

**VAS ÉS FÉMIPARI
MUNKÁSAKADÉMIA**



Szelezsán János

**A gondolkodás, szellemi
tevékenység, az információ-
feldolgozás gépesítése**

S Z E L E Z S Á N J Á N O S

A GONDOLKODÁS, A SZELLEMI TEVÉKENYSÉG:
AZ INFORMÁCIÓFELDOLGOZÁS GÉPESÍTÉSE

Kiadja

a Vas- és Fémipari Dolgozók Szakszervezete
és a

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
Műszaki Szakosztályai Országos Választmánya
1963.

A TIT Műszaki Választmánya Gépipari Szakcsoportjának
szerkesztésében készült

Szerkesztette:
LECHNER EGON

Felülvizsgálta:
FREY TAMÁS

Fk. Bruzsa László
A sokszorosítás a TIT sokszorosítójában készült
Budapest, VIII. Bródy Sándor u.16

Fizikai munka és szellemi munka

A technikai fejlődés folyamán az ember először a fizikai munkát gépesítette és e területen igen nagy eredményeket ért el. Az ember ma a földkitermelés nehéz munkáját exkavátorral végzi, nagy terhek emelésére óriás-darukat konstruálnak; nagy hidraulikus kalapácsok működnek, sok-sok szerkezet ismeretes, amely szinte gombnyomásra óriási erőt fejt ki. Az ember nehéz, fáradságos munkáját ma sok területen automatagépsorok végzik, s élő erők helyett traktorok húzzák az ekéket.

Mit is jelent lényegében a fizikai munka gépesítése?

Ismeretes, hogy a fizikai munka tárgya: anyag; az erőkifejtés az anyag mozgatásával - mechanikai átalakulásával kapcsolatos. Amikor fizikai munka végzéséről van szó, mindig világosan látjuk, hogy a munka folyamán mi alakul át; a munka tárgya és eredménye "kézzelfogható", reális dolog.

Az erőkifejtés energia felhasználást tételez fel. A fizikai munka gépesítése során szükség volt nagy energia-mennyiség létrehozására, meg kellett találni az egyes energiatípusok más típusokba való átalakításának módját, meg kellett oldani az energia szállításának /továbbításának / és tárolásának feladatát.

Az ember sikeresen oldotta meg az energiával kapcsolatos gondjait: a vízienergia, a szél-energia felhasználásával, majd a szénben és más folyékony anyagokban /benzin, stb./ lévő kémiai energia segítségével óriási gépek és géprendszerek működnek. Az atomenergia felszabadításá-

val az emberiség szinte korlátlan mennyiségű energiához juthat.

Megelégedhetett-e vajon az ember azzal, hogy csupán a fizikai munkát gépesítse?

Nem, nem elégedett meg. A történelem folyamán az ember létrehozott sok-sok olyan szerkezetet is, amelyek szellemi tevékenységében kitűnő segédeszközöknek bizonyultak. Sok-sok olyan berendezést ismerünk, amely az ember megfigyelő és emlékező képességét egészíti ki. A könyvek, a fényképek, filmek és a magnetofon az ember memóriáját egészítik ki, a mikroszkóp és a távcsövek az ember látókörét, érzékszervei hatósugarát tágitják.

A nagy energiahálózatokon kívül a világot telefonvezetékek is átszelik és ezeken éppugy áram folyik, mint a nagy energiahálózatokon, de míg az utóbbiak energiát hordoznak, az "áram révén", amely nagy és bonyolult gépeket mozgat meg, addig a telefonvezetéken egy hír, közlés, értesítés fut végig.

A táviró, a rádió, a televízió ugyancsak a hírközlés eszközei. A távirógépiró betűket ír, a rádió hangokat közvetít, a televízió képeket továbbít. Szaknyelven szólva azt szokás mondani, hogy ezek a szerkezetek "információ-közlő" eszközök. A magnetofon is "információ"-kat őriz meg; a filmek is bizonyos eseményeket "közöl"-nek; információt "hordanak". A mikroszkóp segítségével is "ismereteket" információkat nyerünk. Allapodjunk meg abban, hogy "információ"-nak nevezzük mindazt, ami a megfigyeléssel, ismeretek szerzésével stb. általában a szellemi tevékenységgel kapcsolatos.

Azt lehetne mondani, hogy míg a fizikai munka az energiával /átalakításával stb./ kapcsolatos, addig a szellemi munka lényegében az információk átadását /közlését, továbbítását/; megőrzését és átalakítását jelenti.

Egy regény írásakor információk mennek át az írótól az olvasóhoz. Az előadó információkat közöl a hallgatósággal egy adott tárggyal kapcsolatban. A mérnök által elkészített tervrajzok egy konstrukcióval kapcsolatos információkat tartalmazzák, ezen információk alapján történik a kivitelezés, a megvalósítás.

A matematikus bizonyos információt kap a kiinduló adatok formájában; megadott képletek alapján átalakítja a kiinduló információt. /A régi adatokból kiszámít egy új eredményt./

Az ember tehát létrehozott olyan gépeket is, amelyek szellemi tevékenységének végzésében segítik. Az ilyen gépek közül természetesen a "legfejlettebbek" azok, amelyek az információ "rögzítésén", továbbításán kívül az információ átalakítására is képesek, vagyis az információ feldolgozó rendszerek; ezeket "gondolkodó gép"-eknek is hívják. Az ilyen típusu gépek egy adott "kiinduló információ"-ból új információ létrehozására, olyan kérdések megválaszolására képesek, amelyekre a kérdések feladója, az ember esetleg csak több száz év alatt lenne képes válaszolni.

