

**VAS ÉS FÉMIPARI
MUNKÁSAKADÉMIA**



Német Pál — Szelezsán János

**Korunk új tudománya
a kibernetika**

NÉMETH PÁL - SZELEZSÁN JÁNOS

KORUNK ÚJ TUDOMÁNYA A KIBERNETIKA

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

1. B e v e z e t é s

A modern tudományok fejlődésében két eltérő vonást tapasztaltunk.

A tudományok fejlődésének egyik iránya a specializálódás. Nagyon sok korábban egységesnek vélt, a jelenségek egész sorát átfogó tudomány kisebb részekre, tudományágakra szakadt szét. Ezek az új tudományok a jelenségek egy szűkebb körét, speciális kérdéseit vizsgálják. A specializálódás oka az, hogy az egyre mélyülő kutatási módszerek, az egyre tökéletesedő kutatási eszközök olyan jelenségekről is kimutatnak különbségeket, amelyeket a régebbi módszerekkel és eszközökkel megkülönböztethetetlennek tartottak. Így osztoznak kisebb részekre az önálló tudományok, miközben mindegyik új tudomány is pontosan meghatározza vizsgálatának tárgyát, eszközeit. Szembetűnő ez a jelenség a villamosságban. A villamosságban ezelőtt 80 évvel még egységes tudomány volt. Később erősáramu és gyengeáramu elektrotechnikára bomlott szét, s napjainkban pedig már meg sem lehetne határozni, hogy hány önálló területe van. Hiszen ide tartoznak annyira különböző kérdések, mint az elektromos energia átalakítása, a villamos motorok, a rádiókészülékek, táviró és távbeszélő berendezések, műszerek, de a modern orvostudomány gyógyító berendezései és a radarberendezések, a televízió és a mesterséges égitestek hírközlése is.

A tudományok fejlődésének másik iránya az, hogy új tudományok korábbi önálló tudományok egyesülése útján jönnek létre. Ennek a jelenségnek az a magyarázata,

hogy a fejlettebb kutatási módszerek egész sor, korábban teljesen különbözőnek mondott jelenségben fedeznek fel azonos vonásokat, olyan tulajdonságokat, amelyek alapján ezeket a jelenségeket egységes módszerekkel lehet vizsgálni. Így például a tudományok összeolvadása folytán létrejött rezgésstan olyan eltérő megjelenési - formájú jelenségeket tárgyal egységes módszerekkel, mint a hangrezgések, a gépek és épületek mechanikai rezgései; az elektromágneses rezgésekkel kapcsolatosan a rádióhullámokat és a fényjelenségeket.

A tudományok fejlődésének itt említett második vonását viseli magán korunk egyik legfiatalabb és napjaink tudományos életében, műszaki gyakorlatában, gazdasági tevékenységében, de ujabban már a művészetekben is talán legtöbbet idézett tudománya a kibernetika.

A kibernetika tudománya még nincs tizenöt éve se! Megszületésének évszáma: 1948. Ekkor írta meg alapvető könyvét Norbert Wiener amerikai tudós, a kolumbiai egyetem tanára "Kibernetika" címmel. A kibernetika görög eredetű szó, a kybernetes, azaz kormányos szóból - származik. Wiener előtt ezt a szót 1843-ban André Ampère használta: La Cybernetique címmel a vezérlésről, uralkodásról írt könyvet. Norbert Wiener a kibernetikát úgy fogalmazta meg, mint az állatokban és a gépekben végbemenő vezérlés és hírközlés tudományát.

A második világháború alatt és után mind a hírközlés, mind pedig a vezérlés kérdése központi jelentőségű volt a műszaki kutatásban és gyakorlatban. A híradástechnikában a második világháború hatalmas fejlődést hozott. Ekkor alakult ki a mikrohullámu technika és a radartechnika. A radarnak közvetlen harcászati jelentősége volt, hiszen vele lehetővé vált az ellenséges cél-

pontok távolságának meghatározása, valamint annak automatikus követése is. A mérést elektromágneses hullámok segítségével végezték. Annak érdekében, hogy a mérést ne befolyásolják a különféle rádióadók és jelzőberendezések elektromágneses hullámai, a radarok jeleit egyre rövidebb hullámhosszra készítették. Így jutottak el a centiméteres elektomágneses hullámokhoz. Másrészt a radarkészülékek vezérlésénél is igyekeztek a legkorszerűbb módszereket alkalmazni. A világháborús évek idején a radarok önműködő vezérlőberendezése volt a legfejlettebb automata rendszer.

