonságainak megállapítására

A GUI-n (1. ábra) a bal alsó sarokban a négy kiválasztható pont egy-egy részeredmény futás közbeni megjelenítésére vonatkozik. Az elsőt kijelölve, a bemeneti EEG adat elemezni kívánt csatornájának TF-térképe jelenik meg. A másodikat kijelölve az átlagolt TF-kép jelenik meg, ahol függőleges és vízszintes vonalak jelzik a lehetséges ROI-kat. A vonalak találkozási pontjaiban vannak a már említett független csúcsok (ld. *desired peaks*). A harmadika kijelölve, a program által –a kritériumok alapján– kiválasztott ROI-k képe jelenik meg, amelyen vonalak jelzik a ROI

határait. A ROI alakjának megállapítása Region Growing (területnövelő) algoritmus segítségével történik. A negyedik gombot kijelölve, végső eredményként a ROI-ból TF-szintézissel visszaállított szűrt, zajmentesített sleep spindle(k) látható(ak).

Sleep spindle-k analizálásához valamennyi gombot, detektálásához –a nagyobb sebesség érdekében– csak a szükséges gombokat (esetleg egyiket sem) célszerű kijelölni.

A sleep spindle-k tulajdonságainak vizsgálatát megkönnyítő (részben addicionális) tulajdonságok:

- A feldolgozás után a részeredményeket tartalmazó ablakok nyitva maradnak, a részeredmények további vizsgálata céljából. A „file” menü „save” menüpontjára kattintva az eredmények elmenthetők.

- A „zoom in” ikonra kattintva a kép megfelelő része nagyítható, így a képernyő felbontása nem akadályozza a pontos diagnosztizálást

- A jobb egérgombbal a kép egy pontjára kattintva és a gomb nyomva tartása közben a kurzor mellett megjelenik az aktuális ponthoz tartozó idő – és frekvencia érték. A gomb nyomása közben az egér elmozdítása esetén, a képen mindig az aktuális értékek jelennek meg. Így például könnyen leolvasható a ROI csúcspontjának, vagy x és y koordinátája végpontjának adatai.

- Az egér jobb gombjának lenyomásakor az egérmutató a szokásos nyíl alakról célkereszt alakúra vált, így könnyítve a pontosabb navigálást

2.2 A program használata sleep spindle detektálására

Egy mintában több sleep spindle, illetve átlapoltt spindle-k detektálására is lehetőség van. A program több kritérium vizsgálata és teljesülése alapján tesz javaslatot arra, hogy egy EEG minta tartalmaz-e sleep spindle-t. A kritériumok a program áttekinthető részfüggvényekbe szervezése révén könnyen módosíthatók, illetve bővíthetők. A felhasznált döntési kritériumok a következők:

- A ROI y tengelyének végpontjai a *locutoff* és *hicutoff* értékek közé kell esniük. A sleep spindle-nek a TF-képen nem egy pont, hanem egy –a beállított paraméterektől is függő– folt felel meg, amely foltnak kiterjedése van. A folt alsó és felső határa azonban jelentőséggel bír, így e kritérium kizárja azokat a ROI-kat, amelyek „túllógnak” a beállított határokon.

- A ROI csúcspontja (a legnagyobb értékkel rendelkező pont; *peak*) 11 és 15 Hz közé kell eszen. A csúcspont jó közelítéssel megmutatja az adott ROI-nak megfelelő jelkomponens frekvenciáját, így e kritérium kizárja a 11 Hz alatti és a 15 Hz feletti jelkomponenseket a sleep spindle-k közül.

- A ROI tengelyeinek teljesíteniük kell a következő kritériumot: $x/y > 1$. Ez azt jelenti, hogy a spindle alakja elliptikus, tehát az x tengelye hosszabb az y tengelyénél.

E kritérium számos függőleges kiterjedésű artifact-ot kizár a lehetséges ROI-k közül.

- A ROI valós tengelyeinek teljesíteniük kell a következő kritériumot: $x/y > 1$. A valós tengelyek jó közelítéssel a ROI szélső pontjainak összekötésével keletkeznek (tehát a legbaloldalibb pontot a legjobboldalibb ponttal összekötve keletkezik az x tengely, a legfelső pontot a legalsó ponttal összekötve pedig az y tengely). Ez azért hasznos, mert a sleep spindle TF-képének alakja elliptikus alakú, de az ellipszis nagytárlója szöget zárhat be a vízszintessel. E kritérium számos, jobbra függőleges kiterjedésű artifact-ot kizár a lehetséges ROI-k közül.

- A ROI hossza kisebb kell legyen 3 másodpercnél. 3 másodpercnél hosszabb sleep spindle-k igen ritkán fordulnak elő, esetleg találkozhatunk átlapoltt spindle-vel, melyek együttes hossza több másodperc lehet; mindazonáltal ezek elég ritkák, így a hosszkritérium bevezetése sok összefüggő, hosszú képpel rendelkező, a 11-15 Hz-es sávba is beleeső, zajnak tekintett agytevékenységet kizár a jelöltek közül.

- A ROI fölött a TF-képen nem jelentkezhet túl nagy energiaszóródás. Ugyanis egy valós sleep spindle fölött nem találunk energiaszóródást, míg egy gyors, a Dirac-impulzushoz hasonló jelváltozás az impulzus időpillanatában az egész frekvenciasávon végigfutó energiaszóródást eredményez. Ilyen jelenséget okozhat például a készülék bekapcsolása, vagy valamilyen hirtelen energiaváltozás. Ezeket küszöböli ki ez a kritérium.

- Bár a program nem használja, de kézenfekvő döntési kritérium lehet a ROI-nak megfelelő jel amplitúdójának vizsgálata, ugyanis a sleep spindle jellemzően pár μV amplitúdójú a képen. A döntést úgy kell meghozni, hogy a lehetséges sleep spindle-k lehetőleg mind megmaradjanak, míg az extrém nagy energiájú jelkomponenseket (egy artifact lehet akár több száz μV -os is) kihagyjuk. A threshold akár lehet a Pivik által a „spindikátor”-hoz 1982-ben felhasznált 14 μV -os érték.

3. A program tesztelése

A program tesztelését a rendelkezésemre álló 3 különböző típusú adattal végeztem el:

- 17 csatornás EEG adatok, minden file-ban 13 különböző próba. Mintavételi frekvencia 102,4 Hz, időtartam 10 sec. Az adatok mindegyike tartalmaz sleep spindle-t.

- 2 csatornás EEG adatok, minden file-ban 28 különböző próba. Mintavételi frekvencia 256 Hz, időtartam 3 sec. Az adatok mindegyike tartalmaz sleep spindle-t.

- 2 csatornás EEG adatok, minden file-ban 28 különböző próba. Mintavételi frekvencia 256 Hz, időtartam 3 sec. Az adatok közül egyik sem tartalmaz sleep spindle-t.

A teszt eredménye:

- Az első típusú adatok esetében a program normál beállítások mellett, a leggyorsabban számítható Spectrogram TF-képekkel 84 %-os pozitív felismerést és 0 %-os negatív felismerést ért el. Vizsgált sleep spindle-k száma 24.

- Az második típusú adatok esetében a program normál beállítások mellett, a leggyorsabban számítható Spectrogram TF-képekkel 97,5%-os pozitív felismerést és 2 %-os negatív felismerést ért el; a lassabb Reassigned Spectrogram TF-képekkel pedig 100%-os pozitív felismerést és 0 %-os negatív felismerést. Vizsgált sleep spindle-k száma mindkét esetben 40.

- Az harmadik típusú adatok esetében a program normál beállítások mellett, a leggyorsabban számítható Spectrogram TF-képekkel az artifact-ok 100%-át eliminálta (0%-os negatív felismerés); a lassabb Reassigned Spectrogram TF-képekkel pedig az artifact-ok 87,5%-át eliminálta (12,5 %-os negatív felismerés). Vizsgált artifact-ok száma mindkét esetben 24.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, a Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszék vezetőjének, *Dr. Kozmann György*-nek, akinek támogatása révén megkaphattam a lehetőséget, hogy diplomaterveimet a Graz-i Műszaki Egyetemen készítem el és aki értékes tanácsaival, javaslataival mindvégig segítette diplomamunkám elkészítését.

Köszönöm *Dr. Gert Pfurtscheller*-nek, a Graz-i Műszaki Egyetem Orvosi Informatikai Intézet vezetőjének, hogy lehetőséget biztosított számomra az intézetben a dolgozat gyakorlati részének elkészítésére.

Külön köszönettel tartozom még *Dr. Günter Edlinger*-nek és *Michael Wörtz*-nek, akik folyamatosan felügyelték munkámat és a program fejlesztése során mindvégig elláttak hasznos tanácsokkal.

Köszönöm a *TEMPUS közalapítványnak*, hogy az ERASMUS ösztöndíj program keretében pénzügyileg támogatott és így külföldi tanulmányaim anyagi lehetőségét megteremtette.

Referenciák

- [1] Aron Cohen: Biomedical Signal Processing CRC Press, Boca Raton, FC, 1987
- [2] Broughton R, Healy T, Maru J, Green D, Pagurek B. A phase locked loop device for automatic detection of sleep spindles and stage 2. In *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiology* 1978;44:677-80
- [3] Campbell K, Kumar A, Hofman W, Human and automatic validation of a phase-locked loop spindle detection system, In *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiology* 1980;48:602-605
- [4] Derk-Jan Dijk: EEG slow waves and sleep spindles: windows on the sleeping brain In *Behavioural Brain Research* 69 (1995)
- [5] Dutertre F, Catalog of the main EEG patterns. In *Handbook of electroencephalography and clinical*

neurophysiology, vol 11A. Amsterdam, Elsevier, 1977;40:79

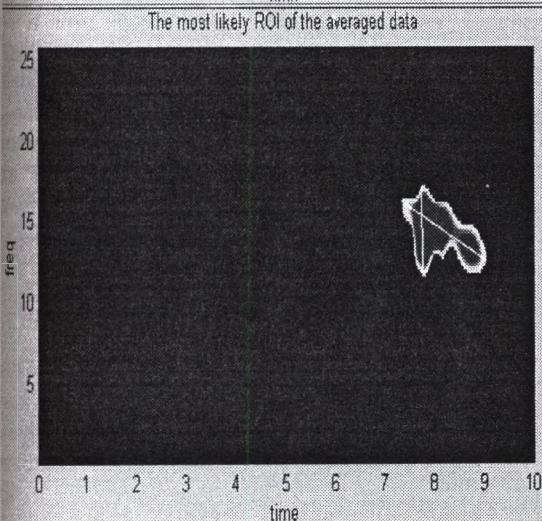
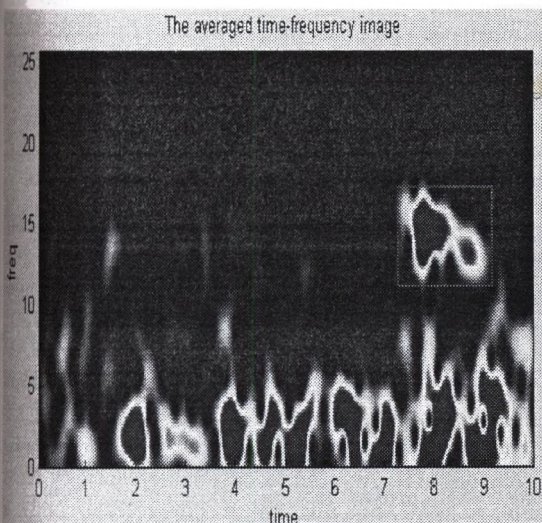
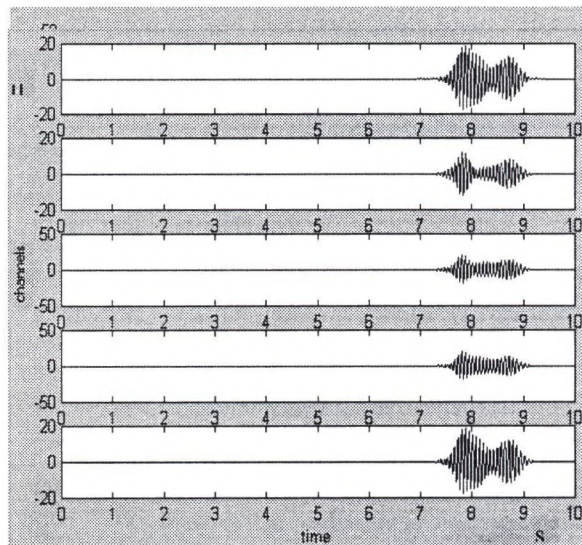
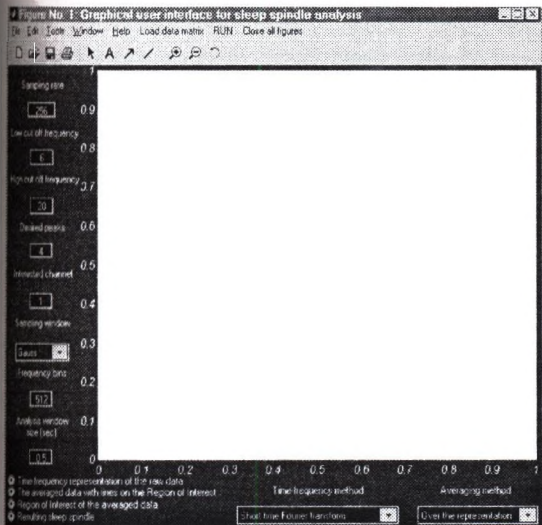
- [6] Esther Werth, Peter Achermann, Derk-Jan Dijk, Alexander A. Borbély: Spindle frequency in the sleep EEG: individual differences and topographic distribution
- [7] Francios Auger, Patrick Flandrin, Paulo Goncalves, Olivier Lemoine: Time-frequency toolbox for use with MATLAB (CNRS France, Rice University USA, 1995-1996)
- [8] Hess R, The electroencephalogram in sleep. In *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiology* 1964;16:44-55
- [9] Kevin Englehardt, 1988, Univ. of New Brunswick, Canada: Signal representation for classification of the transient myoelectric signal
- [10] Kumar A, Hofman W, Campbell K, An automatic spindle analysis and detection system based on the evaluation of human ratings of the spindle quality. *Waking sleeping*, 1979;3:325-333
- [11] Lopes da Silva F, Computer-assisted EEG diagnosis: pattern recognition in EEG analysis, feature extraction and clarification. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva F, eds In *Electroencephalography* Baltimore; Urban&Schwarzenberg, 1982;713-32
- [12] Niedermeyer E, Caderas M, Uematsu S, Long DM, Nastalski J, Sleep spindles in depth EEG recordings.
- [13] Oppenheim AV, Schaffer RW, Digital signal processing, Prentice-Hall 1975, ISBN 0-13-214107-8-01
- [14] Piotr Jerzy Durka: Time-frequency analyses of EEG; Dissertation submitted for the degree of doctor of physics
- [15] Pivik RT, Bylisma FW, Nevins RJ, A new device for automatic spindle analysis. The "spindicator". In *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiology* 1982;54:711-3
- [16] Rechtschaffen A, Kales A eds. A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages in human subjects. Washington: US Government printing office, 1968.
- [17] Smith JR, Funke WF, Yeo WC, Ambuehl RA, Detection of human sleep EEG waveforms. In *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiology* 1975;40:660-70
- [18] W. R. Jankel and E. Niedermeyer: Sleep spindles In *Journal of Clinical Neurophysiology* 2(1):1-35, Raven Press, New York

Levelezési cím:

Papp Viktor Marcell

9330 Kapuvár, Kossuth utca 2.

e-mail: jabba@mailbox.hu



Ábramagyarázat:

1. A programhoz írt Graphical User Interface, amely nagymértékben megkönnyíti a paraméterek beállítását. Az eredmény a koordináta-rendszerben jelenik meg.
2. Alvás alatt mért EEG 5 csatornája. A sleep spindle kb. a 7-9 másodperc között látható.
3. A 2. ábrán látható EEG 17 csatornájának súlyozott, átlagolt TF-képe. A TF-kép felső részén, bekeretezve látható a sleep spindle képe.
4. A 2. ábrán látható EEG-ből a bemutatott módszerrel (az 5. ábrán látható ROI segítségével) kiszűrt sleep spindle 5 csatornán.
5. Az automatikusan kiválasztott ROI, amelyből a sleep spindle visszaállítható. A visszaállított jel a 3. ábrán látható.

Kardiológiai adatbázis mobil elérése

Mógor Emil*, Vassányi István*, Szokolczai Krisztina*, Tarnay Katalin*

*Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék

^oMTA MFA Biomérnöki Osztály

Nokia-Hungary Kft.

Absztrakt

A mobil távközlés több orvosi probléma megoldására kínál egyszerű és gyors módszereket. Ezek a problémák és megoldások a diagnosztikától kezdve az egészségügyi nyilvántartások számos területét ölelik fel. A korszerű módszerek többsége az Internet és a World Wide Web alkalmazására épül. A cikk célja egy konkrét probléma műszaki megoldását bemutatni korszerű technológiák alkalmazásával. A probléma egy kardiológiai adatbázis távoli, gyors elérése, a javasolt technológia pedig az internet és a Wireless Application Protocol (WAP). A cikk első részében bemutatjuk a rendszer felépítését, a kardiológiai adatbázist, az alkalmazott adatbázis- és web-szervert, a WAP szervert és a böngészők működését, és felvázoljuk a rendszerelemek közti kapcsolatot. Ezután egy konkrét példán szemléltetjük a rendszer működését.

1. A mobil távközlés és az orvosi informatika határterületei

A vezeték nélküli, mobil távközlés látványos fejlődése néhány éve kezdődött és a közeljövőben még további töretlen fejlődés várható, elsősorban a kapcsolódó alkalmazások területén. A mobil távközlés sokféle szolgáltatást nyújt, a továbbiakban kizárólag a World Wide Web típusú böngészéssel alapulókkal foglalkozunk. Az alkalmazások területét is szűkítjük az orvosi alkalmazásokra [1], ezen belül is a kardiológiára.

Néhány sikeres nemzetközi kísérletről számol be az irodalom. Svájcban létrehozták a HON (Health on the Net) alapítványt [2] 1995-ben azzal célkitűzéssel, hogy az Internetet és a Webet az egészségügyben használják. Az alapítvány szorosan együttműködik a genfi Orvostudományi Egyetemen és a svájci Vioinformatikai Intézetrel. Speciálisan kidolgozott, „testre szabott” (tailored) szoftver kereső gépeket hoztak létre különböző orvosi problémákkal foglalkozó dokumentumok felkutatására. A másik fontos webre épülő alkalmazást a HEARTINFO [3] Orvosi Tanácsadó cég végzi, amely az Egyesült Államokban, New Providence-ben van és aritmiával, fibrillációval

kapcsolatos kardiológiai tanácsadással és a kockázati tényezők meghatározásával foglalkozik. Még több érdekes WEB-alapú tanácsadó és kereső szolgálat indult az utóbbi 1-2 évben [4, 5, 6, 7].

A Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszékén az OTKA 29556 kutatási szerződés keretében indult munka sok tekintetben hasonló az irodalomban szereplő, már megvalósított rendszerekhez, de mégis a célkitűzése igényesebb, mert mobil böngésző rendszert, WAP telefont is használ.

2. A WAP rendszer

A mobil telefonkészülékeket és vezeték nélküli távközlési rendszereket gyártó cégek néhány éve felismerték, hogy szükség lenne a WEB-hez hasonló mobil böngésző rendszerre, ezért fejlesztették ki a WAP (Wireless Application Protocol) rendszert. A WAP alapműködése hasonló a HTTP protokoll request-response alapelvén megvalósítható HTML-hez. A WAP egy alkalmazási környezetet és egy alkalmazási protokollt definiál. Az alkalmazási környezet egy leíró nyelvből, a WML-ből áll, ami lehetővé teszi, hogy a programozó eszköz-független felhasználói interfészt hozzon létre. Az alkalmazási környezet másik eleme egy programnyelv, a WML Script. Ezek segítségével lehet megvalósítani a „mikroböngészőt” a mobil terminálban. A WAP protokoll réteges felépítésű. Sok szempontból hasonló az Internethez. Előnye, hogy elkülöníti az alkalmazásokat és a hordozó hálózatot. Az általunk használt rendszerben a hordozó az SMS szolgáltatás.