Látjuk tehát, hogy a szellemi tevékenység "tárgya", az, amivel a szellemi tevékenység kapcsolatos, különbözik a fizikai munka tárgyától. Az információ fogalmát nem azért vezettük be, hogy ezzel "elmisszifikáljuk" a dolgot: erre a közös elnevezésre azért van szükség, mert így egységesen kezelhető a szellemi tevékenység különböző megnyilvánulási formáinak összessége.

Amikor az első gőzgép megjelent, annak ellenére, hogy szerkesztőik az utolsó csavarig ismerték szerkezetét, egy sor igen súlyos probléma vetődött fel. Miből képes a gőzgép "munkát létesíteni"? Hőből! De hogyan lesz a hőből

munka, mozgás? Így jutottak el az energia általános fogalmához; kifejlődött az energetika tudománya.

Ugyanilyen komoly kérdések vetődtek fel, amikor a század közepén megjelentek olyan gépek, amelyek "tudást"; új "ismereteket" hordoznak létre, az információ átalakítását képesek elvégezni; olyan feladatokat oldanak meg, amelyek eddig csak gondolkodó szervezet működéseinek termékei lehettek. Miből? És hogyan? Ezekkel és az ilyen típusú kérdésekkel foglalkozik korunk fiatal tudománya: a kibernetika. Pontosan szólva a kibernetika az információnak gépek, élő szervezetek és ezek komplexumai által való befogadása, átalakítása, felhasználása és közlése módjaival foglalkozó tudomány. Más megfogalmazásban a kibernetika a vezérlés elmélete, az automaták legáltalánosabb tulajdonságát vizsgáló tudomány. Tárgykörébe tartoznak mind a mesterséges, mind az élő automaták; maga az ember is.

Természetesen szó sincs arról, hogy a kibernetika egyenlőséget tenne az ember és gép közé. Nyilvánvaló azonban, hogy a közös vonások felderítése kétszeresen fontos; az agy tevékenységének lemásolásával mind tökéletesebb és tökéletesebb automaták hozhatók létre, az automaták működésének elemzése révén az agy titkai tárulhatnak fel. Az "erőkifejtésre" ugyanolyan általános törvények érvényesek, ha azokat élőlény, vagy gép végzi; a magasban repülő sást ugyanolyan "erők" tartják a magasban, mint a még magasabban szálló repülőgépet. S nincs különbség a kettő között? Ennek ellenére van.

Az emberiség nagyon sokáig nem fogadta el azt, hogy életfunkciók tekintetében sok közös vonása van az élővilág összes tagjával: csak ezen "rokonság" elismerése tette lehetővé azonban, hogy patkányokon és majmokon olyan kísérleteket végezzenek, amelyek eredményeivel emberek millióit menthetik meg. Ez azt jelenti, hogy nincs különbség az ál-

latok és az emberek között? Nem, ez nem azt jelenti. Igen-
is van különbség, de vannak közös, hasonló vonások is.

Nincs okunk félni attól, ha sikerül olyan törvény-
szerűségeket felfedezni, amelyek egyformán jellemzők az
ember szellemi tevékenységére, és az olyan gépekre, amelyek
képesek átvállalni az embertől a szellemi munka esetleg nagy
részét. Első hallásra furcsának tűnhet, hogy az automaták
fogalmába az embert is beleértjük. Furcsa volt az is, hogy
egyszerűen az élőlények csoportjába sorolták. /sőt a ge-
rinces emlősök csoportjába!/ A gondolkodási tevékenység gé-
pesítése csak úgy mehet végbe, ha elfogadjuk, hogy az a-
utomaták viselkedésének közös törvényszerűségei vannak. Az
eddigi eredmények igazolják a feltevés helyességét: a ki-
bernetika tudománya "kiállta" a gyakorlat próbáit.

Néhány szó az információról és "gépesítéseinek" mód- jairól

Vizsgáljuk meg vajon az információnak milyen "léte-
zési módjai" vannak?

Figyeljük meg mi is történik, amikor a fotóriporter,
valamilyen érdekes eseményről számol be az olvasónak a vi-
lág messzi tájáról. Az információ a fényképezőgép lencsé-
jén keresztül a filmen vegyi folyamatok segítségével rögzí-
tődik. Előhívás után egy telegráf "letapogatja" a képet
s az információ pl. elektromos impulzuskombinációk formá-
jában fut végig a vezetéken a képhez mellékelt szöveggel e-
gyütt. Az impulzusokból újra képet hoznak létre, majd ez a
képre kerül. A kliséről az újságlapra jut. Innen esetleg
a figyelmes olvasó memóriájába kerül, aki emlékezetből le-
írja az újságban közölt információt ismerősei ré-
szére.

Láthatjuk, hogy az információ önmagában nem létezik,

hanem mindig csak anyaghoz kötve, noha maga nem anyag. S az ember gondolatai, az emberi memóriában tárolt információ vajon nincs anyaghoz kötve? Természetesen az embernek, mint információ tárolónak, hordozónak és "átalakítónak" az ezzel kapcsolatos tulajdonsága anyagi létében rejlik. A szellem, a gondolkodás nem létezik anyag nélkül, tőle függetlenül; az anyag az elsődleges, a gondolkodási képesség az anyagi világ egyes magasan szervezett képződményeinek tulajdonsága. Ezt a tulajdonságot az anyag hosszú évmilliókon keresztül a "kiválasztódás" törvényei szerint szerezte meg az "önfejlődés" folyamán.