Ugyancsak a második világháború idején készítették el az első automatikus számító berendezést. Erre a célra egy telefonközpontot alakítottak át, s így született meg a MARK I nevű, több tízezer jelfogóból álló számítógép.

A második világháború utáni időszakban fokozott mértékben hozzáálltak a háború alatt létrejött technikai vívmányok tökéletesítéséhez. Nagy apparátussal kezdtek vizsgálni azokat a lehetőségeket, amelyek a mikrohullámú hírközlési eszközökben rejlettek. Ugyancsak fokozott erőfeszítéseket tettek annak érdekében is, hogy a számítógépek és radarberendezések automatikus vezérlésének eredményeit más vezérlési feladatok megvalósításában is felhasználhassák. A vezérlési feladatok és rendszerek vizsgálata közepette sok hasonlatosságot vettek észre az élő szervezetek vezérlési folyamatai és a gépek vezérlési jelenségei között. A háború előtt is több alkalommal felhasználták az élő szervezet és a gép közötti hasonlóságot egyes vezérlési folyamatokban. Ezek azonban elszigetelt jelenségek voltak. Csak a második világháború után került felszínre egységes vezérlési elmélet létrehozásának szükségessége.

Wiener hosszú éveken át tanulmányozta Arturo Rosenblueth fiziológussal együtt a jelek idegpályákon való áthaladásának kérdéseit. Eszrevette, hogy ez nagyon hasonlít a villamos jelek villamos vonalakon való áthaladásához.

Uj elméletét elsősorban erre a felfedezésre alapozta. Tudományának feladatául pedig azt tűzte ki, hogy általánosítsa a vezérlés és a hírközlés vizsgálatának módszereit, teremtsen meg azokat a feltételeket, és eszközöket, amelyekkel az emberben és az élőlényekben, a gépekben és az emberi társadalomban a hírközlés, a vezérlés és a szabályozás kérdései egységesen, általánosan vizsgálhatók. Az általánosítás alapja az, hogy Wiener felfedezése szerint az összetett automata gépek, a biológiai rendszerek és a társadalom abban hasonlít egymáshoz, hogy szerkezetiileg három elkülönülő részre oszlik. Mindháromban megtalálhatók: a vezérlő központok, a vezérelt részek, valamint a két szervert összekötő hírcsatornák.

Egyre többet használják a vezérlés szót, mind biológiai, mind műszaki, mind pedig társadalmi vonatkozásban. Időzzünk el egy kicsit ennek a fogalomnak a vizsgálatán.

Lássuk először, mit is ért a vezérlés alatt a mérnök, a gép ismerője. Közismert tény, hogy az egyik legnépszerűbb közlekedési eszközt, a gépkocsit az ember vezérli, ugyanakkor a gépkocsinak vannak olyan részfeladatai, amelyek önműködő vezérlésűek.

A gépkocsit amikor üzembe helyezzük, először be kell hogy indítsuk motorját, jeleznünk kell az indulást ki kell oldani a kéziféket, majd a sebességváltó megfelelő beállításával és a gáz adagolásával elindíthat-

juk a kocsit. Eddig csupa olyan feladatot végeztünk, amely a vezérlés körébe tartozott. A vezérlés központja ebben az esetben maga a gépkocsivezető. A megtanult szabályoknak megfelelően a gépkocsi vezetője adja ki az utasításokat az egyes kapcsolási, indítási stb. feladatok végrehajtására. A vezérelt tárgy maga a gépkocsi. A vezérlésben a központot és a vezérelt tárgyat összekötő csatorna: részben az egyes kapcsolók, valamint azok a vezetékek, tengelyek, fogaskerekek, amelyeken keresztül a különféle vezérlési hatások keresztülhaladnak.