3. A megvalósított rendszer felépítése

Korábbi tanszéki kutatási együttműködésünkre alapozva a kutatás keretében elkészítettük a Deszki Mellkasi Betegségek Szakkórháza orvosi információs rendszerét, azaz a beteg-törzsdokumentum és vizsgálati adatokat tartalmazó adatbázist, és az ehhez kapcsolódó webes és mobiltelefonos felhasználói felületet. Ennek a munkának egyrészt az volt a célja, hogy esettanulmányként szolgáljon a hálózati elérést biztosító, nyílt egészségügyi információs rendszerek hazai alkalmazhatósága szempontjából, másrészt pedig az, hogy a deszki kórház papír ill. Excel alapú jelenlegi nyilvántartását a projekt

végén a kifejlesztett, korszerűbb technológiájú információs rendszerrel váltsuk fel.

3.1. A kifejlesztett adatbázis

Az esettanulmány alanya, a deszki kórház, elsősorban szívbetegségekben szenvedők gondozásával és utógondozásával foglalkozik. A kifejlesztett adatbázis szerkezete is a kórházban végzett tevékenységet tükrözi. Az adatbázis-objektumokat, azaz a fogalmi adatmodell egységeit a leendő felhasználókkal való konzultációk és az eddigi papír és Excel-alapú nyilvántartások alapján határoztuk meg. A főbb objektumok (dőlt betűkkel szedve) a következők:

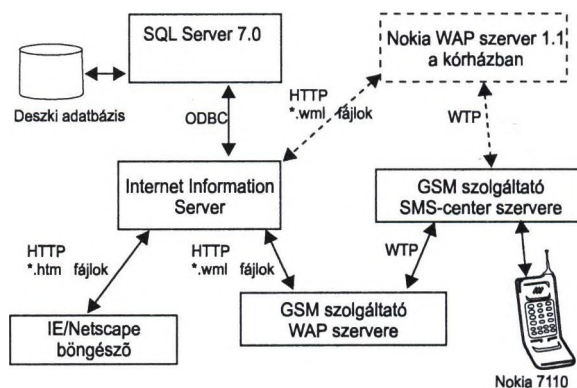
- **Betegek** (törzsállomány): a beteg személyes adatai, azonosítói és legfontosabb orvosi adatai, pl. vércsoport rizikófaktorok, stb.
- **Osztályok** (törzsállomány): a kórházi osztályok adatai.
- **Orvosok** (törzsállomány): személyes adatok és pecsétszám.
- **Vizsgálatok** (törzsállomány): az orvosok által elvégezhető vizsgálatok adatai és csoportosításuk. Egy vizsgálat lehet összetett, azaz tartalmazhat további egyszerű, vagy összetett vizsgálatokat, tetszőleges mélységig. Egy példa az EKG vizsgálat, mely többek közt tartalmazza a „Hípertrophia lokalizáció”, és az „Extrasystole az EKG-n” vizsgálatokat, melyeknek önálló eredményük van.
- **Megjelenés**: adott beteghez tartozó ápolási esemény, amely több napig is tarthat. Ennek legfontosabb adatai az anamnézis, az epikrízis és a javaslat. Ezenkívül a megjelenéshez egy vagy több, meghatározott típusú *diagnózis* és *gyógyszerezés* (előírt gyógyszer megnevezése és szedési gyakoriság) is tartozhat.
- **Elvégzett vizsgálat**: adott betegen, adott időpontban elvégzett egyszerű vagy összetett vizsgálat. Minden vizsgálatnak egy vagy több szöveges, számszerű, logikai vagy bináris (kép, EKG-regisztrátum, stb.) *eredménye* lehet. Összetett vizsgálatnak is lehet eredménye (pl. értékelés). Ezenkívül a terheléses típusú vizsgálatokhoz egy vagy több *terhelésbeállítás* is tartozhat.
- **Kódszótár** (törzsállomány): a gyógyszer-kódok, diagnóziskódok, vércsoportok, stb. megengedett értékeit tartalmazza.
- **Felhasználók, felhasználócsoportok, funkciók** (törzsállomány): a rendszerben megengedett felhasználói nevek, kódolva tárolt jelszók, egyéb, a felhasználóval kapcsolatos adminisztratív információ, illetve a definiált adathozáférési funkciók (pl. Új beteg felvétele, Vizsgálati eredmények olvasása, stb.)
- **Felhasználói- és csoportjogok**: a bevitt felhasználók ill. csoportok által végrehajtható funkciók.

A fogalmi adatmodell alapján készített relációs logikai adatmodell 21 táblát tartalmaz. Az adatbázist a

kórháztól kapott reprezentatív minta alapján 140 beteg és mintegy 2000 vizsgálati eredmény adataival töltöttük fel. Ez a minta-adatbázis lehetővé teszi a webes és mobiltelefonos kliensek valóságghú tesztelést, és további terveink bemutatását.

3.2. Az alkalmazott technológia

A megvalósított rendszer legfontosabb elemei a tanszéki (később kórházi) szerver gépen az adatbázis-szerver és a web-szerver, a kliens gépen a web-böngésző, illetve a mobiltelefonos felület esetén a WAP-szerver és SMS-centrum és a kliens mobiltelefon, mint WAP-böngésző. Ezen elemek kapcsolatát a 3.1. ábra szemlélteti.



3.1. ábra. A rendszer elemei

A választott szoftverkörnyezet az MS SQL Server 7.0, mint adatbázis-kezelő, és az MS Internet Information Server (IIS), mint web-szerver. Ez a két komponens jól együtt tud működni, alacsony árúak, ugyanakkor az alapvető teljesítmény- és biztonsági követelményeknek megfelelnek. Az adatbázis-kezelő és a web-szerver kapcsolatát a szabványos ODBC csatornát használó ASP-scriptek segítségével valósítottuk meg. Az ASP előnye, hogy mind webes (HTML nyelvű), mind mobiltelefonos (WML nyelvű) felület kialakítását igen hasonló módon lehetővé teszi. Az SQL Server szerver oldali tárolt eljárásainak használatával nagyon jól szétválasztható az alkalmazási területre jellemző „üzleti” logika (szerver-oldal), és a megjelenítés (kliens-oldal), ezáltal ún. „vékony kliens” használó kliens-szerver architektúra hozható létre. A megközelítés előnye a könnyű kezelhetőség és fejlesztés, a fokozott adatbiztonság, és az, hogy a kliens gép erőforrás-felhasználását a szükséges minimumon tartja — azaz a kliens alacsony kiépítettségű, olcsó gép lehet.

A webes felület választása azért különösen előnyös, mert ugyanazt a felületet és technológiát lehet alkalmazni a kórházon belüli feladatokra (vizsgálati eredmények felvitele, adminisztráció), és az adatbázis távoli elérésére is. A távoli elérés előnyei a következő módokon használhatók ki:

- A kórházon kívüli orvos (vagy házi orvos) tájékozódik a beteg egészségügyi rekordja, legutóbbi diagnózisai felől, esetleg új vizsgálati eredményeket visz be;

- A beteg maga viszi be a saját magán otthon elvégzett egyszerű vizsgálatok eredményeit, ezáltal költséget és időt takarítva meg mind maga, mind az egészségügy számára. Ez a gazdasági szempontból nagyon vonzó felhasználási mód telemedicina néven vált ismertté az utóbbi években.

A webes felület használatához természetesen megfelelő böngészőprogram (Netscape Navigator vagy MS Internet Explorer) és vezetékes vagy modem internet-kapcsolat szükséges a távoli munkaállomáson, illetve a beteg otthonában. A távoli munkaállomás mobillá tehető pl. laptop számítógép és infravörös porttal rendelkező mobiltelefon használatával is. A webes felületre példát mutat a 4.1. fejezet.

A mobiltelefonos (WAP szabványú) felület kidolgozásának motivációja az volt, hogy az adatbázist akkor is el lehessen érni, ha (pl. sürgősségi esetben) nem biztosítható a PC-n futó böngészőprogram, de mobiltelefon van az orvosnál vagy a betegnél. A mobiltelefonos felület ugyan a telefon kis kijelzőjéből adódóan erősen korlátozott grafikai lehetőségekkel rendelkezik, de az alapvető szöveges adatok lekérdezése és bevitele megoldható (lásd a 4.2. fejezetben a példa-alkalmazást). További, WAP-ra felkészített, és lényegesen jobb grafikai adottságokkal rendelkező mobil eszközök léteznek, és megjelenésük hazánkban is várható a közeljövőben (pl. Nokia Communicator 9110i).

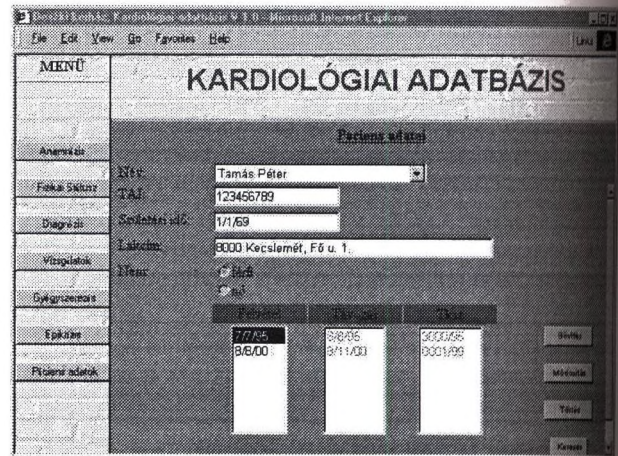
A mobiltelefonos felület a GSM hálózatban úgy jelenik meg, mint egy speciális internet-cím. A címre lépve az IIS az ASP script lefuttatása után az eredményül kapott, a WML szabvány szerint összeállított lapokat küldi válaszul a GSM szolgáltató WAP-szerverének, amely a WAP protokoll szerint az SMS szolgáltatási réteg használatával továbbküldi a mobiltelefonhoz a kért információt, a telefon pedig megformázza és megjeleníti azt (3.1. ábra).

4. Egy alkalmazási példa

A következőkben egy példán keresztül bemutatjuk a kifejlesztett webes és mobiltelefonos felhasználói felületet.

4.1. A webes felület

A webes felület az elterjedt böngésző-típusokra (Internet Explorer és Netscape) kifejlesztett HTML lapokból áll, melyek mind a törzsadatok (pl. betegadatok, vizsgálat-típusok), mind a vizsgálati adatok megtekintésére és, kellő jogosultság esetén, módosítására, felvételére és törlésére is lehetőséget adnak. A 4.1. ábrán látható a webes felület egy jellemző képernyője. Az ablak középső részén a beteg törzsadatai láthatók, a bal oldali gombokkal pedig a beteggel kapcsolatos különféle funkciók indíthatók el.



4.1. ábra A webes felület egy képernyője

4.2. A mobiltelefonos felület

A mobil felhasználói felület funkcionalitása a webes felülethez képest erősen korlátozott, az alkalmazás sajátosságainak megfelelően. A következő funkciók érhetők el WAP-ra felkészített telefonról:

- beteg azonosítása TAJ-szám, illetve név, vagy névtörődék alapján
- az azonosított beteggel kapcsolatos vizsgálati eredmények, diagnózisok, stb. lekérdezése

A rendszer használatához a telefonon be kell írunk a web-szerver internetes elérési címét. A felhasználó nevének és jelszavának azonosítása után a főmenüvel jelentkezik be a Deszk-Info rendszer (4.2. ábra).



4.2. ábra – A Deszk-Info főmenüje

A főmenüben választanunk kell, hogy mi szerint szeretnénk kikeresni a beteget. Több találat esetén (pl. azonos vagy hasonló nevű páciensek) a rendszer egy maximum 10 beteget tartalmazó listát küld vissza a beteg egyéb személyes adataival együtt, mely a beazonosítást segíti elő. Ha a keresés eredménye több, mint 10 beteg-rekord, akkor a felhasználó hibáüzenetet kap, és a keresést szűkíteni kell, pl. a név pontosításával. Erre a szűrésre a túl hosszú letöltési idő és az áttekinthetetlen beteglista elkerülése céljából volt szükség.



4.3. ábra – Vizsgálati eredmények lekérdezése

A beteg megtalálása után lehetőségünk van a beteggel kapcsolatos, a rendszerben tárolt vizsgálati eredmények lekérdezésére. Ezek:

- legutóbbi diagnózis
- vércsoport
- allergia
- kórtörténet
- vizsgálatok
- gyógyszerelés

A kiválasztott lekérdezés eredménye a 4.4. ábrán látható szöveges formában jelenik meg:



4.4. ábra – Egy azonosított beteg anamnézise

A menü bármelyik szintjéről lehetőségünk van visszatérni a főmenübe, vagy az eggyel magasabb szintre, és tovább folytatni a keresést.

5. Összefoglalás és további célkitűzések

A deszki kórház információs rendszerének kialakítása nem fejeződött be, számos területen szeretnénk a rendszer jelen állapotán fejleszteni. A főbb problémakörök a következők:

- Mind a webes, mind a mobilos felület jelenleg csak szöveges vizsgálati eredmények megtekintésére alkalmas. Célunk a bináris típusú mérési eredmények, elsősorban az EKG-görbék grafikus ábrázolása, legalább kvalitatív orvosi értékelést lehetővé tevő minőségben, a vonatkozó szabványok szerint. Esetleg a görbékől a program által

számított jellemzők hozzáadásával lehetne a grafikonok értékét növelni.

- A jelenlegi mobil felület csak szöveges információ közlésére alkalmas. Számítunk azonban a Nokia Communicator 9110i megjelenésére, amely már legalább tájékoztató jellegű képi adatok megjelenítésére is alkalmas lesz, természetesen a mobil felület átdolgozása után.
- A bináris mérési eredmények, EKG görbék jelenleg az EKG regisztráló által készített adatfájlon keresztül, csak a kórház közreműködésével juthatnak be a rendszerbe. Terveink között szerepel a mobil adatbeviteli eszközöknek, pl. személyi EKG-regisztrálónak a rendszerbe illesztése, miáltal a beteg önállóan is bevihetne nem szöveges eredményeket. Ehhez a mobiltelefon-szolgáltató és az eszkögyártó közreműködése is szükséges.
- Saját WAP szerver üzemeltetése esetén (szaggatott vonalak a 3.1. ábrán) biztosíthatnánk a hívószám alapú hozzáférés-vezérlést is. Az SMS-centrum használatához a mobiltelefon-szolgáltató közreműködése is szükséges.

A rendszer egy jövőben lehetséges komplex alkalmazása során a kezelőorvos távolból javasolja a megváltozott EKG alapján a gyógyszerelés módosítását, majd az eredmények alapján a kóresetet beviszi a jellegzetes eseteket tartalmazó referencia-adatbázisba

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett munkát az OTKA 29556 és az OTKA T030747 számú kutatási szerződésai támogatták.

Irodalomjegyzék

- [1] Telemedicine: A guide to assessing telecommunications for health care Institute of Medicine, national Academy Press 1996.
- [2] Health on the Net (HON) alapítvány <http://www.hon.ch>
- [3] HEARTINFO <http://www.heartinfo.org>
- [4] Cardio Phonics, Arrhythmia Diagnostics Center <http://www.cardiophonics.com/>
- [5] Innovative Telemedicine, L.L.C. <http://www.innovative-telemed.com>
- [6] Telemedicine and Telecommunications: Options for the new century <http://www.nlm.nih.gov/telesymp.html>

Levelezési cím:

Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tsz. 8201 Veszprém, Pf. 158.

Dr. Vassányi István

Teljes postai levelezési cím: 8200 Veszprém, Egyetem út. 10.

E-mail cím: vassanyi@irt.vein.hu

Kardiológiai adatbázis mobil elérésének formális leírása*

Harmatné Medve Anna*, Drozdik Béla*, Mógor Emil*, Vassányi István*, Tarnay Katalin*^o

*Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tanszék

^oNokia-Hungary Kft.

Absztrakt

Az előadás bemutatja, hogyan modellezhető formális módszerekkel egy kardiológiai adatbázis mobil elérése. Három formális módszert ismertetünk, az első a rendszer specifikációjával, a második a rendszerelemek információcseréjével, a harmadik módszer pedig a rendszer tesztelésével foglalkozik.

1. Az alkalmazott formális módszerek áttekintése

Egy rendszer életciklusa három alapvető részre bontható:

- tervezés,
- megvalósítás,
- tesztelés.

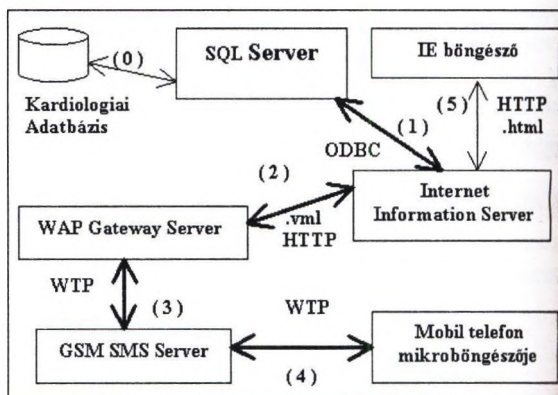
A tervezés első lépése a követelmények meghatározása és a szóveges specifikáció. ezt követi a formális specifikáció. A formális specifikáció a rendszert határozza meg, általában kommunikáló véges automataként. Ennek a nyelve az SDL (Specification and Description Language). A rendszerelemek közti üzenetváltást idősor diagrammal jellemezhetjük, ennek nyelve az MSC (Message Sequence Chart). A tervezést követi a megvalósítás, ma leginkább C++ vagy Java nyelven. A megvalósított rendszer tesztelése két szinten történik, először az alapvető szoftver tesztek kell elvégezni és ezt követi a konformancia tesztelés, vagyis a megvalósított rendszer összehasonlítása a formális specifikációval. A konformancia tesztelés eszközeit is a formális specifikációból származtatjuk. A eszköztészeket TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) jelöléssel specifikáljuk.

Az előadás az SDL, MSC és TTCN formális leírások segítségével jellemzi a deszki kórházi kardiológiai adatbázis mobil WAP telefontal való elérési rendszerét. A formális módszerek alkalmazása a rendszer életciklusát rövidíti, a megvalósítást megbízhatóbbá teszi és az életciklus egyes elemei közötti kapcsolatot egyértelművé teszi. E módszerek alkalmazása a rendszer megvalósítást automatizálhatóvá teszi.

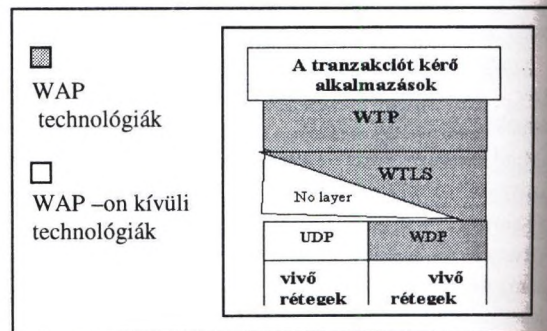
2. A rendszer ismertetése

A kardiológiai adatbázis mobil elérésű rendszerében több alrendszerrel kell elhatárolni az egymással adatcserét lebonyolító technológiák alapján. Az 1.1 ábra mutatja a kardiológiai adatbázis eléréseit. Az internetes elérés esetén(5) az SQL Server szolgáltatásait az MS Internet Information Server (IIS) szolgáltatja .html formátumban, egy köztes adatbázis-elérési technológiát az ODBC-t alkalmazva (1).

1.1 ábra: Az adatbázis elérésének lehetőségei



A mobil interneten az üzenetáramlást a WAP technológia valósítja meg, amelyet úgy fejlesztettek ki, hogy az adatformátumai a WWW adatformátumain alapulnak, ezáltal a WAP szerver lehet az alkalmazási átjáró(2) amely kommunikál az IIS szerverrel és .vml formátumban szolgáltatja a kért információt a GSM SMS [8] hordozóján(3) a mobiltelefon mikroböngészőjének(4). A WAP technológia [1] alkalmazott konfigurációját az 1.2 ábrán láthatjuk.



1.2 ábra: Az alkalmazott WAP konfiguráció

Az 1.1 ábrán a vastagított vonalú nyilak mentén, a deszki kórházi kardiológiai adatbázis mobil WAP telefonnal való elérését a 4, 3, 2, 1 számozású kommunikációs folyamatok mutatják.

A teljes rendszer kommunikációs folyamatainak formális leírását elvileg több egymásba ágyazott alrendszer leírásával meg lehet adni, de nem szokványos, mert a gyakorlatban a rendszerek bonyolultsága, valamint a kommunikációs technológiák hatékony fejlesztése és az egyes technológiák közötti átjárás lehetősége érdekében a legtöbb hálózatot rétegekbe szervezik [17], és az egyes rétegprotokollokat fejlesztik. Ennek megfelelően, a fenti ábrán a 0-tól 5-ig számozott kommunikációs folyamatok egy-egy hálózati architektúra küldő-fogadó, vagy kliens-szerver technológiáinak együttműködő rétegfejlesztéseinek valósulnak meg.