A tudományos megfontolások - mint mondtuk - rámutattak arra, hogy felfedezhetők olyan törvényszerűségek, amelyek egyaránt jellemzik az ember gondolkodási tevékenységét, és a gépek információ-feldolgozási tevékenységét; a gondolkodási folyamatnak vannak olyan tulajdonságai, amelyek gépekkel lemásolhatók és a gépek működési alapelveiből kiindulva le lehet vonni következtetéseket az élő szervezetek gondolkodási tevékenységét illetően. A természet sok folyamatát, jelenségét sikerült már gépekkel utánozni, "modellezni"; miért ne lehetne lemásolni, utánozni a bonyolult "természetes automatákat"?

Ahhoz, hogy az információ feldolgozását gépesítsük, meg kell vizsgálni, hogy ehhez milyen alakban célszerű azt ábrázolni.

E kérdésnél a jel fontos szerepe domborodik ki. Azt lehetne mondani, hogy az információ feldolgozó rendszerek voltaképpen "jelzési rendszerek"; olyan rendszerek; amelyek jelekkel dolgoznak.

Az információnak jelkombinációk alakjában való ábrázolása jól ismert, hiszen a mindennapi "információcse-

re" betűk kombinációjából álló szavak révén megy végbe. Ilyenkor az információt betűk segítségével "kódoljuk". Más szóval beszédünk, s az írás gondolataink megjelenési formája. Ismeretes, hogy egy és ugyanazon fogalmat a világon igen sokféleképpen "fejeznek ki". Az angolok pl. azt a dolgot, ami fából van, több lába és egy lapja van, amelyen pl. enni szoktak az a, b, l, e, t betűk segítségével jelöli meg, úgy hogy ezeket a table sorrendbe írja fel. Ezt magyarul az a, l, s, t, z betűkkel asztal alakban írják. Gondoljuk csak meg, az egész világon milyen sok egymástól különböző jelkombinációkkal ábrázolják ezt a fogalmat. Az asztalt nemcsak betűkkel kódolhatjuk; a rajz is jól kifejezheti az asztal fogalmát.

Ismeretes viszont, hogy a Morse ABC-ben nincs szükség arra a rengeteg különböző típusu jelre, amit a különféle népek használnak. Itt egy vonással /-/ és egy ponttal ./ illetve ezek kombinációjával írják fel mindent. A fogalmak a gondolatok az információ tehát egységesen és összesen két jellel is jelölhető, kódolható lenne.

Az információt tehát, amikor az emberek egymásközötti kapcsolatában megjelenik, "kifejezésre jut", mindig jelek valamilyen kombinációja "hordozza". Feltételezik, hogy az agyban is e jelek különféle kombinációjaként vannak jelen a "gondolatok", a "tudás", szóval az információ.

Természetesen ezt nem úgy kell elképzelni, hogy az agyban /mondjuk annak felületén/ a betűk úgy helyezkednek el mint a papíron. Mindenesetre helyesnek látszik az az elképzelés, hogy az ember szellemi ténykedései az agy jelfelvevő, jelfeldolgozó képességén alapszanak.

Az információ feldolgozás gépesítésekor az információt tehát ugyancsak valamilyen jelek kombinációjával kell tárolni, rögzíteni.

Megfigyelhető azonkívül, hogy az információ feldolgozása, átalakítása, új információ létrehozása lényegében azt jelenti, hogy valamilyen műveletet végezzük a jelkombinációkkal. Ha például a 52×38 szorzást kell elvégezni, akkor végeredményben azt kell tenni, hogy ehhez a jelkombinációhoz egy szabály alapján meg kell keresni az új, az eredmény-jelkombinációt: 1976-ot.

Ha a szellemi tevékenységet "megnyilvánulás." oldalairól tanulmányozzuk, látjuk, hogy a jelek, ill. jelkombinációk itt központi helyet foglalnak el. E folyamat gépesítésénél tehát igen sok mulik azon, hogy sikerül-e olyan berendezéseket konstruálni, amelyek jeleket biztonságosan megőriznek, és képesek nagyon gyorsan elvégezni jelkombináció-átalakító "műveleteket".

Itt megjegyezzük, hogy az automaták viselkedését, magát az "automatizmust" /önműködést/ is az biztosítja, hogy az adott automata képes egy csomó jelet érzékelni; bizonyos más jelekkel ezeket összehasonlítani. Más szóval maga a vezérlés is "információs" művelet. Világossá válik ez, ha meggondoljuk, hogy vezérelni olyan folyamatokat lehet, amelyeknek igen sok állapota lehetséges; a vezérlés nem jelent mást, mint olyan parancsot "teljesíteni", amely meghatározza, hogy a sok lehetséges állapot közül a rendszer éppen melyiket vegye fel: ilyen parancsot azonban jelekkel, ezek kombinációjával tudunk továbbítani, mozgatni, összehasonlítani, értékelni stb.

Mi most nem foglalkozunk általában a jelekkel, és a vezérléssel; azzal sem, hogy hogyan valósul meg a jelek atalakulása és a vezérlés az agyban; megvizsgáljuk viszont, hogyan, milyen elvek alapján működnek azok a berendezések, amelyek "gondolkodási" tevékenység végzésére képesek.

Az információ feldolgozás gépesítésekor különösen olyan ábrázolásmódok jöttek tekintetbe, amelyekhez egyszerű fizikai jelenségek, fizikai állapotok rendelhetők hozzá.

Különösen alkalmasnak bizonyult a Morse abc-hez hasonló olyan jelrendszer, amely összesen két jelből áll: ezt a két jelet számjegyek is tekinthetjük és 0-val, ill. 1-el jelöljük. E két jel segítségével tetszőleges információ ábrázolható.

A napjainkban alkalmazott un. tízes számrendszerben a számok ábrázolása 10 jellel: a 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 jelekkel történik. Az olyan számrendszert, ahol csak két jel van, kettes számrendszernek hívjuk: ebben a számrendszerben pl. tizenkilenc: az 10011 alakban írható fel. E két jel segítségével bármely szám ábrázolható, de ábrázolhatók pl. a szavak is,

Kihangsúlyozzuk: igen fontos, hogy az információ ábrázolására bevezetett jelek, számok is legyenek egyuttal. Bevezethetők ugyan tetszőleges, "furcsa" alakú jelek /hieroglifák/ is; vagy pl. mint a Morse-jelek esetén pont és vonások kombinációja is. A számtípusú jelek nagy előnye, hogy műveleteket tudunk végezni velük.

A számtani műveletekre sok "információ átalakítási" művelet visszavezethető. Pontokkal és vonásokkal nehéz lenne műveleteket végezni. Mennyi egy vonás meg három pont? Erre nem is tudunk válaszolni, viszont a számtani műveleteket az emberiség már régóta bevezette és használja.

Azzal, hogy milyen jelsorozat mennyire alkalmas az információ "hordozására" a kibernetika egyik fontos ága az információelmélet foglalkozik. /Megemlítjük, hogy létrehoztak már olyan jelsorozatból álló "nyelvet" is, a-

mellyel feltehetőleg "információ-csere" kapcsolatokat lehet majd teremteni távoli égitestek esetleges élőlényeivel is./

Vannak olyan elképzelések is, hogy az ember idegrendszerének tevékenysége két jel segítségével ábrázolt "információ-forgalmat" jelent, a két jel az ingerület gátlás váltakozásának jelensége.

Egyes primitív törzsekről kiderítették /Torres sziget lakói/, hogy kettes számrendszerben számolnak. Feltevések szerint az ősember a számolást ugyancsak két jel segítségével végezte.

Nemcsak számok írhatók fel két jel, a kettes számrendszer segítségével, hanem a betűk, szavak, tehát a fogalmak, azaz tetszőleges információ is. Megállapodhatunk például abban, hogy az a betűt 10001-el, a b betűt: 11000-val jelöljük; s.i.t. De ugyis eljárhatunk, hogy pl. az asztal szónak a 1000111 kombinációt; az ablak szónak pedig 110011 kombinációt s.i.t. feleltetjük meg.

A két jel segítségével való információ ábrázolás azért is előnyös, mert a két jel illetve ezek kombinációi fizikailag könnyen megvalósíthatók.

Mondhatjuk például azt, hogy ha egy kapcsoló be van kapcsolva, akkor az egyest jelent, ha nincs, akkor 0-t. Ha egy elektromos jelfogó meghuz, akkor az 1-es jelet hozza létre, ha elenged, akkor a 0-t. Ha egy elektroncső vezet, akkor 1-est realizál, ha nem, akkor 0-t. Ha egy adott ponton van impulzus, akkor az 1-esnek felel meg, ha nincs, akkor 0-nak. Ha egy anyag egy adott pontja mágnesezve van, akkor ott 1-es jelenik meg, ha nincs, akkor 0., stb.

De előnyös a két jel azért is, mert a kettes számolórendszerben igen egyszerűek a művelati szabályok.

A kettes számrendszerben a szorzó tábla a következő:

$$1 \times 1 = 1$$

$$1 \times 0 = 0$$

az összeadó tábla:

$$1 + 1 = 0 \text{ és maradt } 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$0 + 0 = 0$$

Ennek a két táblának a segítségével bármilyen művelet elvégezhető. Igaz ugyan, hogy kettes számrendszerben a számok igen hosszúak, sok jegyből állnak, sok "részműveletet" kell elvégezni, de látjuk, ezek igen egyszerűek. A gépeknél nem számít az, hogy sok "elemi" művelet van; inkább lényeges, hogy ezek egyszerűek legyenek.

Nagyon könnyű két jeltől álló jelkombinációk összehasonlítása is. A kettes számrendszer /két jel/ segítségével jól leírhatók a "döntési műveletek" a logika műveletei is. A logika ugyanis, amelynek segítségével a gondolkodási tevékenység formálisan jól elemezhető és felépíthető, ugyancsak két - a 0, és 1 /igen nem/ - értékkel számol. A logikai olyan állítások /un. itéletek / vizsgálatával foglalkozik, amelyek vagy igazak, vagy hamisak. Ha egy állítás igaz, akkor értéke: 1, ha hamis, akkor 0. Egyfelől a logikai feladatok ábrázolása válik a kettes számrendszer alkalmazásával könnyebbé, másfelől a gép logikai áramköreinek felépítésénél fel lehet használni a matematikai logikát.

A "gondolkodó gépekben" a két jelet impulzusokkal /pl. feszültség-lökés/ hozzák létre. Pl. ha egy elemzőroncsó éppen "vezető-állapotban" van, akkor ez a cső a bonyolult áramkörben 1-est jelent, ellenkező esetben 0-t. Amikor a gép működik, akkor abban egyesek és nullák

"futnak ide-oda"; azaz a gép elektroncsövei igen gyorsan változtatják állapotukat /vezetnek vagy nem vezetnek/; a másodperc tört része alatt billennek át az 1-es helyzetből a 0-ba és fordítva.

Minden információ a gépben impulzuskombinációk formájában van jelen. A műveleteket a gép impulzuskombinációkon végzi és impulzuskombinációk vezérlik magát a gépet is. Az első gépek jelfogós, majd elektroncsöves áramkörökből álltak. Ujabban inkább félvezetős és mágneses áramköröket használnak: ezek alkalmazása révén jelentősen nő a gépek megbízhatósága; csökken a térfogatuk. Vannak már televízió-készülék nagyságu gépek is, ezek legalább olyan "okosak", mint sokkal nagyobb méretű "őseik".