A mi rendszerünkben a mobil elérést megvalósító WAP technológia WTP [2] rétegprotokolljának leírásával illusztráljuk a formális módszerek alkalmazását.

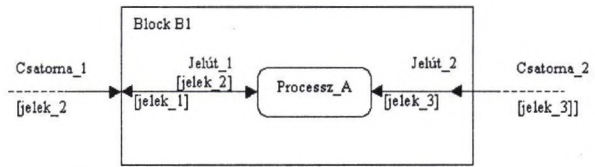
3. A rendszer leírása SDL nyelven

Az SDL nyelvet a távközlési rendszerek leírására az ITU (International Telecommunication Union) Z.100-as, Z.105-s és Z.107-s ajánlásai alapján [4,5,6] folyamatosan fejlesztik. Az SDL nyelv alkalmas tetszőleges valós idejű, interaktív elosztott rendszer formális leírására, jellemzi az objektum-orientáltság, a távoli eljárás-hívás, a tesztelhetőség, hatékonyság. Alkalmazását könnyíti, az egymásnak kölcsönösen megfeleltethető grafikus és szöveges nyelvi implementációja. A specifikálandó rendszer szerkezetének és viselkedésének együttes leírására alkalmas nyelvi eszköz matematikai alapja [16] a kiterjesztett véges automata (EFSM) modell, amely a rendszer működését gerjesztés-válasz módon határozza meg. $EFSM = (S, I, O, A, V, P, s_0, f_{s,i,p})$, ahol az S az állapotok véges halmaza, I a bemenetek véges halmaza, O a kimenetek véges halmaza, A az akciók véges halmaza, V a változók véges halmaza, P a predikátumok véges halmaza, s_0 a kezdő állapot, $f_{s,i,p}$ az állapotátmenet függvény. A bemenetek és kimenetek kommunikációs események, amelyek az automata és környezete között zajlanak. Az akciók a bemenetek változókra gyakorolt hatását adják meg, míg a változók a predikátumok által hatnak az állapotátmenetben. Az automata tényleges viselkedését az $f_{s,i,p}$ állapotátmenet függvény írja le. Ez definiálja azt, hogy egy adott s_k állapotból az automata valamely i bemenő jel hatására a p feltétel mellett mely a akciót hajtja végre, mi lesz a kimenő o jel és mi az s_{k+1} a következő állapot.

A rendszer több egymással és a rendszerkörnyezettel kommunikáló automatából áll, ahol a kommunikáció lehetséges útvonalait, csatornákat és jelútak jelölik és a

kommunikáció jelekkel történik (lásd 2.1 ábra). A kommunikációs útvonalak FIFO elven működnek.

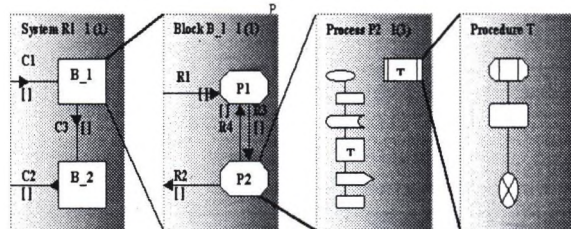
3.1 ábra: Kommunikációs útvonalak és jelölésük



A teljes rendszer viselkedését az egyes automaták viselkedésének összessége határozza meg. Formálisan az automaták viselkedését a viselkedés-gráffal adhatjuk meg. Funkció szerint hierarchiába szervezve az egymással kommunikáló automatákat, a leírást a rendszer, blokk és processz hierarchiaszintek jellemzik.

3.2 ábra: SDL specifikáció hierarchiája

A processz maga a véges állapotú automata. A



processzek a rendszer keletkezésekor vagy egy másik processz hatására keletkezhetnek, egyszerre több példányban is. Minden egyes processz egyetlen bemeneti sorral rendelkezik. Bonyolultabb esetekben a blokkok alrendszerekre bomlanak, ezek újabb blokkokat és alrendszereket tartalmazhatnak.

Kardiológiai adatbázis mobil elérésének formális leírása több alrendszerből áll, az alábbiakban bemutatjuk a WTP (Wireless Transaction Protocol) SDL/GR leírását.

A WTP [2] réteg a datagram szolgáltatás felett működik és megbízható tranzakciós szolgáltatást nyújt a felsőbb rétegeknek. Az adatbiztonságot csomagok küldésével oldja meg úgy, hogy mivel egy tranzakcióhoz tartozó csomagok csak egy útvonalon érkehetnek, a sorrendhelyességet egy egyszerű mechanizmussal ellenőrizni lehet (TID verifikálás).

A WTP három szolgáltatási osztályt (Class) specifikál. Mindhárom esetben azt a WTP entitást aki a tranzakciót kezdeményezi *Initiator*-nak, míg azt aki válaszol *Responder*-nek nevezzük. A tranzakciós osztályt mindig az Initiator állítja be az első kérdésben. A szolgáltatási osztályok: (4.2 ábra MSC diagram)

- Nem megbízható híváskezdeményezés válasz nélkül. Az Initiator nem vár semmilyen választ vagy nyugtát az üzenetere. (Class 0)
- Megbízható híváskezdeményezés válasz nélkül. A megbízhatóságot a nyugtaüzenet adja. (Class 1)
- Megbízható híváskezdeményezés egy megbízható válasszal. (Class 2) Ekkor a híváskezdeményezésre adott válasz egyben nyugtaüzenet is, a hívó nyugtázza a választ.

A WTP a következő szolgálati primitíveket specifikálja:

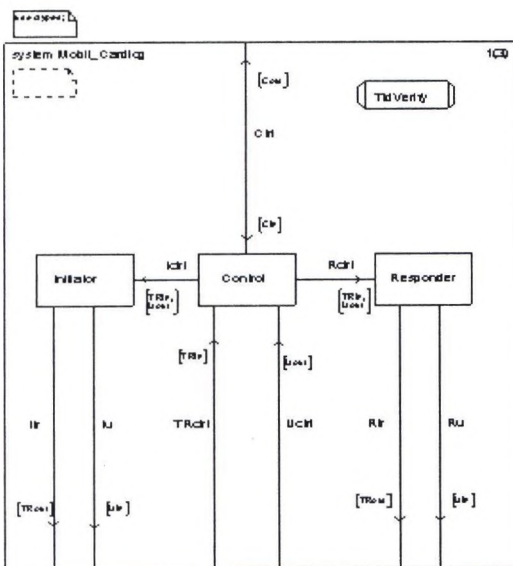
- TR-Invoke (req, ind, res, cnf) – új tranzakció kezdeményezése
- TR-Result (req, ind, res, cnf) – válasz küldése egy kérésre
- TR-Abort (req, ind) – létező tranzakció megszakítása

A WTP által elküldött üzenet felépítésében a fejléc fix hosszúságú részében, a PDU-ban (Protocol Data Unit) tartalmazza a leggyakrabban használt paramétereket és a változó hosszúságú részében, a TPI-ben (Transport Information Items) tartalmazza a tranzakcióval kapcsolatos információkat. A fejléc után a felhasználó adata következik. Nem mindig történik adatküldés, például nyugta esetén. A WTP által jelenleg használt PDU-k és TPI-k leírása a specifikáció ajánlásában a [3].8.8 fejezetében van.

A WTP minden üzenethez beállít egy azonosítót, a TID-et a PDU-ban 2 byte-on, a legmagasabb helyiértékű biten jelzi az üzent küldőjét (Initiator 0, Responder 1). Az Initiator minden egyes kezdeményezett tranzakciónál a TID értékét eggyel növeli, a Responder ellenőrzi, hogy a vett TID értéke érvényes-e. A tranzakciót a TID-el együtt a forrás valamint a cél cím és port adatai azonosítanak. A sikeres és sikertelen TID verifikálás MSC ábrája látható a 4.1 ábrán.

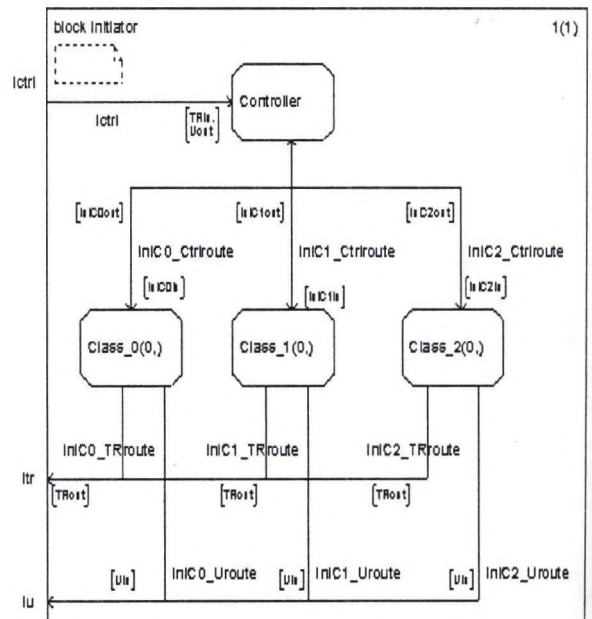
A blokk-kölcsönhatások leírását a rendszert alkotó három blokkot összekötő csatornák és a tranzakciókat leíró processzek alkotják. A rendszerbe bemenő jelek a felső vagy alsó rétegtől jöhetnek és a vezérlő blokkba jutnak be, amely eldönti, hogy az Initiator-nak vagy a Responder-nek küldi a megfelelő csatornán. Az Initiator és Responder a vezérlőn keresztül küld jelet a rendszer környezetének. (3.3 ábra)

3.3 ábra: a WTP SDL rendszer diagramja



Az Initiator blokk négy processzt tartalmaz, egy vezérlő processzt és a három tranzakciós osztálynak megfelelő processzeket.(3.4 ábra)

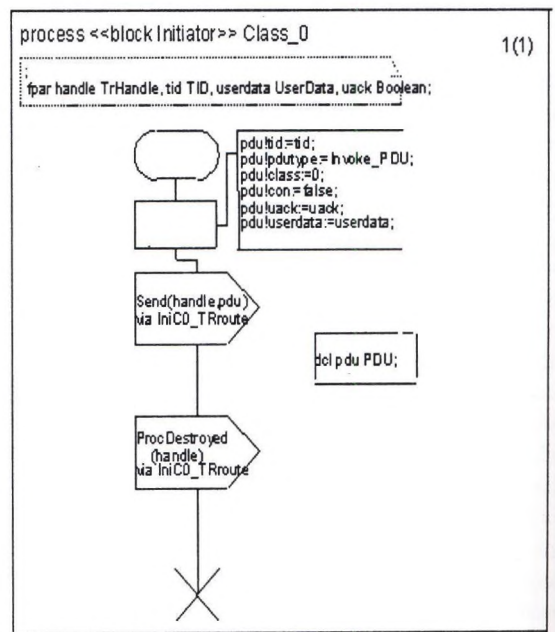
3.4 ábra: WTP Initiator blokk diagramja SDL nyelven



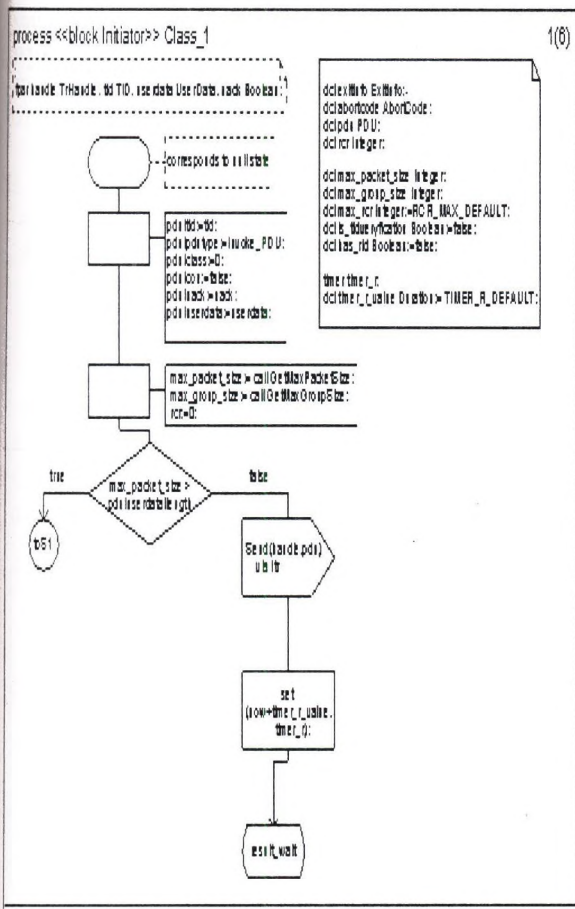
A blokkba beérkező jelek a vezérlő processzhez jutnak el, az abort jelek kivételével amelyek a tranzakciós osztályok processzeihez is eljutnak, mert megengedett, hogy a WTP egyidejűleg több különböző osztályú tranzakciót is végrehajthat. Ez jól látható a definiált adatszerkezeteken is.

Az Initiator nulla tranzakciós osztály processz diagramja egy oldalas és a 3.5 ábrán, az egyes tranzakciós osztály processz diagramja 6 oldalas, ebből a processz kezdet a 3.6 ábrán látható.

3.5 ábra: a WTP Class 0 tranzakciós osztály Initiator oldali működésének SDL diagramja



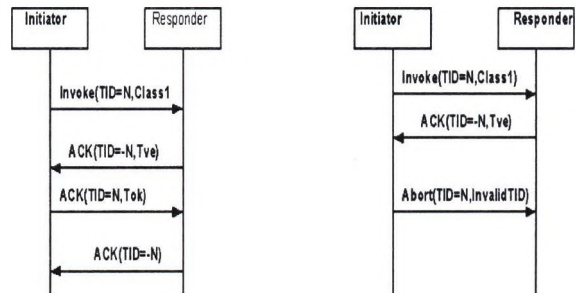
3.6 ábra: a WTP Class 1 tranzakciós osztály Initiator oldali működésének SDL diagramja 1. oldala



időtengely egy MSC ábrán, az instance tengelyek mentén, fentről lefelé tekintjük az idő haladását, amelyre az időlépték nem meghatározott, minden esemény ideje az összes instance tengely mentén folyamatos. Az időtengely értékes információja az idősor szerepe.

A nagy rendszerek MSC leírását megadhatjuk globális állapotok leírásával, amelyeket köztes állapotokra bonthatunk, majd az MSC leírásokat egyesítjük egy globális feltételrendszer mellett. Ennek eszköze a HMSC, amely egy irányított gráf az MSC leírások összefűzésére. Hátránya a paraméterátadás hiánya.

4.1 ábra: A TID verifikálás MSC diagramja



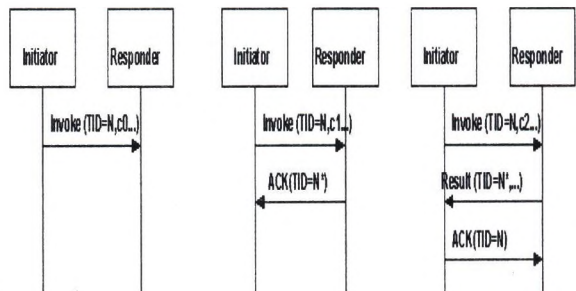
A 3. Pontban bemutatott WTP tranzakciós osztályok működésének MSC specifikációja áttekintő jellegével segíti az SDL specifikáció kidolgozását, a hibák felderítését (4.2 ábra).

4.2 ábra: WTP 0-s, 1-es, 2-es tranzakció osztályainak ábrázolása MSC diagrammal

4. A rendszer információcseréje MSC nyelven

Az MSC egy grafikus és szöveges nyelv különböző rendszerkomponensek közötti kölcsönhatások leírására, az ITU-T Z.120-as szabványban definiált [3]. A grafikus megjelenítés átláthatóvá teszi a rendszer viselkedését. Az MSC alkalmazási területei az interfész specifikációk, kommunikációs folyamatok általános célú specifikációi, SDL specifikációk konzisztencia vizsgálata, tesztesetek specifikációja és dokumentálása, OO tervezés analízátora. MSC-vel jól modellezhető a rendszer időbeni viselkedése, valamint a rendszer komponensei és a környezet üzenetváltásainak sorozata. Minden rendszerkomponenst egy instance tengely ábrázol. Az instance-ok(példányok) az SDL nyelvben a folyamat, eljárás, szolgáltatás entitásainak felelnek meg. Az instance jellemzői a kezdet-, tengely-, és végszimbólumok. Az instance teste a tengely és vég szimbólum együtt, a tengelyszimbólumhoz kapcsolódó rész az eseményterület, amely tartalmazza az üzeneteket is. Az üzenetek a kommunikációs eseményeket írják le, grafikusan a küldő- és fogadó instance közötti nyíl az üzenet szimbóluma, az üzenet küldése és fogadása két különböző aszinkron esemény. Az instance-ra vonatkozó további eseményeket a tengelyére helyezett akciók, időzítők és feltételek alkotják. Nincs általános

MSC WTP012



Az MSC diagramok hasznosak a protokollok teszteseteinek meghatározásánál, ui. ha ugyanazt a változó és adattípus jelöléseket használjuk átjárhatóvá válik a szöveg és ábra specifikáció a tesztcél szintjén. Az 5.2 ábrán látható MSC diagram a WTP Class 0 tranzakció osztály tesztelésének kiegészítő ábrája, ahol a tesztcél a protokoll helyes működését vizsgálja, a TR-Invoke.req érkezése miatti esemény változás szemszögéből.

5. TTCN-teszt készlet származtatása

A TTCN, az ITU-T X.290-es [13] szabványsorozat harmadik része (X.292), egy informális jelölésrendszert

vezet be implementációk konformancia teszteléséhez, mely legjobban OSI modellt követő protokollok absztrakt tesztkészleteinek elkészítéséhez használható. Az absztrakt tesztkészlet a tesztesetek, –opcionálisan-speciális tesztmódszerekhez tartozó tesztlépések halmazából és az ezekhez szükséges komponensekből, deklarációkból áll, generálása a tesztcélokból történik.

A TTCN-el történő tesztelés során a teszt alatt álló implementáció (IUT) fekete doboznak tekintendő, mely interfészekon, ún. PCO-kon keresztül kommunikál környezetével. Minden PCO két korlátlan FIFO (first-in-first-out) sorral rendelkezik, egy a bemeneti események küldéséhez, egy pedig a rendszertől kapott jelek fogadásához. Feladatuk a rendszer vezérlése és megfigyelése, a definiált interfészekon keresztül, mely protokollok esetén ASP-k és PDU-k küldését illetve fogadását jelenti. A tesztelés során az IUT tesztesemények sorozatára adott válaszait vizsgáljuk.

A tesztkészlet részei

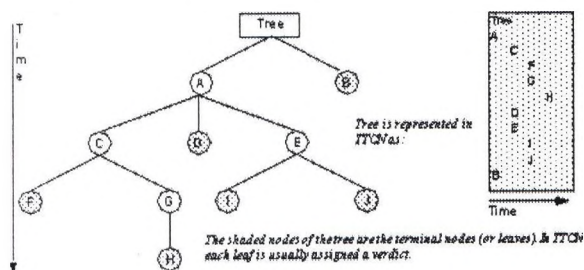
A TTCN-ben felépített tesztkészlet négy fő részből áll:

1. Tesztkészlet áttekintés, amely tartalmazza többek között a PICS és PIXIT dokumentumokat, a tesztlépések referenciáit, hogy ezekkel segítse a könnyebb érthetőséget.
2. Deklarációs rész, amelyben deklarálni kell a kommunikációs üzeneteket, változókat, időzítőket, adatstruktúrákat és a fekete doboz interfészeket.
3. Korlátok rész, melyben adottak a vizsgálathoz szükséges adatok, korlátok.
4. Dinamikus viselkedés leírása, amely a tesztesetek és tesztlépések konkrét viselkedésének leírása, mely tartalmaz egy alapértelmezett viselkedési leírást is.

A viselkedési fa

A tesztesetek a TTCN-ben viselkedési fákkal ábrázoljuk (5.1 ábra). Teszteléskor a fa ágain haladunk lefelé, melynek minden pontja egy utasítást szab meg.