Milyen funkciókat kell elvégeznie egy olyan gépnek, amely "gondolkodási", információ átalakítási munkát végez el?

Nyilvánvaló, hogy elsősorban "emlékezési képességel" kell rendelkeznie. Az "emlékezés", az információk tárolása céljából a gépeket memóriával látják el. A jelenlegi gépek jórészt mágneses memóriával működnek: pl. egy mágnesezhető felület szolgálhat erre a célra; ha ezen egy adott pont mágnesezve van, akkor ott egyes áll, ha nincs, akkor 0. Az "emlékezetbe" való bevésés beirófejek segítségével történik; az olvasás olvasófejekkel. Sikerült már olyan memóriákat is létrehozni, amelyeken több millió kettes számrendszerbeli számjegy /0 vagy 1/ "elfér", s ráadásul "emlékezési idejük" is igen rövid: egy másodperc alatt sokmillió jelet, ill. jelkombinációt képesek kiolvasni, illetve beírni. A gépek memóriája aktív, "dinamikus adattár", onnan nemcsak kiolvasni, hanem tetszőleges pillanatban beírni is lehet. Az információ feldolgozása folyamán a részeredményeket és az eredményeket a gép képes megjegyezni s azt később felhasználni.

Ujabban modern mágneses anyagok /un. ferrit-gyűrűk, mágneses hárttyák/ segítségével nagykapacitású és igen gyors memóriákat hoznak létre. A kutatások a kapacitás /befogadóképesség/ növelését, a méretek csökkentését és az "emlékezési sebesség" növelését célozzák.

Másik fontos egysége a "gondolkodó gép"-nek, a műveletvégző egység. Ez végzi a kettős számrendszer szabályai alapján a műveleteket impulzusok segítségével, mégpedig "impulzus sebességgel": van olyan gép, amely egymillió műveletet végez el 10-15 jegyű számokon egy másodperc alatt. Az ember itt lemarad: ilyen "művelési sebességet" nem képes meg sem közelíteni.

A gép vezérlő egysége vezérli a gépet működése során. Ezen gépek ugyanis teljesen automatikusak. Pontosabban szólva programvezérlésűek. Ezt ugyanis lehetne mondani, hogy "taníthatók". Előre meg lehet adni a gépnek a feladat megoldásának programját akár milliárdszor milliárd művelet erejéig. A memóriába bevitt program ugyancsak 0 és 1 jelek kombinációja: ez impulzuskombinációk formájában realizálódik. Aláhúzzuk, hogy a vezérlés a gépeknél jelek sorozata révén megy végbe: a "jelek futnak" egyik helyről a másikra, viszik a parancsokat, valamint a teljesítésről szóló értesítést. A gép logikai szerkezete olyan, hogy a vezérlőegység elektroncsöveinek "állása" bármely pillanatban meghatározza a műveletek elvégzéséhez szükséges, a gép többi egységében lévő elektroncsövek állapotát. A vezérlőegység elektroncsövei viszont onnan tudják, hogy milyen állapotot kell felvenniük, hogy az ember programmal /1-esek és 0 kombinációja/ előre megadja ezt.

A program voltaképpen un. utasítások sorozata; az utasítások a gép "szavai", ezeket "érti" meg, ezek segítségével lehet "parancsokat" adni. A vezérlőegység e

parancssorozatok alapján vezérli a gépet úgy, hogy az adott feladatot megoldja. A gép képes olyan utasítások végrehajtására is, amelyek saját programját változtatják meg.

A megoldandó feladatokat a gép nyelvére "le kell fordítani". A gépek "nyelve" ugyanis speciálisabb, szűkebb, mint az emberi nyelv. A gépek nyelvére való "fordítást" programozásnak nevezik. Vannak már olyan gépek is, amelyek rendelkeznek ún. programozó programmal: ezeknél a feladatot az "emberi nyelvhez", a matematika jól megszokott nyelvéhez közelálló módon kell felírni, a gép ezt is megérti és ezt a gépi és emberi nyelv közötti nyelvet lefordítja saját nyelvére: saját maga programozza a feladatot.

A gép bemenő-egységén keresztül kerül be az információ a gépbe /az adatok és a program/. A bevitel is automatikusan történik, pl. lyukszalag segítségével. A szalagon lyukak kombinációja jelenti az 1-esek és 0-ák kombinációját. A bemenő egység a lyukkombinációkat impulzuskombinációkká alakítja át.

A kimenő egység az eredmények kiírását végzi; betűk vagy számok - ha szükséges, különféle táblázatok - alakjában nyomtatja ki az eredményt. Folyamatok vezérlése esetén a jeleket közvetlenül viszik át a vezérlendő szerkezet bemenetére.

Az utóbbi két egység voltaképpen a "külvilággal" köti össze a gépet.

A "gondolkodó gépek" méreteiket tekintve jelenleg távolról sem olyan "gazdaságosak", mint az emberi agy. Feltevések szerint az emberi agyban 10 milliárd idegsejt /neuron/ van, amit azt jelenti, hogy kb. 10 milliárd jegy /0-vagy 1/ tárolására képes. Az emberi agy térfoga-

ta 1 liter kb. Ha olyan gépet akarnánk építeni a jelenlegi eszközeinkkel, hogy abban 10 milliárd "emlékező elem" legyen, akkor annak közel százezer köbméter térfogatúnak kellene lennie. Nyilvánvaló, hogy az újabb és újabb kistérfogatú elemek bevezetésével ez a méretbeli különbség lényegesen csökkenthető lesz.