5.1 ábra: TTCN viselkedési fa



Mind a tesztesetek, mind a tesztlépések, mind pedig a default viselkedés a viselkedési fával, vagy azzal ekvivalens táblázattal adható meg (5.1 ábra).

A fa levelein ítéletet kell hoznunk. Ezek az ítéletek szabják meg a teszt kimenetét, tehát, hogy az IUT az elvártan megfelelően viselkedett vagy sem.

A tesztkészlet struktúra

Az ETSI a kommunikációs protokollok terén az ISO/IEC 9646 TSS specifikációját további ajánlásokkal egészíti ki, mely szerint a kommunikációs protokollok tesztkészlet struktúrájának felosztása a következő szabályokat kövesse:

1.szint: az alap-specifikáció nevét a TSS csúcsára kell helyezni.

Például:

– WTP

2.szint: az alap-specifikáció főbb funkcióihoz és szabványaihoz kapcsolódó tesztcsoportok.

– Initiator(I)

– Responder(R)

3.szint: a tesztek természetétől függő előre definiált tesztcsoportok:

– Capability tesztek(CA)

– Valid behaviour tesztek(BV)

– Invalid behaviour tesztek(BI)

– Inopportune behaviour tesztek(BO)

4.szint: előre definiált tesztcsoportok, attól függően, hogy milyen funkciót vizsgálunk.

– State event transitions(SE)

– Parameter variations(PV)

– Parameter combinations(PC), stb.

Ezt az ajánlást figyelembe véve egy könnyen áttekinthető tesztkészlet struktúra gráf készíthető. A tesztek során minden tesztcél helye meghatározható a gráfban, melyet a tesztcél azonosító mutat. A tesztcélok azonosítója az alábbi rendszer szerint épül fel:

WTP_<IUT>_<sr>_<tc>_<ua>_<cc>_<ff>_<nn>

Ahol

IUT azonosítja, hogy az Initiator, vagy a Responder entitást vizsgáljuk-e.

<sr> azonosítja a küldési módot, mégpedig szegmentálás szempontjából.

<tc> azonosítja a transition class-t.

<ua> azonosítja a felhasználói nyugtázás létét.

<cc> azonosítja a teszt kategóriáját (pl.: CA).

<ff> azonosítja a tesztalcsoportot (pl.:SE).

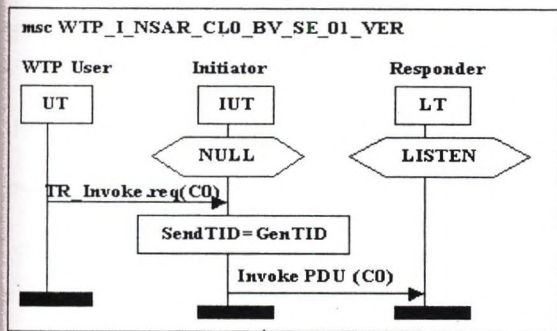
<nn> sorszám.

Például, ha azt szeretnénk megvizsgálni, hogy a WTP elvégzi-e azt a feladatát, hogy ha egy TR_Invoke.req érkezik hozzá, akkor egy Class 0 Invoke PDU-t küld el a válasz oldal felé, akkor a tesztcél tábla felépítése:

5.2 ábra: WTP Class 0 tesztcél tábla, tesztelt esemény a TR_Invoke.req érkezése

WTP_I_NSA R_ CL0_BV_PV_ 01	Reference: WTP specification subclause 6.3.1 Initial condition: IUT is in the NULL state, there is no open transition. Stimulus: A Class 0 TR_Invoke.req service primitive arrives from upper layer without user data. Expected Behaviour the IUT in state NULL, on receipt of a valid TR_Invoke.req generates a Class 0 Invoke PDU with zero data field length.
-------------------------------------	---

5.3 ábra: az 5.2 ábrán látható tesztcél tábla MSC diagrammal



Ha az IUT elküldi a Class 0 Invoke PDU-t, akkor a teszt eredménye PASS, azaz helyesen működik az implementáció, ha nem, akkor FAIL, vagyis hibásan működik az implementáció. Ehhez a teszt esethez tartozó dinamikus viselkedés igen egyszerű, mivel mindössze 2 úgynevezett tesztlépésből áll.

A tesztkészlet struktúra minden egyes tesztesetere elvégezve a vizsgálatot kijelenthetjük, hogy a rendszer nagy valószínűséggel jól/hibásan fog működni.

6. Formális modellek adatszinten

Az ismertetett formális nyelvekben az adatok leírásának lehetőségei is eltérőek, az egyes nyelvek szerepe szerint.

6.1 ábra: részlet a WTP leírás SDL rendszer szintű adattípus deklarációjából

<pre> /* Types */ Syntype TrHandle = Integer endsyntype; Syntype ClassType = Integer endsyntype; Syntype ExitInfo = VoidStar endsyntype; Syntype AbortCode = Integer endsyntype; Syntype TID = Integer Default 0 Constants 0:65535 endsyntype; </pre>	<pre> /* Newtypes */ Newtype PacketData struct pdu PDU; hasSent Boolean:=false; hasReceived Boolean:=false; hasTidve Boolean:=false; isGtr Boolean:=false; isTr Boolean:=false; endnewtype; Newtype TIDArray Array(TrHandle,TID) endnewtype; </pre>	<pre> New arr: endr New arr: endr New arr: endr New arr: endr </pre>
---	--	---

A kardiológiai adatbázis adatszerkezetének szintaktikáját és szemantikáját absztrakt adatstruktúrákká kódoló eljárásokkal nyerjük a továbbítható adatábrázolást és annak visszakódolását a megjelenítéshez. Az átkódolt korhízi adatok bitfolyamként továbbítódnak a mobil elérést megvalósító vezérlő és információs bitfolyamokkal együtt, amelyek képzéséhez és értelmezéséhez további absztrakt adatstruktúrák szerkesztése szükséges. Az SDL nyelvben bonyolult adatszerkezeteket és a programozást segítő absztrakt adattípusokat lehet megadni (6.1 ábra), míg az MSC nyelvben elégséges az elemi adattípusok léte. A TTCN nyelvben a tesztesetek generálásához implementáltak az absztrakt adattípusok szöveges és táblázatos formái (6.2 ábra)

6.2 ábra: WTP TR-Invoke.ind TTCN ASP adattípusa

ASP Type Definition		
ASP Name : TR-Invoke.ind		
PCO Type : PCO_Type		
Comments :		
Parameter Name	Parameter Type	Comments
sourceaddress	Str	OPTIONAL
sourceport	UInt16	Class type
destinationaddress	Str	handle
destinationport	UInt16	
acktype	Boolean	
userdata	PDU-Metatype	
classtype	Bitstr2	
handle	Integer	
Detailed Comments		

Az ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) nyelvet alkalmazva, időt nyertünk és csökken a hibalehetőség a tervezésben. Az ASN.1 az ISO és ITU-T által szabványosított [11] jelölésrendszer adattípusok formális leírására, szabályhalmazokat definiál, amelyekkel bármely adattípus továbbítható bitfolyammá alakítható.

A nyelv alkalmas adattípusok (data type), értékek (values), korlátok (constraints) kódolására. Nem programozási nyelv, végrehajtható utasításokat nem

tartalmaz. A kódolás feladata a modulokkal leírt adatspecifikáció olyan formába hozása, hogy egyértelműen azonosítható legyen a vételi oldalon. Ehhez a szabvány [12] három szabályhalmazt definiál, és pedig a típusok és a típusból leszármaztatható értékek reprezentációi (basic encoding rules), az opcionális mezőt (canonical encoding rules) valamint az azonos típusú mezőt (distinguished encoding rules) tartalmazó struktúrák szerkesztésére. A kódolási szabályokat az X.690-es szabvány [5] tartalmazza.

A WTP szolgáltatási primitívjeinek ASN.1-es típusdeklarációiból egy példa, ahol a korhízi adatok az userdata mezőben vannak (a szolgáltatási primitív contenttype, uri mezőiben), ahol az egyes szolgáltatási primitívek altípusait a PDU-Metatype típus hordozza:

```
TR-Result-req-type ::= SEQUENCE {
  userdata PDU-Metatype OPTIONAL,
  handle INTEGER }
TR-Invoke-ind-type ::= SEQUENCE {
  sourceaddress Str, sourceport Uint16,
  destinationaddress Str, destinationport Uint16,
  acktype Boolean, userdata PDU-Metatype
  OPTIONAL, Classtype Bitstr2, handle INTEGER }
```

A Z.105 [4] ajánlása írja le, hogyan használhatjuk a SDL-ben az ASN.1-ben készített adatainkat (SDL'96). A Z.107-es szabvány [6] megadja az ASN.1 beágyazását az SDL nyelvbe (SDL2000 az új változat jelölése, amely más fejlesztéseket is tartalmaz). Célszerű az, hogy a rendszer viselkedését SDL-ben úgy írjuk le, hogy az üzenetváltáshoz ASN.1-es adattípusokat használjunk, mivel a TTCN eleve megengedi az ASN.1 típusdefiniálást.

A rendszer feltárásához, az elemzés fázisában UML javasolt, majd erről az áttérés az SDL nyelvre. [18]. Az UML/SDL konverzió CASE eszközei már adottak a vezető szoftvergyártó cégek fejlesztésében [19].

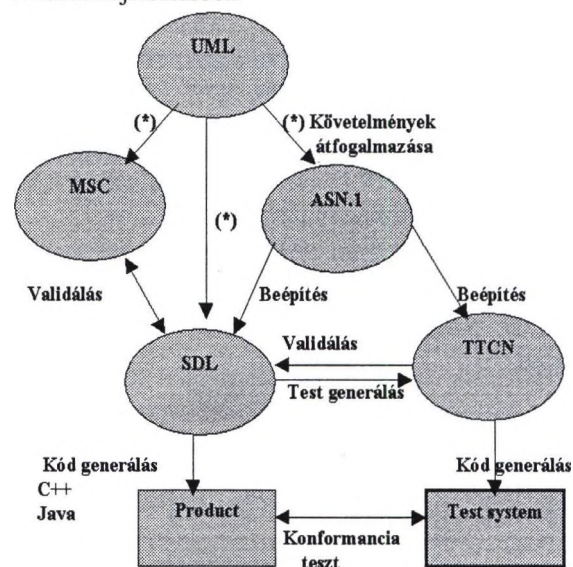
A rendszerfeltárást és elemzést UML nyelven ábrázoljuk, a koncepciók tervben MSC diagramokkal ábrázoljuk a rendszer eseményeit [9][10], ez konvertálható SDL-be, ASN.1-ben adjuk meg az elemzés során feltárt adatokat amelyek így beépíthetők az SDL és TTCN specifikációkba. Az SDL specifikáció helyességét ellenőrizhetjük MSC idősor diagramokkal. Az SDL specifikációt felhasználjuk a TTCN tesztgenerálás specifikálásához, és forráskód készítéséhez C++ vagy Java nyelven. Léteznek CASE eszközök [18], amelyek automatikusan generálják a készterméket a validált és tesztelt SDL specifikációból.

A rendszer életciklusában alkalmazható formális nyelvek kapcsolatát szemlélteti a 6.3-as ábra, és azt az egységesítési folyamatot, amely jelentősen növeli a fejlesztés hatékonyságát, és egyben kiterjeszti a formális nyelvek alkalmazását az ipari automatizálás több területére.

A Veszprémi Egyetem Információs Rendszerek Tanszékén fontos oktatási és kutatási feladat az

egészségügyi rendszerek és mobil elérésük tervezése és megvalósítása formális nyelvekkel.

6.3 ábra: Formális nyelvek egymásra épülése a rendszerfejlesztésben



Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett munkát az OTKA T29556 és T030747 számú kutatási szerződések támogatták.

Rövidítések és fogalmak jegyzéke

ASP Abstract Service Primitive, szolgáltatási primitívek a kommunikáció és adatszállítás formátumait, az alábbi négy típusúak lehetnek szolgáltatótól függően:

- req – request, a felsőbb réteg ennek a segítségével kér szolgáltatást
- ind – indication ez jelez a felsőbb rétegnek, ha valamilyen esemény történt, amit egy másik oldali request idézett elő
- res – response a felsőbb réteg ezzel válaszol az indication-re
- cnf – confirm ez jelzi, hogy a request-el kért szolgáltatás sikeresen véget ért

ASN.1 - Abstract Notation One

ATM –Abstract Test Method, absztrakt teszt módszer

ETSI - European Telecommunications Standards Institute

FIFO - First In First Out

GSM- Global System for Mobile Telecommunication

HMSC - High-level Message Sequence Chart

HTML - HyperText Markup Language, a WWW technológia adatformázumában kódol

HTTP –HyperText Transfer Protocol

ITU-T –International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector
 IUT - Implementation Under Test, tesztelés alatt álló implementáció
 Micro-browser – kliens szoftver, képes adatok és szolgáltatások elérésére és megjelenítésére
 MSC - Message Sequence Chart, üzenet idősor diagram
 ODBC - Open DataBase Connectivity, nyitott adatbázis interfész különböző operációs rendszerek számára
 OO –Object Oriented
 OSI –Open System Interconnection, nyitott rendszerek összekapcsolása, ISO szabvány, ITU-T is elfogadta
 OTKA –Országos Tudomány és Kutatásfejlesztési Alap
 PCO –Point of Control and Observation, az ATM része, az IUT megfigyelése ezeken a pontokon keresztül történik
 PDU –Protocol Data Unit, protocol adategység
 PICS –Protocol Implementation Conformance Statement, protokoll viselkedés megfelelése valamely szabványnak
 PIXIT –Protocol Implementation eXtra Information for Testing
 Protokoll –szabályrendszer, amely alapján az egyes rendszerek üzenetet cserélnek
 SDL –Specification and Description Language
 SMS – Short Message Service , a GSM egyik szolgáltatása, rövid üzenetek átvitelére szolgál
 SQL –Standard Query Language, standard lekérdező nyelv
 TID –Transaction Identifier, a WTP tranzakció azonosítója
 TSS –Test Suite Structure, tesztkészlet struktúra
 TTCN –Tree and Tabular Combined Notation, formális leíró nyelv tesztkészlet generálására
 UDP – User Datagram Protocol, felhasználói datagram szolgáltatás a TCP/IP szállítási rétegében
 UML –Unified Modelling Language, objektum elvű modellezés nyelve, az Object Management Group 1997-es szabványa, létező módszerek összehatásából született
 WML –Wireless Markup Language, a WAP technológia adatformátumában kódol
 WAP –Wireless Application Protocol, mobil alkalmazások protokollja
 WDP –Wireless Datagram Protocol, datagramm szolgáltatások WAP hálózati rétege
 WTLS –Wireless Transport Layer Security, biztonságos adatátviteli WAP hálózati protokoll
 WTP –Wireless Transaction Protocol

Irodalomjegyzék Referenciák

- [1] „Wireless Application Protocol Architecture Specification”, WAP Forum, 1998/04., www.wap-forum.org
- [2] „Wireless Transaction Protocol Specification”, WAP Forum, 1999/06.
- [3] ITU-T Recommendation Z.120 (10/96), Message Sequence Chart
- [4] ITU-T Recommendation Z.100 (1993): „CCITT Specification and Description Language (SDL)”
- [5] ITU-T Recommendation Z.105 (1995) „SDL Combined with ASN.1 (SDL/ASN.1)”
- [6] ITU-T Recommendation Z.107 (1999/11) „SDL Combined with ASN.1 (SDL/ASN.1)”
- [7] Dr. Tarnay Katalin, Abdalla Areik: Abstract Test Suite (1998), www.ercim.org/publication/
- [8] Dr. Dárdai Árpád: Mobil távközlés (1999), Nap Kiadó
- [9] SDL2000: www.SDL-Forum.org/membersfree, SDL Forum (2000/9)
- [10] MSC2000: www.sdl-forum.org/membersfree , SDL Forum, (2000/9)
- [11] ITU-T Recommendation X.680 (1994): „Data networks and open system communications – Abstract Syntax Notation One (ASN.1)”
- [12] ITU-T Recommendation X.690 (1997): „Information technology – ASN.1 encoding rules: Specification of Basic Encoding Rules (BER), Canonical Encoding Rules (CER) and Distinguished Encoding Rules (DER)”
- [13] ITU-T Recommendation X.292 (1998): „OSI conformance testing methodology and framework for protocol Recommendation for ITU-T applications – The Tree and Tabular Combined Notation (TTCN)
- [14] Kaszab Gábor: Mobil protokollok működésének modellezése(2000), Diplomaterv
- [15] Horváth Tibor: WSP absztrakt teszt készletei generálása (2000), Diplomaterv VE
- [16] Fülöp Zoltán: Formális nyelvek (1999), Polygon kiadó, Szeged
- [17] Andrew S. Tannenbaum: Számítógép hálózatok,(1999) Panem Prentice-Hall I. Ltd., Budapest
- [18] Henric Farman: Tau UML Suite (2000 Telelogic Szakmai Napok, Inventix Kft.) belső kiadvány
- [19] Zoubir Mammeri : SDL modelisation de protocoles et systèmes réactifs (2000), Hermes Science Publications kiadó, Paris

Levelezési cím:
 Veszprémi Egyetem, Információs Rendszerek Tsz. 8201
 Veszprém, Pf. 158.
 Harmatné Medve Anna
 Teljes postai levelezési cím:
 8200 Veszprém, Egyetem út. 10.
 E-mail cím: medve@almos.vein.hu

Regisztrációs Algoritmusok Sebészeti Tervező/Navigációs Rendszerekben

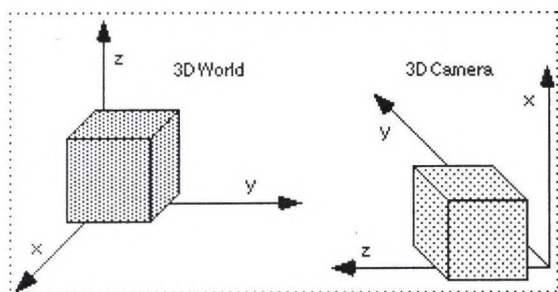
Pongrácz F., Truppe M.
Artma Medical Technologies, Bécs

Absztrakt

Képzérelt, sebészeti alkalmazásokban különböző regisztrációs feladatok adhatók meg, ahol a cél egy transzformációs mátrix kiszámítása amely kellően optimalizálva kapcsolja össze a "műtési" teret (3DWorld) a diagnosztikai médiumok által reprezentált un. "kamera" térrel (3DCamera). A 3D reprezentáció értelemszerű CT (computer tomograph) és MR (magnetic resonance) képek esetén de célszerű különböző; planar diagnosztikai ábrázolás mellett is (pl. élő videó, röntgen képek, stb). Az ARTMA Virtual Patient™ program fejlesztése során vizsgált regisztrációs algoritmusokat mutatunk be. Külön kiemeljük a felszín regisztrációs módszereket.

1. Bevezetés

Regisztráció során a műtési térben digitalizált 3D koordinátákkal megadott, általában nem rögzített, merev test objektumot kapcsolunk össze egy korábban, vagy a vizsgálat során felvett geometriai modellel. A model és a detektált objektum között nincs merev kapcsolat (vesd össze: kalibráció a robot technikában). Regisztrációs pontok jelölik azt a minimális számú pontpárt, amelyek szükségesek ahhoz hogy egy adott módszerrel bizonyos hibahatár alatt transzformáljunk digitalizált műtési pozíciókat (valós páciens koordinátákat) a 3D kamera (mint model) terébe. Gyakorlati alkalmazásokban, a sikeres regisztráció után inverz transzformációs feladatokat kell megoldani, melyek a rendszerbe integrált 3D kamerák tere és a műtési tér között tetszőleges átjárhatóságot biztosítanak.



1. ábra. Műtési és 3D Kamera Tér

Az ARTMA Virtual Patient™ tervező/navi-gációs program fejlesztése során a következő regisztrációs algoritmusokat vizsgáltuk meg:

DLT (Direct Linear Transformation) módszer, kiegészítve a túlhatározott lineáris rendszereknél használatos SVD (Singular Value Decomposition) mátrix algoritmussal;

videó kamera esetén nemlineáris optimalizálási stratégiák (módosított DLT, Tsai algoritmus);

CT regisztrációhoz az ortogonalitási kényszer miatt: SVD alapú merevtest algoritmus;

ICP (Iterative Closest Point) algoritmus és ennek adaptálása felszín regisztrációs (surface registration) feladatokban.