Számolási sebesség tekintetében viszont máris a gépek vannak előnyben. Az ember irodai számológéppel 5 másodperc alatt végez el egy műveletet. A STRETCH-nevű gép egy másodperc alatt egymillió műveletet végez el. Jobban szemlélteti a helyzetet a következő összehasonlítás: 10 milliárd műveletet egy ember asztali számológépen 30 év alatt végezne el; a STRETCH kb. 3 óra alatt.

Ezeket a gépeket, amelyekről szó van szaknyelven digitális automatikus programvezérelt elektronikus számológépeknek /számítógépeknek/ hívják. Ez az elnevezés onnan ered, hogy kezdetben főleg számítási munkák végzésére használták őket.

Az első ilyen gép 1944 körül készült el az USA-ban /az ENIAC-nevű gép/. A "gondolkodó gépek" "atyjának" Neumann János magyar származású amerikai tudóst tekintik. Az eltelt alig két évtized alatt a "gondolkodó gépek" építésének technikája rendkívül gyorsan fejlődött. Alkalmazási körük is nagy ütemben szélesedett. Jelenleg a világon több mint tízezer ilyen gép üzemel. Várható, hogy néhány éven belül felépülnek olyan gépek is, amelyek egy másodperc alatt százmillió műveletet végeznek el. Valószínűleg jelentősen csökken majd előállítási költségük is. Ma még meglehetősen drágák: több tízmillió forintba kerülnek.

Szerkezetük természetesen meglehetősen bonyolult. Több kilométer hosszú "vezeték" képezi az impulzusok útját, meglehetősen sok elágazással, több tízezer elektron-

csövet, kondenzátort, félvezető elemet tartalmaznak.

Hövid ismertetésük keretében nem merülünk bele a gépek szerkesztési elveibe; ehelyett rátérünk alkalmazásuk lehetőségeinek bemutatására.

A gondolkodási tevékenység gépesítésének néhány eddig feltárt területe

Bátran megfogalmazhatjuk a dolgot úgy, hogy minden olyan gondolkodási tevékenység gépeknek adható át, amelyet sikerül elemi lépések sorozatára lebontani. Voltaképpen azt lehetne mondani, hogy minden olyan feladatot meg lehet oldani géppel, amelyet egy nagyon jó memóriával rendelkező igen gyors és "szorgalmas", az utasításokat betűszerint betartó szinte a legcsekélyebb önállósággal sem rendelkező "hivatalnoknak" adhatunk; olyan hivatalnoknak, aki igényli, hogy minden előforduló nehézségre előre felhívják a figyelmét, legalábbis közölgjék vele, hogy adott esetekben mitől függően milyen lehetőségek között válasszon. Utóbbi körülmények feltétlenül kiemelendő: a gépnek ugyan - mint már említettük - meg kell adni egy a megoldás menetét pontosan leíró programot, de ez a program tartalmazhat olyan "elágazásokat" is, amelyeket a gép választ ki a megoldás folyamán kialakuló feltételektől függően. A gép tehát nem teljesen "merev" program alapján végzi feladatát: képes adott feltételektől függően saját programját is megváltoztatni.

Nem térünk ki részletesen arra, hogy ezek a funkciók milyen módon valósulnak meg; ehelyett példákat hozunk fel, amelyek illusztrálják, igazolják azt a felfogásunkat, hogy nyugodtan beszélhetünk a szóban forgó gépekről úgy, hogy azok a gondolkodási tevékenységben, a szellemi munkában segítik az embert.

Elsőként a számítási munkák körét említhetjük. He-lyesebben matematikai feladatok megoldásáról van itt szó: a matematikai feladatok általában /még az igen bonyolultak is/ visszavezethetők olyan alakra, hogy megoldásukhoz csak az alapműveletek és néhány logikai művelettipus kell.

A tudomány és technika területén megoldandó feladatok a matematika nyelvén viszont általában megfogalmazhatók: így az információfeldolgozó "gondolkodó" gépek segítségével sok-sok tudományos és műszaki feladat megoldható.

Bátran állíthatjuk, hogy a szóban forgó gépek nélkül nem lehetnének űrrakéták. A rakéták pályájának számítása, de méginkább a rakéta vezérlése "emberi" erővel teljesen megvalósíthatatlan.

A legbonyolultabb atomfizikai számítások elvégzése is rábizható e gépekre.

Jól felhasználhatók a meteorológiában is. Az időjárás alakulása is jól leírható a matematika nyelvén, azonban a szükséges számítások mennyisége olyan nagy, hogy kézi erővel /pl. asztali számológépekkel/nem végezhető el. Ha a meteorológiai jelzőállomások számát /ahol a méréseket végzik/ kellően felszaporítanák és a mérési adatokat "gondolkodó gépekkel" dolgoztatnák fel, az időjárást igen megbízhatóan meg lehetne jósolni. Alig lehet felbecsülni, ennek a hétköznapi életbeni hasznát és fontosságát.

A "gondolkodó" gépekkel a gazdasági és a műszaki tervezés munkáját is gépesíthetjük. A gazdasági életben is mennyiségi összefüggések érvényesek különféle tényezők között. Ezeknek a vizsgálata klasszikus módszerekkel nagyon sok esetben azért nehezen keresztülvihető, mert az egyes tényezők között igen bonyolult, szinte áttekinthetetlen kölcsönös kapcsolatok állnak fenn. Ezeknek a köl-

csönhatásoknak a megfejtését rábizhatjuk a programvezérelt digitális gépeinkre, s ezáltal a gazdasági tervezés hasznos eszközévé tehetjük azokat.

A műszaki tervezésben is gyakorta hasonló problémák állnak fenn, ahol szintén hasznosaknak bizonyultak az elektronikus számológépek. Sikerrel oldottak meg gondolkodó gépekkel áramkörtervezési feladatokat; igen sok bonyolult felépítésű elektromos áramkört, hálózatot egyszerűsítettek gépi módszerekkel. Alkalmasak különféle konstrukcióju be rendezések összehasonlítására is, s ezáltal az egyes variációk közül az optimális anélkül is kiválasztható, hogy azt el kellene készíteni. Ezért a tervezőirodákban nélkülözhetetlen eszközök lesznek a gépek. E gépekkel ugyanis olcsón és gyorsan végezhető el un. "gondolat-kísérletek". Ezek pótolják majd az igen költséges valódi kísérleteket.

Sikerrel hasznosíthatók a szóban forgó gépek az irányítástechnikában is. Szerszámgépekkel összekapcsolva őket elérhető, hogy igen bonyolult profilokat részletekbe menő megmunkálási utasítás, műszaki rajzok nélkül is elkészítsen a szerszámgép, mert a "gondolkodó gép" a konstrukció matematikai feltételei alapján kialakítja a megmunkálás menetét és "irányítja" a szerszámgépet. A szerszámgépeken tulmenően teljes technológiai folyamatok irányítását is rábizhatjuk a gépekre. A vegyiparban, különösen a nitrogén és kőolajtermékek feldolgozásánál, valamint a kohászatban és a gépgyártásban is több komplex automata üzemet hoztak létre, amelyek irányítását teljesen gépek végzik. Az ember feladata itt lényegében az irányító gépek /sőt esetleg csak az irányító gépek irányító gépének/ ellenőrzésére. Az ember az automatikus gyár esetén megszabadul azoktól a feladatoktól is, amelyek ugyan nem jelentettek nehéz fizikai munkát, de fárasztó szellemi tevékenységek voltak: a fo-

gantyuk és nyomógombok kezelésétől. A helyzet egyébként úgy áll, hogy az ember a modern technika révén keletkező gépeknél mind kevésbé válik be; az ember gyorsnak és megbízhatónak hitt reflexei, áttekintő képessége kezd "lassu lenni". Eppen ezért a termelés növeléséhez a vezérlési funkciókat is gépekre kell átruházni.

Alig lehet fölértékelni annak a jelentőségét, hogy gépekre bizhatjuk rá üzemek, gyárak vezérlését. Nagyon sok olyan technológiai eljárás dolgozható ki, amely ugyan az ember számára mérgező környezetet jelent, de sokkal, sokkal gazdaságosabb. A géprobotok olyan körülmények között is létezhetnek és irányíthatnak, vezérelhetnek, ahol az ember erre nem képes /pl. atomreaktor/. Nagyon sok munkafolyamat erősen gyorsítható lenne, de ehhez az ember vezérlése igen "lassu".

A "gondolkodó" gépekkel megvalósítható az ügyviteli és a dokumentációs munka automatizálása is. Már működnek olyan gépek, amelyek egyéb segédberendezésekkel kiegészítve egész vállalatok bérszámfejtését, könyvelését és raktárnyilvántartását automatikusan végzik. Egy nagyobb fajta "gondolkodó gép" egy óra alatt képes 20-30 ezer dolgozóból álló gyár teljes bérszámfejtését elvégezni. Ugyanakkor más gépek nagyobb könyvtárak bibliográfiái, dokumentációs tevékenységét automatizálják.

A "gondolkodó" gépek igen érdekes logikai feladatok elvégzésére is alkalmasak. "Megtaníthatók" például sakkozni. A jelenlegi gépek noha még csak közepes sakkozóknak tekinthetők, mégis alkalmasak arra, hogy az igen sok lehetséges lépés közül kiválasszanak egy "kedvező" lépést. De nemcsak a sakkjáték, hanem bridzs, egyéb kártya és logikai játék szabályaira is megtaníthatók.

A közelmúltban gondolkodó gépek segítségével fej-

tették meg a szovjet kutatók a maya írásjeleket. Természetesen ennél sokkal gyakorlatibb nyelvészeti alkalmazásai is vannak ezeknek: ma már elvben megoldottnak tekinthető a gépi fordítás egyik nyelvről a másikra. Ha jól meggondoljuk ez lényegében nem is olyan nagyon bonyolult dolog. Amint már említettük, tetszőleges információ felírható két jel, a kettes számrendszer segítségével. Kódolhatók tehát a szavak és a nyelvtani szabályok is.

A gép memóriájába beírjuk a kódolt szótárt mindkét nyelven. Mivel a gép összehasonlításra is képes, képes arra is, hogy valamely szó másik nyelvbeli megfelelőjét megtalálja. A nyelvtani szabályok segítségével pedig a szavakból felépíti a mondatot. Egyelőre még a gépi fordítás kezdeti szakaszában vagyunk, de már igen jól használható nyers fordítások készültek gépi uton. A Szovjetunióban az orosz-angol gépi fordítás mellett foglalkoztak orosz-magyar fordítással is. Az USA-ban az egyik géppel egy óra alatt 60 000 szót fordítottak le a Pravdából oroszról angolra. A speciális szakszövegek fordítására lényegében már a mai gépek is alkalmasak. A kapacitás és a gépek sebességének a megnövelésével nincs akadálya annak, hogy műfordítások készüljenek géppel.