Rövid összehasonlító elemzést adunk a fenti módszerekről és részletesebben beszámolunk a jelenleg fejlesztés alatt álló un. autoregisztációs algoritusról. Ez az eljárás, amely használja a merevtest és az ICP módszer elemeit, megfelelő felszín rekonstrukció után, első lépésben, 4 marker pozíció segítségével automatikusan illeszti a műtési teret a CT kamera teréhez. A kezdeti regisztráció beállítása után folyamatos módosítás lehetséges egy felszíni pontthalmaz műtési és rekonstruált voxel pozícióinak megfelelően.

2. Módszerek

2.1 Homogén Vektor/Mátrix Definíciók

A műtési és kamera tér összetartozó pontjai között homogén vektor transzformáció írható fel:

$$[X_{c,i} \ Y_{c,i} \ Z_{c,i} \ P_{c,i}] = [X_{w,i} \ Y_{w,i} \ Z_{w,i} \ 1] \times T_{w,c}$$

ahol

a regisztrációs mátrix és $X_{c,i} \dots$ a kamera, $X_{w,i} \dots$ a műtési

$$T_{w,c} = \begin{bmatrix} T_{1,1} & T_{1,2} & T_{1,3} & T_{1,4} \\ T_{2,1} & T_{2,2} & T_{2,3} & T_{2,4} \\ T_{3,1} & T_{3,2} & T_{3,3} & T_{3,4} \\ T_{4,1} & T_{4,2} & T_{4,3} & T_{4,4} \end{bmatrix}$$

koordináták.

2.2 DLT (Direct Linear Transformation)

Ezt, a sztereofotometriában régóta ismert eljárást (Abdel-Aziz és Karara, 1971), használtuk először perspektivikusan torzított 3D kamera teréhez való regisztráláskor. Az előző egyenletekből (2.1 alatt), átalakításokkal, a nem homogén kamera koordináták

felhasználásával, felírható egy mátrix egyenlet (Rogers és Adams, 1990):

$$A \times X = B$$

ahol az ismeretlen X vektor tartalmazza a regisztrációs mátrix elemeit. Ez az egyenlet az adott környezetben csak statisztikus becsléssel oldható meg, ahol $n > 5$ regisztrációs pontpár esetén az SVD algoritmus ad segítséget (Press et al. 1992). A DLT módszer hátránya az, hogy nem garantálja az ortogonális megoldást és csak összetartozó pont-párokat tud kezelni.

2.3 Nemlineáris Kamera Reprezentáció és Optimalizálási Szempontok

Ez a terület igen szerteágazó és csak olyan módszereket vizsgáltunk amelyek az adott C++ implementációba gyorsan beilleszthetők voltak. Viszonylag könnyű ortogonalitási kényszert bevezetni a DLT módszerbe és arra optimalizálni de az így kapott eredmény nem alkalmas az általánosan használt kamera paraméterek jellemzésére. A navigációs program számára optimális kamera reprezentáció az, amely globális optimumot ad a kamera torzítási paramétereire és egyúttal megadja a kamera külső paramétereit (X, Y, Z helykoordináták és R_x, R_y, R_z forgási szögek). A torzítások kezelése ezután leválasztható a 3D transzformációs műveletekről (3D kamera koordináták először a perspektivikus hatást figyelembevéve transzformálódnak az ún. torzítás nélküli planar, belső koordinátákba majd onnan a torzításos planar koordinátákba). Ismert módszereket vizsgáltunk (Hatze, 1988, Tsai, 1986) és végül adaptáltuk a Tsai módszer ún. "noncoplanar" verzióját a MINPACKTM numerikus könyvtár felhasználásával (Levenberg-Marquardt legkisebb négyzetes eljárás nemlineáris modellek esetén, $\text{lm dif}()$ függvény). A Tsai módszer garantáltan ortogonális optimumot ad a kamera külső paramétereire, amelyekből a $T_{w,c}$ regisztrációs mátrix számítható.

Videó kamera rendszerbe történő integrálása során mind a DLT mind a Tsai módszer használható és a regisztrációk hibája összevethető. A Tsai módszer hátránya, hogy speciális, nagyobb torzítású kamerák esetén (pl. endoszkóp) sok regisztrációs pontpárt igényel.

2.4 SVD Alapú Merevtest Algoritmus CT, MR Képek Esetén

Kevés számú regisztrációs pontpárt (≥ 4) használva, ortogonális megoldást adó regisztrációs módszer a legkisebb négyzetes merevtest algoritmus (Arun et al. 1987). Ez az eljárás az összetartozó műteti és 3D kamera pontpárok súlypontjához viszonyított koordinátáival (gravity center relative) képez megfelelő

3x3 kovariancia mátrixot, melynek elemei:

$$H_{ij} = \sum_{k=0}^n ((q_{w,k}[i] - q'_w) \times (q_{c,k}[j] - q'_c))$$

ahol $i, j = 1..3$ és q'_w, q'_c adja a műteti és kamera tér regisztrációs pontjainak súlypontját. H és az SVD eljárás segítségével az optimális forgatási mátrix előállítható. Az eredeti és a műteti térbe forgatott kamera pozíciók közti különbségből az eltolási vektor számítható. Az így kapott merevtest regisztrációnál ellenőrizni kell a forgatási mátrix sodrásirányát és esetlegesen korrigálni. Ez a probléma minden SVD alapú regisztrációs módszernél jelentkezik (kiküszöbölhető *quaternion*-ok felhasználásával, Besl, McKay, 1992). Hasonló problémát okozhat az eredeti CT, MR szeletsorozat nem megfelelő Z szekvenciája.

2.5 ICP (Iterative Closest Point) Algoritmus

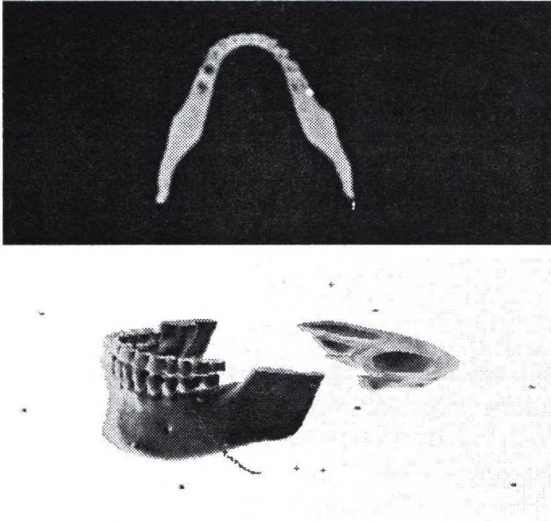
Az eddigi módszerek egyforma számú és kapcsolódó regisztrációs pontokat igényeltek, amelyek páronként összerendezhetők a műteti ill. kamera térben. Ezt kiküszöbölendő, egy általánosabb eljárást adott meg Besl, McKay (1992) amely egyformán használható páronként kapcsolódó vagy egymástól független, de értelemszerűen ugyanazt a geometriai alakzatot leíró, pontok és ponthalmazok esetén. Az ICP algoritmus a következő lépésekből áll:

- A/ a műteti tér regisztrációs pontjait grafikus eszközökkel közelítő fedésbe hozzuk a 3D kamera megfelelő pontjaival (ezzel próbáljuk a globális optimum elérésének feltételeit biztosítani);
- B/ a műteti tér transzformált pozícióihoz legközelebb eső kamera pontok keresése;
- C/ regisztrációs mátrix számítása SVD alapú merevtest algoritmussal (regisztráció az eredeti műteti pozíciók és a B/ alatt talált kamera pozíciók között);
- D/ a regisztráció alkalmazása (műteti tér transzformációja);
- E/ B-D iteráció folytatása mindaddig, amíg az átlag négyzetes hiba változása nem esik egy küszöb érték alá.

Az ICP eljárást sikeresen lehet használni felszín regisztrációs feladatokban, ahol egy jellegzetes anatómiai alakzat felületén digitalizált pontokat illesztünk CT vagy MR szeleteken rekonstruált felülethez. Ebben az esetben a B/ pont alatti kereső rutint módosítani kell úgy hogy a legközelebb eső felületi pozíciókat (voxel) határolja be a program.

2.6 Autoregisztrációs Algoritmus

Fogászati implantátumok behelyezéséhez egy gyors, könnyen kezelhető regisztrációs módszert fejlesztünk. Ez az eljárás a VoxMac™ nevű program része, amely a Voxar Engine™ (Voxar Technologies, Edinburgh, Great Britain) nevű programcsomag különböző renderelő függvényeit használja (így, többek között a Z-buffer renderelést). A következő ábra illusztrálja a QuickTime™ (Apple Inc.) moziként tárolt CT szelet sorozat egy elemét, a rekonstruált felületet és egy regisztrálatlan felületi pontthalmazt.



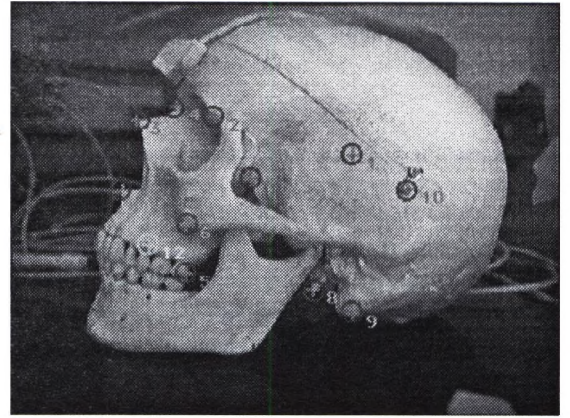
2. ábra. Fantom objektum CT képe és a rekonstruált felület (nyíl mutatja a regisztrálandó felületről digitalizálással vett pontthalmazt).

Az eljárás lényegében követi az ICP módszer elemeit azzal a különbséggel, hogy a kezdeti regisztrációt - a sorrendet egymástól mért távolságok alapján kijelölve - 4 marker pozíció segítségével automatikusan állítja be. Ezzel a következő, felszín regisztrációs fázisban globális optimumot próbál elérni. A kezdeti regisztráció kiszámítására az SVD-alapú merevtest algoritmus megfelelő. Z koordináta értékek referencia pontját a rekonstruált felületet határoló téglalapot sarokpontjai alapján állítjuk be. Ezzel tetszőleges forgatott pozícióhoz (trackball rotation) és szűrkeségi küszöbhez lehet közös regisztrációt számolni.

3. Eredmények

3.1 Hibák

Részletes hibaszámítások történtek a különböző módszerek hatékonyságát illetően. Példaként, videó képhez történő DLT és Tsai optimalizált regisztrációt hasonlítottunk össze. A DLT módszer igen sokszor jobb eredményt ad, mivel kompenzálja a hibás regisztrációs pozíciók által okozott ortogonalitási hibát.

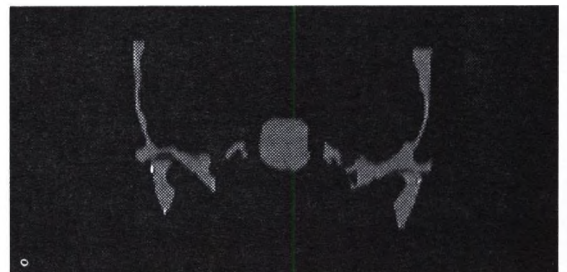


3. ábra. Videó kamera teréhez történő regisztráció. Az eredeti és transzformált pozíciók + -al ill. O -val jelölve. Digitalizáló: Polhemus Fastrack™.

Calibration from study model: Otto LATERAL
Exported from ARTMA's MedScanII on: Saturday,
October 21, 2000 at 10:41 PM
Export format version: 1
Calibration type: Perspective calibration
Reference mover used: None
Number of points: 12

Calculation method: Direct Linear Transformation
Image Plane errors in pixel:
Mean deviation: 1.6337
Max deviation: 4.4840
Standard deviation: 1.0704
Horizontal RMS error: 1.7828
Vertical RMS error: 0.7353
Sum RMS error: 2.5181

Calculation method: Full optimized TSAI
Image Plane errors in pixel:
Mean deviation: 1.5808
Max deviation: 4.6320
Standard deviation: 1.0999
Horizontal RMS error: 1.6283
Vertical RMS error: 0.9780
Sum RMS error: 2.6063



4. ábra. Coronaris CT szelet sorozatból vett minta fém markerekkel. Fantom és digitalizáló: lásd 3. ábra.

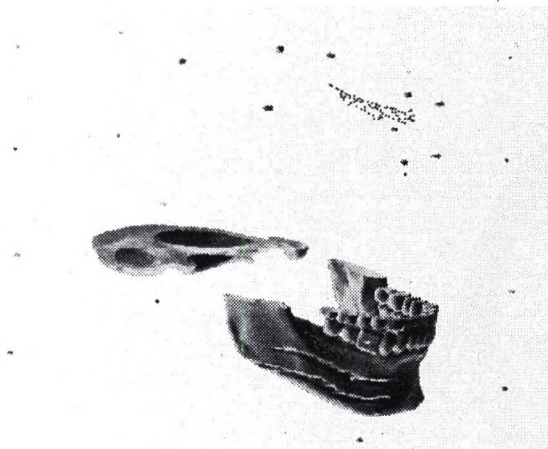
Calibration from study model: Coronar.mov
Exported from ARTMA's MedScanII on: Saturday,
October 21, 2000 at 10:58 PM
Export format version: 1
Calibration type: CT calibration
Reference mover used: None
Number of points: 8

Calculation method: Besl,McKay ICP
Image Space errors in mm:
Mean deviation: 1.3540
Max deviation: 2.1215
Standard deviation: 0.4733
Horizontal RMS error: 0.5760
Vertical RMS error: 0.7944
Depth RMS error: 1.0328
Sum RMS error: 2.4031

Calculation method: Direct Linear Transformation
Image Space errors in mm:
Mean deviation: 1.0708
Max deviation: 1.6950
Standard deviation: 0.4955
Horizontal RMS error: 0.5064
Vertical RMS error: 0.3351
Depth RMS error: 0.9963
Sum RMS error: 1.8378

3.2 Autoregisztráció és Hibái

A következő ábra illusztrálja a regisztrációs mátrix kezdő értékének beállítását, majd a nagyszámú felszíni ponttal történő optimum keresést.



5. ábra. Fantom objektum rekonstrukciója magas (A) és normál (B) szűrkeségi küszöb mellett. Az (A) esetben csak a fém marker pontokkal jelölt területet rekonstruáljuk. Ekkor 4 elkülönített marker alapján történik a regisztráció, majd a (B) esetben kb. 200 felszíni pont alapján (nyíl mutatja a kezdeti marker pozíciókat).

A felszín regisztráció minden esetben növelte a pontosságot (zárójelben a felszín regisztrációs adatok):
Minimum(pixel): 0.373(0.187);
Maximum(pixel): 1.923(1.229);
Négyzetes közép(pixel): 1.170(0.611).

Referenciák

- [1] Adbel-Aziz Y.I., Karara H.M. Direct linear transformation into object space coordinates in close-range photogrammetry. In *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry*, University of Illinois, January 1971: 1-18.
- [2] Rogers D.F., Adams J.A. *Mathematical Elements For Computer Graphics (Second Edition)*. McGraw-Hill, 1990: p.598.
- [3] Arun K.S., Huang T.S., Blostein S.D. Least square fitting of two 3-D point sets. *IEEE Trans. On Pattern Anal. And Mach.Int.* 1987; 9: 698-700.
- [4] Besl P.J., McKay N.D. A Method for Registration of 3D Shapes. *IEEE Trans. On Pattern Anal. And Mach.Int.* 1992; 14: 239-256.
- [5] Press W.H., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., Flannery, B.P. *Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press, 1992: p.994.
- [6] Tsai, R.Y. An Efficient and Accurate Camera Calibration Technique for 3D Machine Vision. *Proc. IEEE Intl. Conf. on Comp. Vision and Pattern Recognition*. 1986: 364-374.
- [7] Hatze, H. High-Precision Three-Dimensional Photogrammetric Calibration and Object Space Reconstruction Using a Modified DLT-Approach. *J.Biomechanics*. 1988; 21: 533-538.

Levelezési cím:
Pongrácz Ferenc, dr.
ARTMA MEDICAL TECHNOLOGIES
Simmeringer Hauptstrasse 24,
A-1110 Wien, Austria
<http://www.artma.com>,
email: fpongracz@artma.com

Az XML szerepe a magyar egészségügyi informatikában

Dr. Balogh Nándor

SE Egészségügyi Menedzserképző Központ, OEP

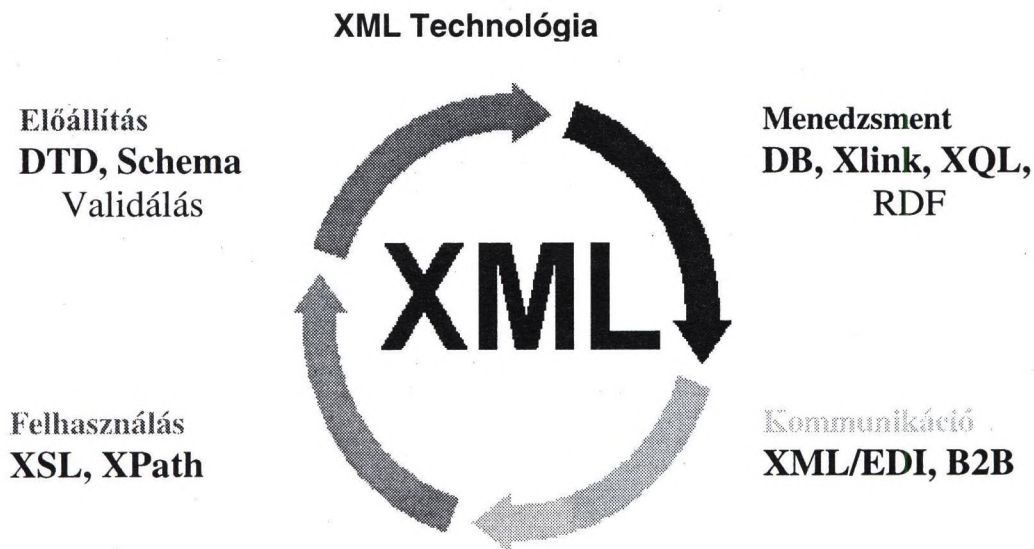
1. Bevezető

Az egészségügyi reformmal egyidejűleg az egészségügyi informatikai rendszereket is korszerűsíteni kell. Ilyen léptékű korszerűsítések általában felvetik a tartalom és a forma egyidejű változtatását, javítását, a színvonal emelését. Módszertanilag tisztázni kell az (egészségügy helyzetét figyelembevéve) mind sürgetőbbben jelentkező tartalmi változtatásokat, ami olykor kísérletezgetéseket jelent. Ezek várhatóan a kapcsolódó adatszerkezetek és a szolgáltatói számítógépes rendszerek eddiginél gyakoribb változtatásával járnak majd együtt.

Olyan rugalmas informatikai rendszereket, rugalmas adatszerkezeteket és megoldásokat kell tehát kialakítani amelyek képesek megfelelni ezen kihívásoknak, olyan technikát és szabványokat kell bevezetni ami perspektivikusan képes kiszolgálni ezen tartalmi változásokat; elkerülve az inkompatibilitásokat, költséges zsákutcákat, az adatanarchiát; a biztosító- és a szolgáltatói informatikai rendszerek adminisztrációját és költségeit is elviselhető mértéken tartva.

Előadásomban egy -a fentieket alapvetően érintő- startégiái problémával, az OEP és a gyógyító megelőző ellátásban érintett főbb szerződéses partnerei (kórházak, járóbetegrendelők, házi orvosok stb.) közötti adat és dokumentum cserében használatos elektronikus adatszerkezetek formai kérdésével, az alkalmazandó technikai szabványokkal foglalkozom, részletesebben bemutatva az XML-t (eXtensible Markup Language) és annak multimédia kiterjesztését a SMIL-t (Synchronized Multimedia Integration Language), mint egy perspektivikus kiutat jelentő újszerű megoldási lehetőséget.

Az XML-t a heterogén adatbázisok közötti adatcserére fejlesztették ki ami nem csak az eltérő relációs adatbázisok közötti problémát, hanem a szöveges dokumentumok és a relációs adatbázisok közötti adatcserét is felöleli. Vagyis az egészségügyben jelentkező informatikai problémák egyik leglényegesebbikét érinti, ami megvan kórházon belül a zárójelentések, leletek és az adatbázisok között, továbbá a házi orvosok és a kórházak között, valamint a biztosító és a szolgáltatók közötti adatcserében is.