A gyógyászatban is hasznos segítőtársai lehetnek a gépek az embernek. Az orvos által megállapított tünetekből a gépek kóradatok és statisztikák összehasonlításával igen hasznos diagnosztikai javaslatot tehetnek. De segítségül veheti e gépek logikai tevékenységét a bíró is, hiszen e gépek törvények minden előírását képesek adattárukban elraktározni, s az egyes bírósági ügyek tényeit ezek szerint értékelik. Ezzel az ügy értékelésében hasznos tanácsot adnak a bírónak is.

Írattak már költeményeket gépekkel, és zenét is komponáltak. Nem is a gép által írt versek és dallamok minő-

sége a lényeges, de itt is szellemi tevékenységről van szó! Még akkor is, ha egyszerűen utánoznak! Nem, nem állítjuk, hogy a gépek éreznek, hogy érzelmeik vannak, mint ahogy azt sem állítjuk, hogy emberek. Sőt nem is élőlények. A gépek célokat maguk elé kitűzni nem képesek. De nem hasznosak-e ha az ember céljait megvalósítják? Jól, pontosan az ember javára, és az ember helyett!

"Kapcsolatuk" az emberrel mind szorosabbá válik. Működik már olyan berendezés is, amely közvetlenül az ember gondolatait valósítja meg. A Szovjetunióban elkészítettek egy "műkezet". Csonka karu ember csonkjának idegvégződéseit egy "gondolkodó gép" "idegvégződéseivel", áramköreivel hozták összeköttetésbe. A gép egy műkezet vezérelt, amelyet a "gondolkodó gépen" keresztül közvetlenül az ember gondolatai mozgattak. Ha az ember arra gondolt, hogy adott tárgy után nyúl, a műkéz engedelmeskedett az ember gép által "tolmácsolt" akarataának.

Jósihatunk-e ebből a jövőt illetően? Nem könnyű feladat: de az emberi lángelme sok merész álmot valósított már meg! S látjuk, a lehetőségek szinte korlátlanok.

Szerkesztettek már olyan gépeket is, amelyek külféle jelek felismerésére képesek s végeztettek már géppel bizonyos matematikai bizonyításokat is.

Nincs e remény arra, hogy a tudomány és technika e nagy vívmányaival lehetőség nyílik majd a vakok látásának visszaadására? Az idegrendszer géppel történő modellezése révén nem nyílik-e lehetőség arra, hogy az ember "konstrukciójának" ismeretében javítsunk-e konstrukció gyengeségein? Sok biztató eredmény van, s a materialista tudomány nem retteg a titkoktól; a dolgok

mélyére hatolva a világ megismerésére törekszik. S hol vannak a határok? Lesznek olyan gépek is, amelyek okosabbak mint az ember? Félni kell, hogy az ember felesleges lesz? A gépek esetleg fellázadnak az ember ellen?

Ezek a kérdések fél szottak vetődni a "gondolkodó gépek" lehetőségei láttán.

A határokat illetően jósolni nem könnyű, de anynyi biztos, hogy ezeket a gépeket az ember hozta létre; az ember által kitűzött feladatokat oldanak meg; saját célokat maguk elé kitűzni sohasem lesznek képesek. Az emberi tudat: társadalmi tudat; a legmagasabbrendű "mozgásfajta" terméke. A gépek csak eszközök, amelyekkel lemásolható ugyan a gondolkodási folyamat is, de ezzel a képességgel az ember ruházza fel azokat. Az ember által idomított háziállatok sokkal erősebbek és ügyesebbek is lehetnek, mint az ember. S nem az ember céljai szerint tevékenykednek mégis?

Mi lesz, ha mindent gépek végeznek? Az embernek egyáltalán nem lesz tennivalója?

A gépesítés és az automatizálás tényleg felvet társadalmi problémákat is, ezek a kapitalista társadalomban súlyossá is válnak majd. Szocialista társadalomban viszont elengedhetetlenül szükséges, hogy a közös javak termelése magasszintű termelékenységgel folylyék: tervgazdaságban ez nem munkanélküliséghez és válsághoz, hanem magas életszínvonalhoz, a kommunizmus -hoz vezet. Bátran kimondhatjuk, hogy a kommunizmus felépítéséhez elengedhetetlenül szükséges, hogy mindazt amit lehet gépekre bizzunk rá. Az ember alkotóereje is mindinkább felszabadul; nem kell fáradtságos rutinmunkára pazarolni erejét. Ettől még nem "satnyul" el sem szellemileg, sem testileg. A természet, a világ megis-

merése és az ember céljaira való átformálása útjának csak a kezdetén tartunk még. Nehéz megjósolni, hogy 500 év múlva milyen teendői lesznek az embernek. 500 évvel ezelőtt is nehéz volt erre választ adni.

A perspektivák igen lelkesítőek: magas életszínvonal, fáradtságos rutinmunkában rövid munkaidő; az ember alkotóerejének felszabadulása.

Mindehhez az szükséges, hogy mindaz, ami a béke, a haladás szolgálatába állítható, ne a pusztítás céljait - szolgálja. Az atomenergia az első időkben csak a rombolás célját szolgálta; háborus feladatok megoldására használták fel az első "gondolkodó gépet" is. Ma is e két eszköz együttes alkalmazásával képes lehet az emberiség bámulatos pontossággal és erővel eltüntetni a Föld színéről kulturákat és népeket. De képes boldogságot és napfényt is teremteni. Mégpedig már itt a Földön.

TARTALOMJEGYZÉK

Fizikai munka és szellemi munka.....	3
Néhány szó az információról és "gépesítéseinek" módjairól.....	7
A gondolkodási tevékenység gépesítésének néhány eddig feltárt területe.....	18