Az XML nyelvet arra találták ki, hogy a különböző adatbázisok közötti adatcsere egyszerűen feldolgozható, de önmagát érthető módon leíró formában történhessen. Az adatok (mezők) elválasztására a < / > karakterek (jelek) közzé tett mezőneveket (tag) használjuk.

Az XML az ún. markup nyelvek családjába tartozik és standard markup szintaktikát használ:

<tag> Adat </tag>

Az XML lényeges tulajdonsága, hogy az adatstruktúrára koncentrál. Az XML-ben nincsenek beépítetten definiált elemek, az egész nyelv egy rugalmasan bővíthető elem készletet jelent.

A markup nyelvben az egyes szövegrészek formázási vagy tartalmi jelentését a markup-ok, vagy magyarul megjegyzések módosítják. A markup-ok a standard szintaktika szerint ún. fülek (tagek) formájában jelennek meg.

pl.:

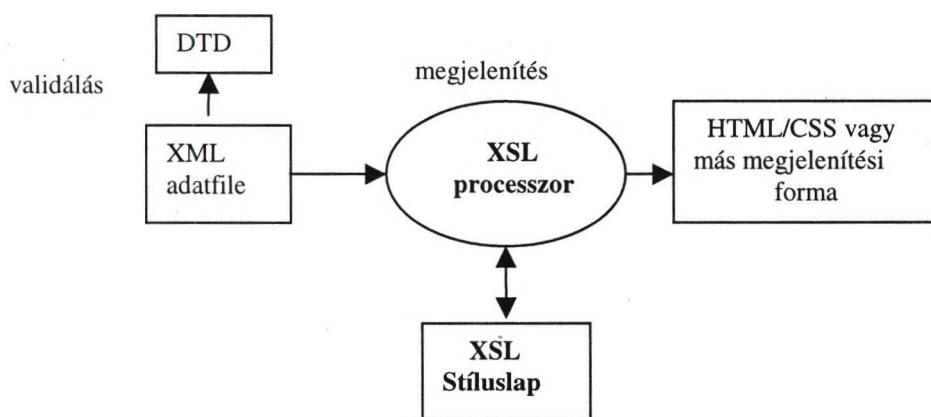
<Vezetéknév>Balogh</Vezetéknév>

<Keresztnev>Nándor</Keresztnev>

<TAJ szám>12345678901</TAJ szám>

Ezt az (alapértelmezésben UTF-8 kódolt) szöveg file-t egy XML kiterjesztésű ADAT állományba mentjük el. Vagyis a cserélendő állomány önmagában értelmes, szabad szemmel is olvasható.

A tagek (fülek) szabadon definiálhatók. Ezt a definíciót mindenki megteheti vagy egy erős szakmai vagy hatalmi tekintéllyel bíró szervezet teszi meg adattípus leírás (DTD -**Data Type Description**, XML Data, W3C Schema, BizTalk Schema stb.) formájában. Mindkét esetben le lehet írni e definíciót (szerencsés esetben választva XML nyelven). Ha az átadott (elküldött) XML állományt összehasonlítjuk e DTD leírással és annak megfelelő, akkor validált XML állományról beszélünk, egyébként (ha szintaktikailag helyes) csupán jól formált az XML állomány. Az XML nem foglalkozik az adatok megjelenítésével, csupán a puszta adatokra koncentrál. Egy XML állományt többféleképpen is meg lehet jeleníteni. Az intelligens megjelenítés definiálásaára használjuk a stíluslapokat és újabban az XSL (eXtensible Stylsheet Language) nyelvet:



Természetesen ma már az Internet böngészők is tartalmaznak XML értelmezőt (Parsert) és az újabb adatbáziskezelők (pl. Oracle 8i) is támogatják. Egész sor XML editor, értelmező, validáló, tömörítő, konvertáló, megjelenítő stb. segédprogram áll rendelkezésre.

A fenti folyamatot demonstráló állományok:

Az XML adatállomány:

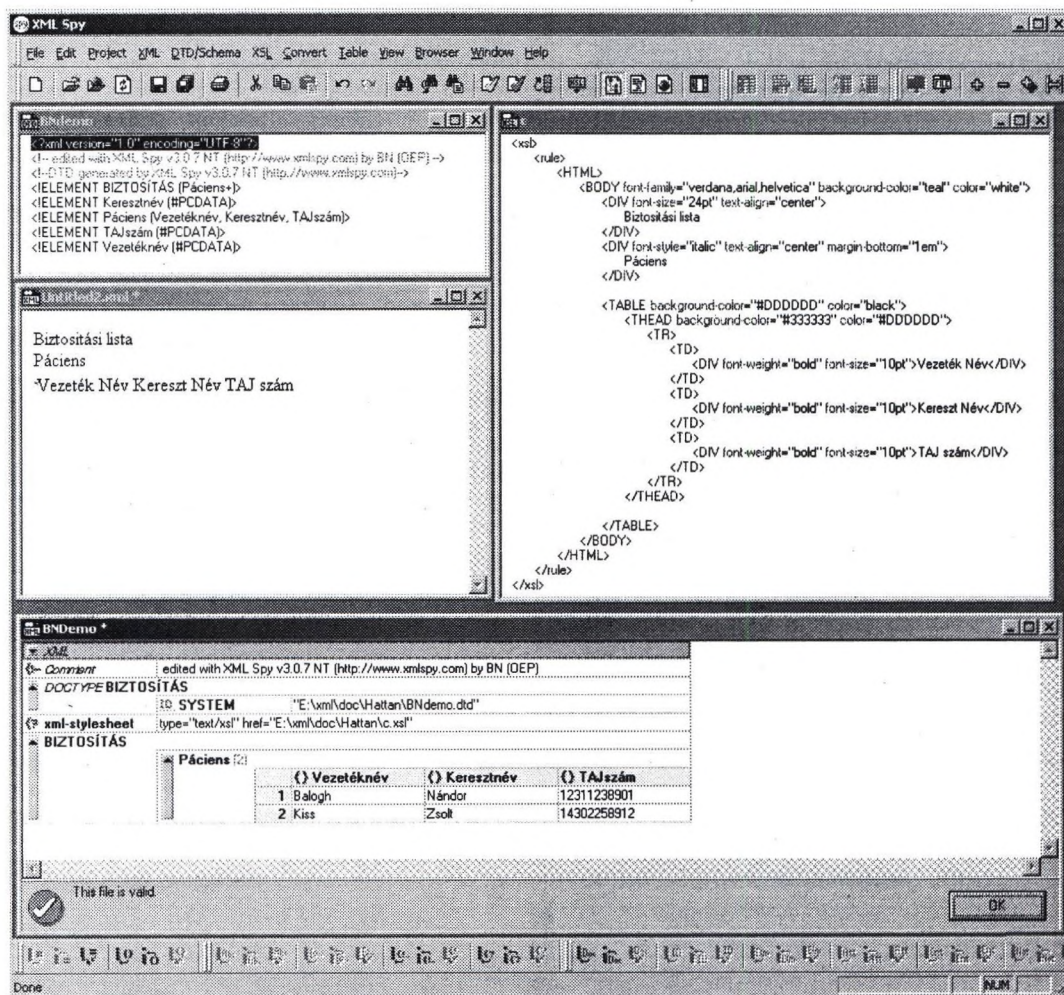
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- edited with XML Spy v3.0.7 NT
(http://www.xmlspy.com) by BN (OEP) -->
<!DOCTYPE BIZTOSÍTÁS SYSTEM
"E:\xml\doc\Hattan\BNdemo.dtd">
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href="E:\xml\doc\Hattan\c.xsl"?>
<BIZTOSÍTÁS>
  <Páciens>
    <Vezetéknév>Balogh</Vezetéknév>
    <Keresztnev>Nándor</Keresztnev>
```

```
<TAJszám>12311238901</TAJszám>
</Páciens>
<Páciens>
  <Vezetéknév>Kiss</Vezetéknév>
  <Keresztnev>Zsolt</Keresztnev>
  <TAJszám>14302258912</TAJszám>
</Páciens>
</BIZTOSÍTÁS>
```

A DTD állomány:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!-- edited with XML Spy v3.0.7 NT
(http://www.xmlspy.com) by BN (OEP) -->
<!--DTD generated by XML Spy v3.0.7 NT
(http://www.xmlspy.com)-->
<!ELEMENT BIZTOSÍTÁS (Páciens+)>
<!ELEMENT Keresztnev (#PCDATA)>
<!ELEMENT Páciens (Vezetéknév, Keresztnev, TAJszám)>
<!ELEMENT TAJszám (#PCDATA)>
<!ELEMENT Vezetéknév (#PCDATA)>
```


A validálás eredménye látható a következő képernyőn (The file is valid):



2. Az XML az egészségügyi Szolgáltatók közötti adatszerében

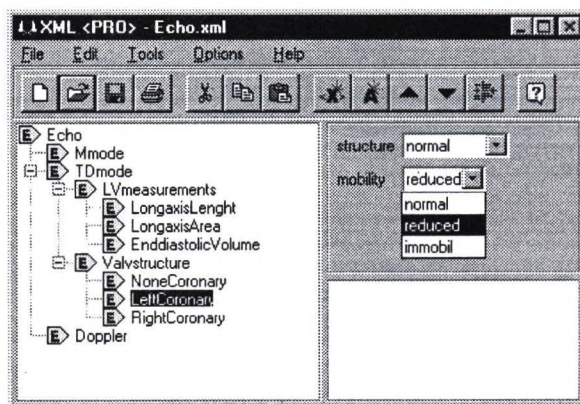
Mivel a beteg mozog a szolgáltatók között, az adatainak is mozognia kellene. Régi igényük nyugaton pl. a házi orvosoknak, hogy a beutalót a vizsgálati igényt pl. a kórház felé elektronikusan is megküldhessék, de legalább a laboreredményeket, zárójelentéseket elektronikusan formában (kártyán, hálózaton) is megkaphassák.

Kórházon belül sem egyszerű azonban az adatszer a dokumentum típusú adatok (pl. zárójelentések) és a relációs adatbázisok (pl. diagnosztikus, laboreredmények) között, hiszen a zárójelentésekben (amit elektronikusan tárolnak) adatbázisokból nyert adatmezők (laboreredmények) vannak.

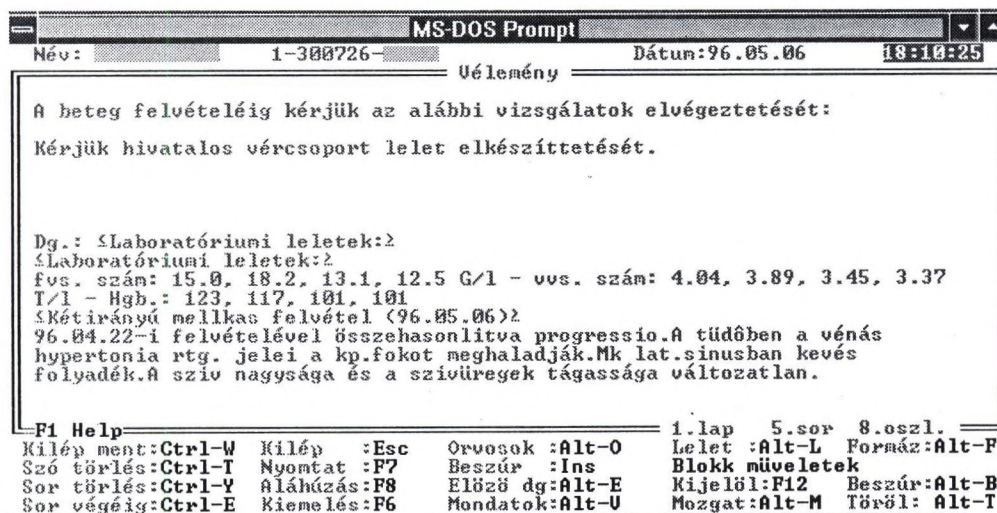
A problémát a kilencvenes évek elején a mostani markup nyelvekhez igencsak hasonló módon oldottam meg (véletlenül még szintaktikájában is a hasonló \leq és \geq jeleket használva). Az adatbázisból a zárójelentést készítő kiválaszthatta amit be kívánt tenni a zárójelentésbe, ami azután a fenti tagek közé kerülő szakaszokban jelent meg a képernyőn, de nem lett kinyomtatható a papírra.

Az XML évekkel később ugyanerre a problémára (is) keresett és talált megoldást, egységesen elfogadott és szoftver támogatott környezetben (mi minden elemét saját magunk programoztuk).

A kilencvenes évek végén az európai SAMTA telemedicina project kapcsán készítettem kardiológiai Ultrahang és Angio leleteket XML-ben és SMIL-ben. Az ultrahang szöveges része XML-ben (ld. ábra):



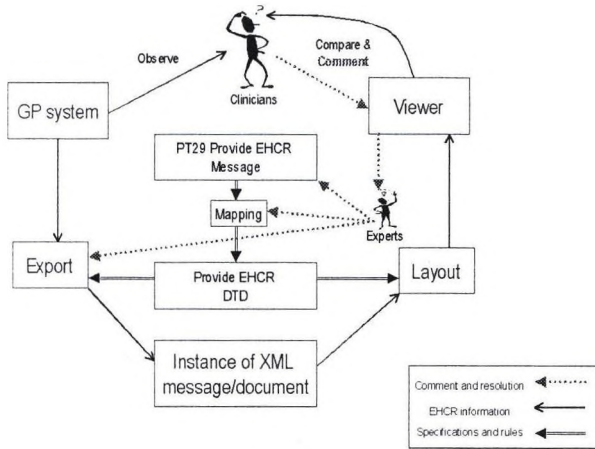
Az Európai XML/EDI project keretén belül foglalkoznak elektronikusan páciens rekord részek cseréjével kórházak és házi orvosok, ill. csak házi orvosok között. A rendszer a Back Office rendszerekből XML formátumot exportál EHCR (European Health Care Record) üzenetek számára.



Kifejlesztettek egy egészségügyi XML editort és megjelenítőt, amelyik segítségével a folyamatot is nyomon lehet követni.

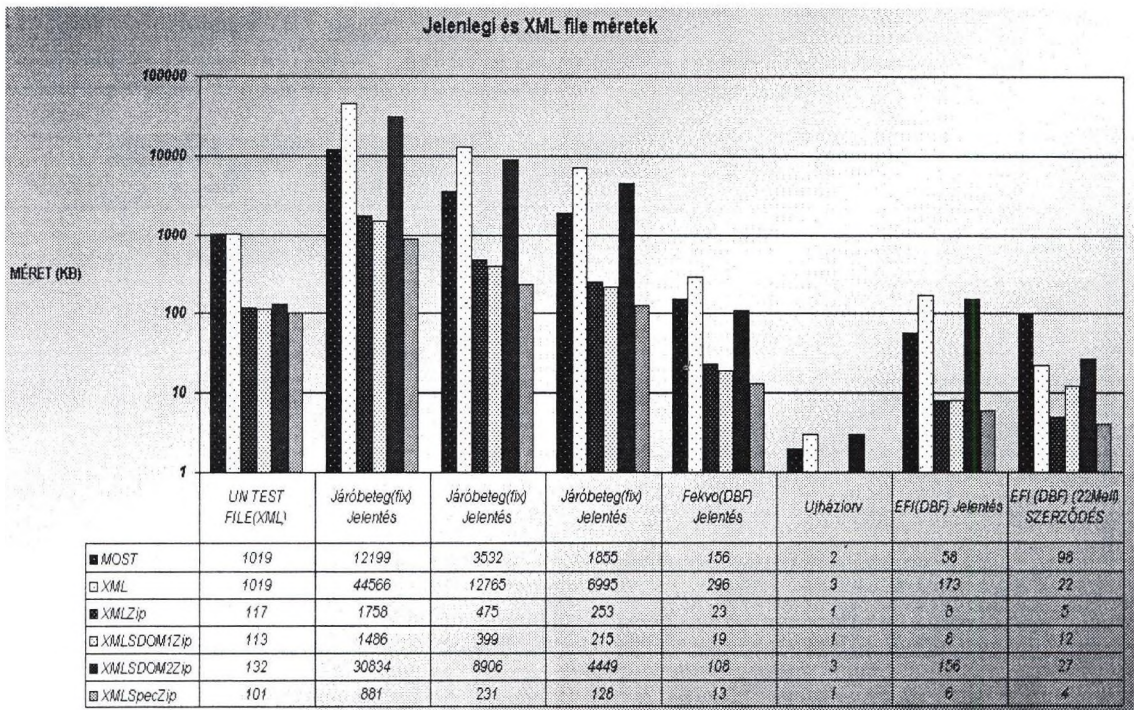
Az orvos könnyen összehasonlíthatja a kimenő üzenetet az eredeti (pl. házi orvosi, kórházi) dokumentumokban található információkkal és megjegyzésekkel, visszacsatolásokat használhat.

3. Az XML az egészségügyi Szolgáltatók és az egészség Biztosító közötti adatcserében



Az OEP most tervezi a finanszírozási rendszereinek korszerűsítését. Megvizsgáltam, hogy a jelenlegi heterogén file formátumok (fix rekordok, DBF és Excel állományok stb) hogyan lennének átalakíthatóak XML formátumúvá és hogyan tehetnénk az OEP által definiált DTD révén a szolgáltatók által validálhatóvá. A legkritikusabbak a nagy szolgáltatók (pl. egyetemi klinikák) járóbeteg lejelentései. Ezeket az intézmény jelenleg egyben küldi el és pl. az alábbi példában szereplő intézmény fix rekordszerleztű járóbeteg állománya 12 Mbyte körül volt.

Az eredmények egy részét a következő grafikon szemlélteti:



Mint látható az XML állományok lényegesen nagyobbak a most használt állományoknál (pl a nagy járóbeteg állomány 12MB-ról 44MB-ra nőne). A tömörítés jósága tartalomfüggő is, vagyis állománytípusonként változhat. A legkritikusabb nagy járófile esetén a legjobb tömörítést az XML szintaktikát kihasználó tömörítés adja, ezután a DOM1 szintű tömörítés következik, majd

a WinZip és végül a DOM2 szintű tömörítés. Mivel e nagy járójelentéseket sem eredeti (fix) formájukban adják le a szolgáltatók, hanem (Win vagy PK) Zipel tömörítik, ezért igazából a Zipelt file-okat kell összehasonlítani. Szakmai szempontból legjobb nyilván a DOM tömörítés lenne, de egyéb szempontok is vannak (pl a használt eszköz elterjedtsége, piaci

élettartama stb.)

Fentiek alapján nem okvetlenül kell megijedni az XML file méretektől, mégha első ránézésre ijesztőnek is tűnnek a nyers méretek (a 44Mbyte os állományt az XMLspeciZip 881Kbyte-ra tömörítette). A tömörítések ideje nem volt elviselhetetlen, inkább a szoftverek működőképessé hozása emészt el sok időt (még a legnagyobb méretű járóbeteg állományt is 1 percen belül tömörítik, vagyis WinZip –hez hasonló időkkal számolhatunk). Az egyéb idők összefoglaló táblázata (lentebb).

Látható, hogy a kliens oldali validálási idők (65 e rekordra) túlzottan nagyok. Egyik megoldás, hogy nem a munkaállomáson, hanem a szerveren validálunk, a másik megoldás pedig az lehet, hogy ezen nagy intézmények nem egyben validálnák az OEP szerveren levő DTD-hez az XML állományait, hanem a járóbeteg ambulanciák külön-külön (4 e rekord).

4. Következtetés

Az XML és a SMIL egy igen komoly potenciális TECHNIKAI lehetőség az egészségügyi intézmények egymás közötti és a biztosítóval történő adatcseréjében. A munka TARTALMI neheze a DTD-k (sémák) elkészítése, vagyis a tag-ek definiálása. Ehhez a SNOMED és pl. a National Library of Medicine (USA) eredményeit mihamarabb felhasználva ki kellene alakítani a magyar nyelvű füleket. Ez pl. a szakmai kollégiumok és az orvosi társaságok égisze alatt működő munkacsoportokban történhetne megfelelő motiváció mellett.

Járóbeteg XML file mérete	Betöltési idő	VALIDÁLÁSI IDŐK (MÁSODPERC) ÉS SÉMA FILE MÉRETEK (KBYTE)								Replac-e	Konverzió
		DTD	File méret	Biz Talk	File méret	W3C	File méret	XML Data	File méret		
4000 rekord	120 mp	30 mp	2KB	50 mp	6KB	25 mp	4KB	40 mp	6KB	180 mp	60 mp
65527 rekord	3 óra	kivárha	tatlan	menü	elérés					2 óra	2 óra

Egészségügyi adatvagyon leltár készítése

dr. Bordás István, Hevesi László

Eü.M. GYÓGYINFOK, Szekszárd, Egészségügyi Minisztérium, Budapest

Absztrakt

Az egészségügyi adatvagyon leltár az ágazat egésze szempontjából fontos adatállományokról készített nyilvántartás (meta-adatbázis), amely elősegíti a meglévő adatok jobb elérhetőségét, a különböző adatgyűjtések egységesítését, az adatok jobb hasznosíthatóságát. Az ágazat legfontosabb központi adatkezelést végző szereplőinek összefogásával készült, de nyitott további résztvevők számára is. Meghatározott továbbfejlesztési irányai vannak, így az egész ágazatot jelentősen befolyásoló szakmai program első lépésének tekinthető.

1. Bevezetés

A lakosság egészségi állapotáról, az egészségügyi ellátás struktúrájáról, működéséről, az egészségügyre fordított költségekről, az egészségügyi, orvostudományi eredményekről óriási mennyiségű, jelentős adat áll rendelkezésünkre. Az adatok felhasználása, hasznosítása azonban nehézségekbe ütközik, mert:

- Az adatok meglétéről, elérhetőségéről nincsen pontos kép a lehetséges felhasználók előtt
- A különböző célra gyűjtött adatállományok átfedéseket, ellentmondásokat, bizonytalanságokat tartalmaznak
- Az ismert adatokról is sok téves felfogás van a köztudatban
- Nehézkes az elérhetőségük, hasznosíthatóságuk
- A hasznosításhoz is nagyon sok elkerülhető munkát kell befektetni

A problémák következménye: ismételt, párhuzamos adatgyűjtések indítása, téves információk köztudatba kerülése, idővesztés, többletköltségek, rosszul előkészített döntések.

2. Adatvagyon leltár

A meglévő egészségügyi adatok célszerű, szakszerű hasznosítása érdekében adatvagyon leltár készül, amely számba veszi az egészségügyi adatok körét, tartalmi és formai leírásukat, a fogalmak definícióit, adatkapcsolatokat, elérhetőségi helyüket, az érintett időszakot, az adatmennyiség nagyságát, az adatgyűjtéseket elrendelő jogszabályokat, a felhasználhatóságra utaló információkat.

A leltár egységes, áttekinthető szerkezetbe foglalja az adatvagyon egyes elemeit, és az alkalmazását segítő

kiegészítő információkat tartalmaz. Elemi mélységig tartalmazza az egyes adatgyűjtések, adatbázisok leírását:

- Az adatgyűjtés összefoglaló adatait:**
 - megnevezését
 - a kezelt adatkör tartalmi meghatározását (entitását)
 - az elrendelés, adatkezelés jogi alapját
 - az Országos Statisztikai Adatgyűjtési Programmal való kapcsolatát
 - a érintett időszakot
 - az adatbázis méretét
 - az adatok tárolási formáját
 - elérhetőségét
 - hozzáférhetőségi korlátokat
 - Az adatvagyon elem struktúráját:**
 - rekord szerkezetét
 - rekord képét
 - mezőleírásokat (definíciókat)
 - kódrendszer hivatkozásokat
 - a mezők formátumát, méretét
 - Az adatgyűjtéshez kapcsolódó nyomtatványok képét**
 - Kiegészítő magyarázatokat**
- Fontos része egy egységes egészségügyi fogalomtár, ami segít eligazodni az adatkeresés, feldolgozás, eredmények értelmezése munkában. A fogalomtár elsősorban a jogszabályokban megjelent definíciókra alapul. Összeállítása jelentős segítség a jogszabályok fogalmi egységesítésében, a téves jogértelmezések megelőzésében, bizonytalanságok tisztázásában. Kiderülnek az átfedések, ellentmondások, a hivatalos definíciók hiánya, a tévesen alkalmazott fogalmak köre.

3. A leltár összeállításában részt vevő szervezetek

Az adatvagyon leltár az egész egészségügyi ágazat érdekeit szolgálja, törekedni kell a teljességre. Ezért első lépésben összefogtak azok a szervezetek, amelyek országos szinten adatkezelők jelentős adatgyűjtések vonatkozásában. Így résztvevő a:

- *Központi Statisztikai Hivatal:* demográfiai, egészségügyi statisztikai adatokkal
- *Egészségügyi Minisztérium:* ágazati irányítással kapcsolatos adatokkal

- *Országos Egészségbiztosítási Pénztár:* egészségbiztosítással, finanszírozással, ellenőrzéssel kapcsolatos adatokkal
- *ÁNTSZ (Országos Tisztiorvosi Hivatal):* epidemiológiai adatokkal, hatósági tevékenységekkel kapcsolatos adatokkal, környezeti, településegészségügyi adatokkal
- *MEDINFO:* egészségügyi szakmai, tudományos, szakirodalmi adatokkal
- *Országos Vérellátó Szolgálat:* a vérellátással kapcsolatos adatokkal
- *Országos Mentőszolgálat:* a mentés, betegszállítás adataival
- *Orvos és Kórháztechnikai Intézet:* az egészségügyi gép-műszer és épület kataszter, továbbá az egészségügyi eszközök minősítési adataival
- *Egészségfejlesztési Kutatóintézet:* egészségügyi hatékonysági, hatásossági vizsgálatok adatai, egészségfejlesztési tudományos adatok, nemzetközi egészségügyi adatok
- *GYÓGYINFOK:* egészségügyi kódrendszerek törzsadatai, finanszírozási rendszer karbantartási adatai (költség és ráfordítási adatok), kórházi és járóbeteg szakellátási forgalmi adatok, gyógyszer törzs és forgalmazási adatok, létszám és bérstatisztikai, egyéb statisztikai adatok, orvos-nyilvántartási adatok

A résztvevő szervezetek önállóan gondozzák az adatvagyon leltár hatáskörükben levő részét. Elvégzik a leltári felvételt, a leltár folyamatos karbantartását, a leltár használatához szükséges teendőket. Vállalják a leltárba felvett adatok hasznosításának elősegítését.

A részvétel nyitott, további egészségügyi szervezetek csatlakozása teljesebbé, pontosabbá tudja tenni a leltárt és hasznosítását.

4. Az adatvagyon leltár használata

Az adatvagyon leltár osztott, hálózati kapcsolattal elérhető számítógépes adatállomány. Az egyes résztvevő szervezetek saját maguk tárolják a kezelésükben levő adatállományok leltárát jelentő meta-adatbázist. Központi tárolást és adatszolgáltatást biztosító másolatok szolgálják a biztonságos üzemeltetést. A résztvevő szervezetek adatbázis szerverrel és állandó Internet kapcsolattal kapcsolódnak a rendszerhez. A rendszer fizikailag két adatbázis központból és lokális adatszolgáltató szerverekből épül fel. Az adatkezelést végző szervezet saját adatbázis szerverén tárolja, frissíti, tartja karban az adatleltár rá vonatkozó részét. A központi nyilvántartások automatikusan frissítődnek. A hálózati kapcsolatot az egyes adatszolgáltató szereplők között állandó Internet kapcsolaton kialakított Virtuális Magánhálózat biztosítja. Külső felhasználók állandó Internet kapcsolattal, vagy kapcsolt vonali

hozzáféréssel, publikus telefonhálózaton keresztül érhetik el a rendszert. A keresés Internet böngésző program segítségével bármilyen Internet kapcsolattal elvégezhető. A keresések elsősorban a központi nyilvántartást vezető szerverekről kapnak információt, de a rendszer arra is felkészül, hogy a központi adatbázisban nem található, vagy pillanatnyilag el nem érhető adatokat a lokális szerverről is elérhetővé tegye.

Az adatvagyon leltár közérdekű adatokat tartalmaz, a hozzáférést bárki számára lehetővé kell tenni (senkit sem szabad kizárni a használatából). Adatvédelmi problémák a leltárnál nem jelentkeznek, de az eredeti adatok elérését, felhasználását csak az adatvédelmi előírások maximális betartásával lehet megtenni. Az erre vonatkozó információk a leltár részét képezik.

Az egészségügyi fogalomtár és adatvagyon leltár kapcsolódik a Miniszterelnöki Hivatal felügyelete alatt készülő kormányzati fogalomtárhoz, meta-adatbázishoz és az azt kiszolgáló számítógépes rendszer (KIKERES) formai és tartalmi előírásaihoz. Bizonyos mértékig rész lesz a kormányzati meta-adatbázisnak.

5. További fejlesztési célok

Az adatvagyon leltár továbbfejlesztését két irányban tervezzük: egyrészt a nyilvántartásba vett adatkör bővítésével, másrészt a nyilvántartásba vett adatok automatikus elérésének, hasznosításának biztosításával.

Az *adatkör bővítése* egyrészt az egészségügyi adatok minél nagyobb hányadának leltárba vételével, a résztvevő szervezetek körének bővítésével, a kihagyott adatállományok körének csökkentésével, másrészt az egészségügyben jelentőséggel bíró, de az ágazaton kívül keletkező, kezelt adatállományokkal (pl. környezeti, makrogazdasági, pénzügyi adatokkal) való kiegészítéssel történhet. A továbbfejlesztésnek ezt az irányát nagymértékben elősegítheti a KSH-val és a Miniszterelnöki Hivatallal való együttműködés.

A továbbfejlesztés másik iránya az automatikus adatelérés biztosítása, ill. a közérdekűnek nem tekinthető adatkör elemi adataiból összesített feldolgozások indítása (ilyen adatok lehetnek a személyes vonatkozású adatok, amelyeket elemi szinten védeni kell, de amelyekből közérdekű célt szolgáló feldolgozások készíthetők).

Az automatikus adatelérés biztosítása, vagy automatikus adatkezelések indítása nagyon nehéz feladat. Nehéz mind a technikai megoldások, mind az adatvagyon gazdálkodás és az adatvédelem szempontjaiból. Technikai szempontból az adatforgalom szabványosítása az elsőrendű feladat. Ez hosszabb időt, komoly szakmai együttműködést igénylő feladat.

Jelenleg az adatgazdálkodás szabályozása is megoldatlan feladat. Az adatvagyon leltár szolgáltatásait térítésmentesen nyújtja. Ez azonban nem jelenti, hogy a nyilvántartott adatok elérése, vagy a belőlük kért feldolgozások is minden esetben térítésmentesek

legyenek. Amíg közérdekű adatokról van szó, addig az adatokat térítésmentesen kell bárki számára elérhetővé tenni, csak az adatszolgáltatás, feldolgozás közvetlen költségeinek megtérítése kérhető. Az adatvédelmi feladatokról már korábban volt szó. Nagyon kényes és nehéz kérdés. Az elemi adatokhoz való hozzáférést sok esetben tiltják az adatvédelmi előírások, de emellett racionális szakmai érvek is felhozhatók az elemi adatok közvetlen közzététele ellen.

A továbbfejlesztésnek fontos iránya az adatvagyon leltár hasznosításának elősegítése. Ezt is összetett feladatnak kell tekintenünk:

- a pontos, folyamatosan karbantartott, naprakész rendszer gondozása
- minél praktikusabb, egyszerűbb elérhetőségi módszerek keresése
- a leltár alapján történő adatkérések, adatfeldolgozások gyors, szakszerű teljesítésére való felkészülés
- széleskörű nyilvánosság biztosítása

Mindezeket figyelembevéve, egy az egész egészségügyi ágazatot döntő módon befolyásoló szakmai feladat, program első fázisát jelenti az adatvagyon összeállítása.

Levelezési cím:

dr. Bordás István

GYÓGYINFOK

Szekszárd, Arany J.u. 23-25., 7100

e-mail: bordas@gyogyinfok.hu

Az Országos Egészségbiztosítási Pénztár informatikai rendszerének átalakítása.

Felkészülés az intelligens egészségügyi kártya alkalmazására.

Dr. Békési László
Országos Egészségbiztosítási Pénztár

Az OEP feladata

„Az Országos Egészségbiztosítási Pénztár” célkitűzése, hogy a biztosítottak számára biztosítsa az egészségük megőrzéséhez, helyreállításához vagy javításához szükséges legmegfelelőbb, leghatékonyabb és lehetőleg magasabb színvonalú, országosan egyenlő eséllyel hozzáférhető és azonos minőségű egészségügyi ellátást.”

Az OEP-pel szembeni elvárások, hogy mind a szervezet, mind az eljárások az ügyfelek számára egyszerű, jól áttekinthetőek legyenek.

Az OEP a rendelkezésre álló keretek között garantálja a megfelelő minőségű ellátás finanszírozását.

A fentebb megfogalmazott elvárásokat kielégítő működés feltétele a korszerű és hatékony informatikai háttérrendszer kialakítása. A rendszer amellet, hogy pillanatnyi működését az éppen érvényes jogszabályok szigorúan körülírják - legyen hangolható - azaz tegye lehetővé az ügyfelek igényeihez, a külső környezettel várható változásaihoz való rugalmas alkalmazkodást.

A múltból a jelenbe, jelenlegi és tervezett fejlesztések

Az elmúlt tíz évben az informatikai stratégia hiánya, a nem megfelelő szakmai előkészítés és a gyakori vezetőcserék következtében az OEP informatikai fejlesztéseinek eredményeképpen egy funkcionális kapcsolatokkal nem rendelkező programhalmaz jött létre. Ezek a szigetprogramok, bár önmagukban működőképesek voltak, nem tudták kiszolgálni egy országos informatikai rendszerrel szemben támasztott követelményeket. Nem biztosították a megfelelő szakmai ellenőrzést és nem voltak képesek a vezetői döntések előkészítéséhez szükséges információk szolgáltatására.

A helyzet súlyosságát felismerve az OEP informatikai vezetősége célul tűzte ki az egységes országos rendszer megteremtését. Az elmúlt egy – másfél évben fejlesztéseink ezt az irányelvet követik. Igen fontos lépés volt, hogy létrejött az OEP érvényes informatikai stratégiája, amely kijelöli a jelenleg futó és jövőbeni fejlesztéseink irányvonalát.

A szigetrendszer felszámolására megtörténtek az első lépések. A központosítás egyik első lépése volt az intézményi adattárház megteremtése, amely képes az OEP működéséhez szükséges valamennyi adatállomány kezelésére és biztonságos tárolására. A rendszer megvalósításának első két fázisa megtörtént, a harmadik fázis befejezését jövőre tervezzük. Az adattárház alapját képezi a kialakítandó vezetői információs rendszernek.

A már most létrejött „gyógyszer-adatpiac” például jelentős segítséget nyújt a gyógyszer-ártárgyalások előkészítéséhez, pontos adatokat szolgáltatva az egyes árváltozások gyógyszerkasszára kifejtett hatásáról. A természetbeni ellátások területén lehetőség van egyedi lekérdezések megvalósítására, a teljes adatpiac megvalósítása a harmadik fázis feladata lesz.

A természetbeni ellátások terén a most fejlesztés alatt álló EPÉNZ rendszer fogja átvenni a terület teljes informatikai feldolgozását. Itt említjük meg, hogy az új rendszerek folyamatba épített, finanszírozás előtti szűrőket tartalmaznak, amelyek, számításaink szerint, segíteni fogják az E-alap kasszáinak betartását.

Megkezdtük az OEP által vezetett törzsadatbázisok felülvizsgálatát, központosítását. Ez év végére készül el az új TAJ adatbázis, amely a TAJ számok kezelése mellett jogosultsági információkat is tartalmazni fog. A munkáltatói adattörzs a KIFELL rendszer keretében áll rendelkezésünkre. Ez utóbbi két adatbázis, továbbá az EPÉNZ rendszer célkitűzései között szereplő „betegszámla” létrejött, alapját képezi az OEP stratégiájában is szereplő biztosítói működés megteremtésének, és az intelligens egészségügyi kártya informatikai háttérrendszerének.

A törzsadatbázisokon kívül a rendszerek által használt adattörzsek is korszerűsítésre szorulnak. Egy központi informatikai rendszer működése ugyanis elképzelhetetlen a megbízható és egységes adattörzsek nélkül. Régi hiányt pótol az elkészült gyógyászati segédeszköz katalógus, de hamarosan elkészül a gyógyszer adattörzs tisztítása is. Az adattörzsek karbantartása nem csak OEP feladat, ezért együttműködésre törekszünk az államigazgatás más szerveivel is, így a MEH-lal, a Minisztériumokkal, az APEH-hel, az ÁNTSZ-szel, OGYI-val, stb.

Megkezdődött az OEP ügyvitelének korszerűsítése. Végül célunk a centrális, számítógépes ügyvitel megteremtése. Elmúlt év őszén indítottuk el a módosított, teljesítményelven működő patikai finanszírozási rendszert, amely képes a gyógyszerári jelentések kezelésére, az OEP számára előírt rövid fizetési határidő betartására. Terveink között szerepel az OEP-hez befutó jelentések elektronikus útra terelése, „offline”, illetve „online” üzemmódban. Most kerül bevezetésre a költségvetési nyilvántartó rendszer új verziója, valamint megtettük az előkészületeket az egységes számlarend és az intézményi kontrolling bevezetésére. Létrejött egy központosított utalványozási rendszer (PÉNZELL), amely képes az OEP pénzügyi utalásainak központi kiszolgálására.

A közigazgatás korszerűsítéséről szóló kormányrendeletnek megfelelően Internet alapú tájékoztató rendszert hoztunk létre (<http://www.oep.hu/>). Fejlesztéseink projekt keretben valósulnak meg, követve a kormányzatilag elfogadott módszertanokat.

Távlati célok

Szeretnénk hangsúlyozni, hogy a magyar egészségügy átfogó reformok nélkül igen rövid időn belül működésképtelenné válhat. Ennek a reformnak azonban egyik nagy akadálya az egészségügy átláthatatlansága, ennek következtében a rendszer bármekkora befektetést

képes észrevétlenül elnyelni. Az általunk szorgalmazott rendszerek nagy lépést jelentenek az egészségügy átvilágítása terén, segíteni fogják az E-alap hatékony és ellenőrizhető felhasználását, és alapját képezik egy vezetői döntés-előkészítő rendszernek. Valamint elengedhetetlen kezdő lépései az egészségügyi kártya informatikai háttérrendszerének kialakításában.

Az egészségbiztosítás szempontjából egy intelligens kártyarendszer a következő lehetőségeket nyújtja:

- jogosultsági adatok on-line ellenőrzése
- „elektronikus gyógyszer vény” bevezetésének lehetősége
- intelligens orvoskártyával történő együttes használata javítja a finanszírozási kontroll hatékonyságát
- „co-payment” visszatérítésének bevezethetősége
- járulékfizetés ellenőrzése
- egészségügyi szolgáltatás színvonalának emelése
- lehetővé teszi a beteg útjának követését
- elősegíti a hatékony kezelési eljárás kiválasztását

Az egészségügyi kártya az említettekénél jóval több lehetőséget hordoz magában, melyek bevezetése után lehetséges pontosan megfogalmazni, de ezek közül is előre lehet vetíteni néhányat. Ilyen például a nyugdíj járulékfizetés és elszámolt szolgálati idő ellenőrizhetősége és egészségügyi hitelnyújtás lehetősége.

Az Intelligens Multifunkcionális Orvos Kártya - IMOK

Dr. Simon Pál

Templar Partnership Company, Budapest

Absztrakt

Az aktív (intelligens) memória kártya alapú egészségügyi (orvosi) professzionális kártyák megvalósításának gondolata szinte egyidős a páciens kártyák elterjedésével. Az "ügyintéző - ügyfél kártyák" (master card - slave card) mintájára több funkciót is felvállalva (jogosultság, adatvédelem az orvos-beteg kapcsolatokban, minőségbiztosítás, stb.) a kísérletek közül a német és a szlovén példát lehet teljes körűnek tartani

A Magyar Orvosi Kamara megalakulásától kezdve (1989) felmerült a tagnyilvántartáson kívül más szolgáltatásokra is alkalmas elektronikus kártya bevezetése. Az intelligens multifunkciós orvos kártya a közhiteles működési igazolvány funkciók mellett egy individuálisan választható nemzetközileg akkreditált bankkártya szolgáltatásokat is tartalmaz. A megvalósítás kölcsönös kamarai és banki érdekeltsége és az alkalmazott technológia színvonala megteremtette az eurokonform orvosi professzionális kártya bevezetésének feltételeit.

1. Bevezetés

A hazai egészségügyi informatikai fejlesztések, projektek történetében mindig jelen voltak az elektronikus kártya – aktív memória kártya, intelligens kártya (smart card) – alapú rendszer megvalósítási kísérletek. Jóllehet, a nemzetközi szakértők körében ezek a kezdeményezések osztatlan elismerést arattak, a hazai megvalósításukra, elterjesztésükre csak ritkán és korlátozott célokkal vagy egyáltalán nem került sor. Ezek a projektek az egészségügyi, egészségbiztosítási kártya rendszerek valamelyik változatának megvalósítását tűzték ki célul és a páciens, a biztosított követésével foglalkoztak.

Az ún. páciens kártyák nemzetközi elterjedését követően megjelent a slave és a master card rendszerek mintájára az orvosi professzionális kártyák (health professional card) bevezetésének gondolata. Ez azt jelentette, hogy az orvos – beteg találkozások alkalmával a beteg adataihoz való hozzáférés csak az orvos kártyájának használatával

együtt nyithatók meg. A rendszer nem csak a beteg adatainak különleges védelmét szolgálja, hanem azt is hogy a beteg egészségi állapot változásai összekapcsolhatók az orvos gyógyító tevékenységeivel.

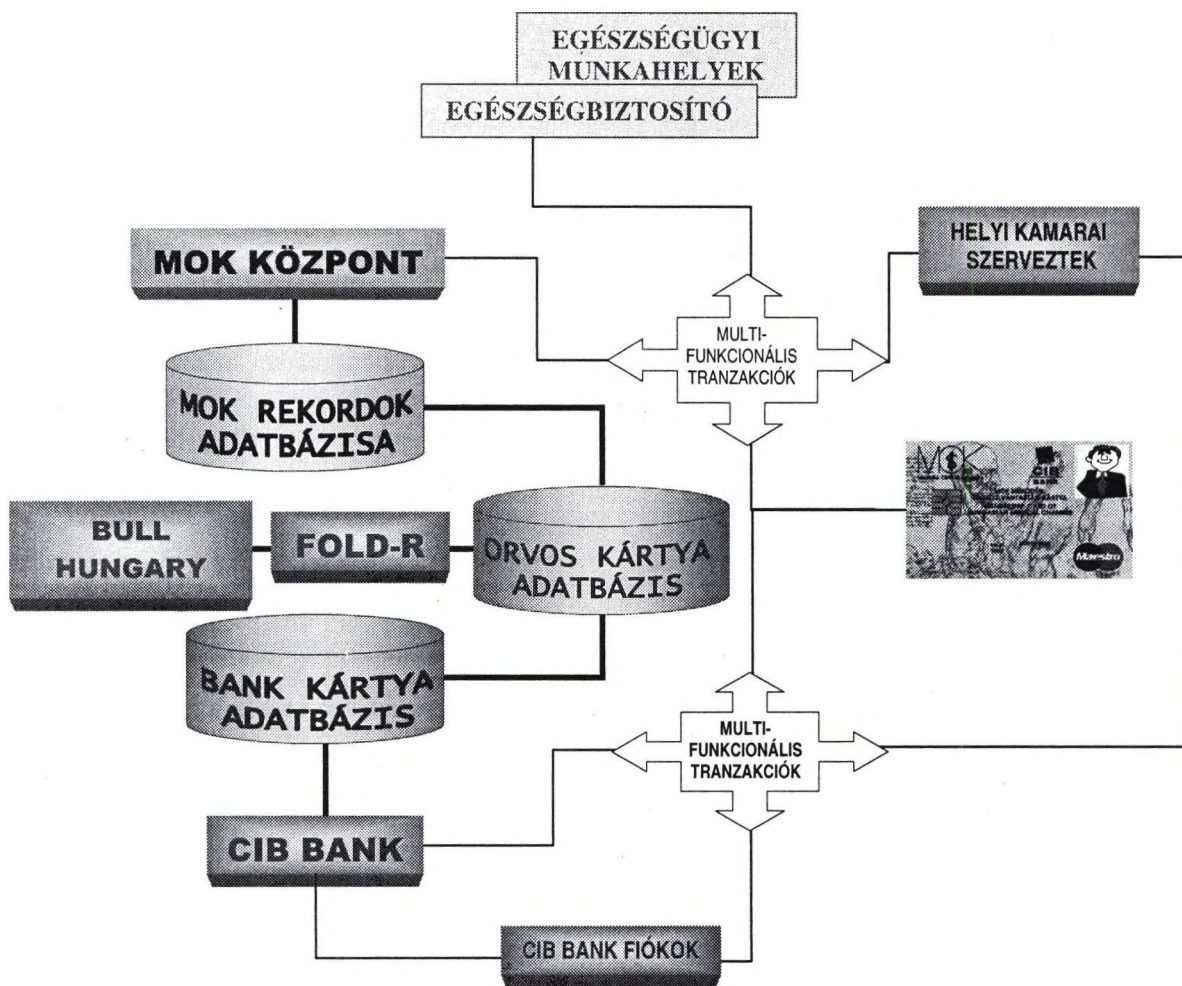
Az orvos kártya – és később az orvosi professzionális kártya – hazai kifejlesztésének gondolata egyidős volt a Magyar Orvosi Kamara megalakulásával. A kezdeti elképzelés az volt, hogy olyan kamarai tagsági kártya készüljön el, amely a tagsági funkciók mellett valamilyen más, a tagok számára hasznos funkciót is megvalósít, például bankkártyaként is használható. Az elgondolás megvalósítása éveket váratott magára, egészen addig, amíg a szükséges információtechnológiai feltételek, szervezési, jogszabályi körülmények ezt nem tették lehetővé.

A megfelelő szervezési, jogszabályi háttér biztosítását azt jelentette, hogy az idevágó törvények, rendeletek a Magyar Orvosi Kamarát kiemelt közhasznú testületnek ismerték el és megerősítve a kötelező kamarai tagság elvét felruházták a közhiteles tanúsítványt szolgáltató kamarai tagnyilvántartási rendszer fenntartásával és működtetésével. Más megfogalmazásban ez azt jelenti, hogy az orvosi hivatás gyakorlásához a Magyar Orvosi Kamarai tagság szükséges és ezt közhitelesen a Kamara által kiállított működési igazolvány tanúsítja.

Az információtechnológiai feltételeket a több funkciót is garantáltan szétválasztottan ellátni képes intelligens kártyák és a kiszolgáló perifériák (író / olvasó berendezések, a perszonalizálás eszközei), a háttér rendszerekhez való kapcsolódást biztosító interface-ek megjelenése és alkalmazásuk elterjedése biztosította. Ahhoz, hogy az eredeti elképzelés megvalósuljon, még szükség volt arra a banki partnerre, aki felismerte, hogy az orvosi hivatás-gyakorlás támogatása többet jelent az egyszerű szponzorálásnál. Más szavakkal kifejezve: ez a tevékenység közvetlen aktív részvételt jelent az egészségügyi ellátás körülményeinek javításában azzal, hogy megteremti egy orvosi professzionális kártya rendszer alapját és speciális banki szolgáltatásaival közvetve hozzájárulhat az orvosok élet- és munkakörülményeinek javításához.

2. Az intelligens orvos kártya funkciói

Az orvos kártya rendszer funkcionális folyamatait a következő ábra szemlélteti:



A közös használatú – bankkártya és működési kártya – multifunkcionális orvos kártya kibocsátója és egyben a projekt finanszírozója a *CIB Közép-Európai Nemzetközi Bank Részvénytársaság*. A projekt első fázisában valamennyi regisztrált kamara tag orvos megkapja a kártyáját (mintegy 40.000 kártya) és 30 darab író/olvasó terminál kerül installálásra a Magyar Orvosi Kamara (MOK) hálózatában.

A kártyák perszonalizálását, a fényképek digitalizálását a gyártás előkészítését, a kamarai tagnyilvántartó rendszerhez való illesztéshez szükséges szoftverek fejlesztését a *FOLD-R Első Magyar Külsőerőforrás Biztosító és Adatfeldolgozó Részvénytársaság* végezte el. A nemzetközi banki standardoknak (EUROPAY és Cirrus - Masters standardok) megfelelő EVM típusú kártyákat a *BULL Magyarország Kft.* szállította.

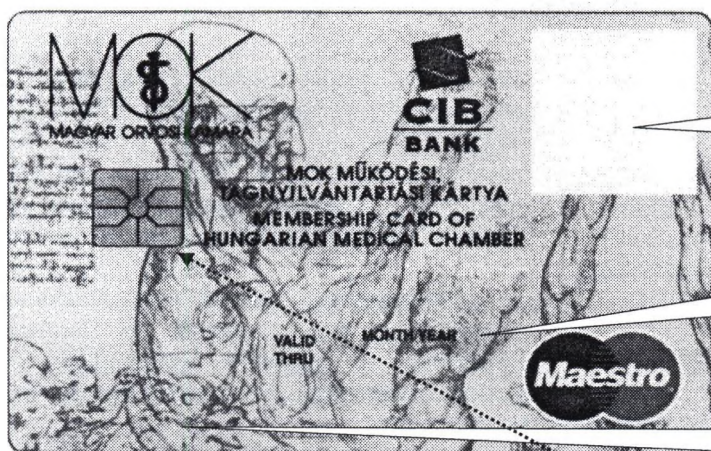
Az orvos kártya bankkártya funkcióinak és a működési kártya funkcióinak adatforrása a *Magyar Orvosi Kamara* által kifejlesztett működési tagnyilvántartási rendszer (MOKREG). A rendszer

közhitelesen tartalmazza az orvosi működéshez, a kamarai tagsághoz szükséges adatokat és alapvető forrása a bankkártya funkciók aktivizálásához szükséges információkat is.

A projekt szervezője és irányítója az aktív (intelligens) kártya rendszerek egészségügyi alkalmazásával közel két évtizede foglalkozó *Templar Partnership Company* volt.

Az orvos kártya első kontingense (több mint 38.000 kártya) elkészült. Kiosztásuk a MOK közreműködésével a CIB Bank által elkészített disztribúciós terv alapján ez év június hónapjától folyamatosan történik. Ezzel a kamara tagok kézhez kapják intelligens kártya formájában közhiteles, digitalizált fényképeket is tartalmazó működési igazolványukat és egyéni kívánságuknak megfelelően aktivizálhatják a korszerű, az eurokonform követelményeket kielégítő és számukra a hivatásuk gyakorlását elősegítő bankkártya funkciókat.

Az orvos kártya két oldalának felületét a következő ábra mutatja be:



A tulajdonos fényképének helye

A kártya érvényessége: hónap/év

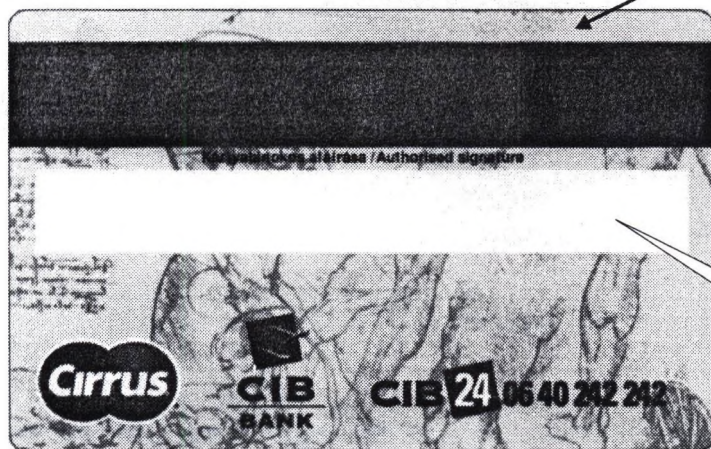
A tulajdonos neve, azonosító száma.

A kártya típusa: EMV OTS hibrid

Hagyományos mágnescsík: Cirrus/Maestro (Europay)
 Smart -csipkártya: EMV OTS, azaz Europay, Mastercard, Visa Off-the-Shelf nemzetközileg standardizált és a Bull által kifejlesztett Credit-Debit maszk

Multifunkciós chip:

credit/debit banki funkció
 Bármikor élesíthető, azaz tényleges fizető kártyává tehető. Jelenleg ezt a funkciót még a mágnescsík vállalja



A tulajdonos aláírásának helye

3. Az alkalmazás-fejlesztés további elgondolásai

A digitális - elektronikus - aláírás implementálása a kártyán:

A választott kártya típusa, az adatkezelési intelligencia, az adathordozó kapacitás kezelése lehetővé teszi a az európai elvárásoknak is megfelelő adat- és személyiségvédelmi, közhitelességi funkciók biztosítását. Az elektronikus aláírásról, az elektronikus iratok kezeléséről szóló törvény elfogadása esetén megteremtődnek a jogszabályi feltételei a kártya

közhiteles tranzakcióihoz szükséges feltételek kialakításának.

A kártya alkalmazása az egészségbiztosítás területén

Az Országos Egészségbiztosítási Pénztár kész arra, hogy befogadja a kártya alkalmazását az orvos - egészségbiztosító tranzakcióinak kezelésére. Ez az első lépés a kiterjesztett működési igazolvány funkciók bevezetésére, amely valamennyi kamara tag számára kényelmesebb é követhető ügyintézés biztosít (szerződés kötés, működtetési jog kezelés, pecsét szám nyilvántartás on-line kezelése, stb.).

A kártya alkalmazása a szakképzettségi szint regisztrálására

A kártya fizikailag alkalmas arra, hogy közhiteles, mindenkori szakképzettséget hordozó, igazoló eszközzé váljon. Bevezetéséhez a hazai szakképesítéssel foglalkozó intézetek háttérrendszereit kell a befogadásra alkalmassá tenni. Később szóba jöhet, hogy az IMOK "előkártyája" már az egyetemi évek alatt bevezetésére kerüljön "elektronikus index" formájában. Az elektronikus aláírás implementálása ezeket a funkciókat erősíti.

A kártya alkalmazása az orvosi munkahelyeken

A kártya működési igazolvány funkcióinak további kiterjesztését jelenti. Feladatai: az orvosi munkavállalás, az orvos gyógyító-megelőző tevékenységeinek közhiteles igazolása (az individuális teljesítés "számla-értékű" igazolása a biztosító felé), páciens kártya esetén az orvos-beteg találkozások tranzakcióinak követése.

A kártya alkalmazása magán gyógyító vállalkozásokban

A munkahelyi alkalmazások analógiájára a kártyát, mint egyedüli közhiteles elektronikus okmányt kell használni olyan esetekben, amikor az orvos például magán, kiegészítő egészség (beteg) pénztárak intézményeiben dolgozik. Már ma is van jelentkező felhasználó. Ezeknek az alkalmazásoknak a megvalósítása nyereséget biztosíthat a MOK számára.

Összegezve: ezeknek a feladatoknak a megvalósítása már átvezethet az Európai Unió előírásainak is megfelelő egészségügyi - orvosi professzionális kártya (*Health Professional Card*) hazai bevezetéséhez.

Levelezési cím:
Dr. Simon Pál
kandidátus, orvos informatikus
Templar Partnership Company
1114 Budapest, Szabolcska Mihály u. 5.
E-mail cím: simon@elender.hu

TARTALOMJEGYZÉK

oldalszám

Modellezés

Laczó József, Fazekas Csaba, Kozmann György: 13
Emberi karmozgások jellemzése az izületi elfordulások közötti kapcsolat stabilitásával

Fazekasné Kis Mária: 16
Idősor analízis alkalmazása halálozási okok adatainak elemzésére

Fazekas Csaba, Györi István: 20
A kompartment rendszerek farmakológiai alkalmazhatósága és identifikálhatósága

Kocsis László, Jurak Mihály: 24
Karmozgások jellemzésére használatos kinematikai paraméterek áttekintése

Orosz Miklós, Molnárka Győző, Nádasy György, Raffai Gábor, Monos Emil: 28
Érfalban ébredő mechanikai feszültség vizsgálata egyszerű viszkoelasztikus modell segítségével.

Kocsis László, Tóth András, Fazekas Gábor: 32
Féloldali bénultak felső végtagjának gyógytornáztatása ipari robottal

Multimédia az orvoslásban

Síkné Lányi Cecília, Simon Csaba, Papp Zoltán : 37
Magyar nyelvű oktatói segédprogramok a BLISS nyelvhez

Szabó Julianna, Csuti Péter, Páll Attila, Sikné Dr. Lányi Cecília, *Molnárné Lányi Ágnes: 41
Multimédiás képességfelmérő alkalmazás halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek számára

Kosztján Zsolt, Hogyor András, Sikné Dr. Lányi Cecília, Molnárné Lányi Ágnes: 45
Halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek számára készült MEMORY játék számítógépes programja

Lang Zoltán, Sikné Dr. Lányi Cecília, Dr. Lányi Zsuzsanna: 49
Multimédia a látásfejlesztésben (Látásfejlesztő multimédia program az óvodáskorú gyengénlátó gyermekek korai fejlesztésében)

Sándor Norbert, Várady Géza, Sikné Dr. Lányi Cecília, Molnárné Lányi Ágnes: 53
Halmozottan fogyatékos mozgássérült gyermekek vizsgálatára készült RAVEN teszt számítógépes programja

Balogh N., Kerkovits G., Karlócai K., Horváth L., Endersz F., Vecsey T, Lupkovics G, Wrana Gy, J. Riesmier, M. Eichelberg, D. Lemoine, J. Punis: 57
Kardiológiai ultrahang és angio multimédia leletek DICOM3 alapú telekommunikációja az Interneten

Biometria és epidemiológia

Boda Krisztina, Kozinszky Zoltán, Balogh Zsolt: 61
Többváltozós regressziós modellek alkalmazása orvosi kutatási adatokra statisztikai programrendszerekkel

Kozinszky Zoltán, Boda Krisztina, Bártfai György: 65
Terhességmegszakítást kérők fogamzásgátlási szokásainak elemzése logisztikus regressziós analízis segítségével

Horváth Gábor: 69
Anesztéziiai balesetek szisztematikus tanulmányozása a Teleonika segítségével

Nyári T., Cseh I., Woodward M., Szöllősi J., Deák J., Arzese A.: 73
HPV szűrés Magyarországon tünetmentes, női populációban

Orosz Miklós, Keresztfalvi László, Kékes Ede, Kozmann György: Vérnyomás jel és szívritmus variabilitás tulajdonságok ambuláns mérések alapján	75
Kozmann György, Kékes Ede, Szakolczai Krisztina, Szász Károly: Kardiológiai vizsgálóeljárások statisztikai tulajdonságai, költséghatékony vizsgálati stratégiák	79
Oktatás	
Jobbágy Ákos: Orvostechnikai oktatási programok harmonizációja	83
Dr. Kékes Ede, Dr. Balkányi László, Kovács Judit: Egészségügyi informatika - új utak az orvosképzésben	86
Halmi Lászlóné dr. Formanek Mária: Az Egészségügyi Informatika megjelenése a BME KKMFI MAI Orvostechnikai készülékek és rendszerek modul oktatásában	89
Dr. Balkányi László, Kovács Judit: Tudáskezelés, ismeretreprezentáció az Orvosi Szakmai Kollégiumok részére - IKTA kutatás-fejlesztési projekt – első lépések	93
Daragó László: Szükség van-e az egészségügyi informatikusra?	95
Kódolás	
Héja Gergely, Surján György: Kódtáblák konzisztencia-vizsgálata neurális hálózatokkal	97
Surján György, Héja Gergely: Vektor-tér alapú fél-automatikus kódolási módszer	102
Egészségügyi jelfeldolgozás	
Czinege László, Benyó Zoltán: EEG jelek autoregresszív modellezése agyi ischaemia vizsgálatára	106
Papp Viktor Marcell: Alvásfázis detektálás idő-frekvencia analízissel	110
Telemedicina	
Mógor Emil, Vassányi István, Szakolczai Krisztina, Tarnay Katalin: Kardiológiai adatbázis mobil elérése	116
Harmatné Medve Anna, Drozdik Béla, Mógor Emil, Vassányi István, Tarnay Katalin: Kardiológiai adatbázis mobil elérésének formális leírása	120
Pongrácz Ferenc., Truppe M.: Regisztrációs Algoritmusok Sebészeti Tervező/Navigációs Rendszerekben	128
Balogh Nándor: Az XML lehetőségei a magyar egészségügyi informatikában	132
Informatikai alkalmazások	
dr. Bordás István, Hevesi László: Egészségügyi adatvagyon leltár készítése	138
Békési László: Az Országos Egészségbiztosítási Pénztár informatikai rendszerének átalakítása. Felkészülés az intelligens egészségügyi kártya alkalmazására.	141
Simon Pál: Az Intelligens Multifunkcionális Orvos Kártya - IMOK	143