A gépkocsiban nemcsak kívülről vezérelt tevékenység van, hanem önműködő vezérlés is. Köztudomásu, hogy a robbanómotor működéséhez elengedhetetlenül szükséges a különféle szelepek nyitása és zárása. Ezt a feladatot egy rudakból, rugókból, tengelyekből és fogaskerekből álló szerkezet önmagától végzi el. A forgattyus tengely körülfordulásakor megfelelő áttételen keresztül mindig működésbe jönnek a szelepek, s biztosítják a motor üzemszerű folytonos működését. Most már műszaki értelemben megfogalmazhatjuk a vezérlés fogalmát: a vezérlés nem más, mint valamilyen gép vagy berendezés megindítása, a vagy leállítása, működésének befolyásolása.

Ha a vezérlés fogalmát biológiai vonatkozásaiban vizsgáljuk, akkor a gépkocsit vezető ember maga is vezérelt rendszer. Tétélezzük fel, hogy a gépkocsi már mozgásban van, s egy utkereszteződéshez ér. Akkor a gépkocsivezető szemén keresztül érzékeli, hogy a közlekedési lámpa milyen szint mutat. A szín képze, mint ingerület eljut az agyba. Az agyban ez az inger tudatosodik, most már a gépkocsi vezérlése vonatkoztatva is. A piros jelzés tilosat jelent, azt jelenti, hogy a kocsit le kell állítani. Az agy utasítást ad a végtagok -

nak, a kéznek és a lábnak, hogy a gázt vegye le a motorról, fékezzen és a sebességváltót is működtesse. A központot és a beavatkozó szerveket ebben az esetben a idegpályák kötik össze, az ideg és izomtevékenység közvetítésével lesz az agy parancsából a végtagok mozgása.

Az önvezérlés azonban nemcsak a gépekben, hanem a biológiai szervezetekben is megtalálható. Az emberi szervezetben a vérkeringés folyamatos működése minden külső beavatkozástól mentesen a szív vezérlése nyomán folytonosan ismétlődik.

A társadalmi életben végbemenő vezérlésre is igen sok példát ismerünk. Példaként vizsgáljuk meg ismét a közlekedést. Életbe lépett az új KRESZ. Ez szabályozza a közlekedés rendjét. Ebben a társadalmi vezérlőrendszerben a vezérlés központját a közlekedés legfelsőbb irányítója, a Közlekedés és Postaügyi Minisztérium jelenti. Ez adja ki az új rend szabályait. A hírcsatorna szerepét a sajtó, a rádió és a felvilágosító hálózat tölti be. A vezérelt objektum maga a közlekedés, beleértve a gyalogosokat és a gépjárműveket, vezetőikkel együtt.

Volt egy másik kifejezés is, amit korábban használtunk. Ez a szabályozás. Vajon mi a különbség a vezérlés és a szabályozás között? Lássuk ismét, mit értünk műszaki értelemben szabályozáson.

Van egy terem, amelynek hőmérsékletét állandóan $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on kell tartani. Azt tapasztaljuk, hogy a téli fűtési időszakban, ha reggel bekapcsolunk egy elektromos melegítőtestet, és azt középállásba állítjuk, akkor a szobában nagyjából $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet alakul ki. A tapasztalatokkal ellentétben, jelentősen vál-

tozni fog a szoba hőmérséklete akkor, ha a külső hőmérséklet erősen ingadozik. Pl. ha a környezet hőmérséklete sokkal hidegebb, mint szokásos, akkor a szobában sem éri el a közepes fűtés mellett a levegő hőmérséklete a 20°C -ot. Mit kell tennünk, hogy teljesítsük feladatunkat, azaz állandósítsuk a szobahőmérsékletet? A fűtőtestet a legjobban melegítő, legnagyobb fűtőteljesítményt adó helyzetbe állítjuk, s nézzük, mikor éri el a szobában uralkodó hőmérséklet a kívánt értéket. A továbbiakban ismételten ezt csináljuk, azaz, ha a hőmérséklet lecsökken, akkor növeljük a fűtést, ha eléri a kellő értéket, akkor ismét normális állapotba helyezzük. De előfordulhat az is, hogy a szobában a külső környezet miatt állandóan magasabb a hőmérséklet a kívántnál. Ilyenkor kisebb-nagyobb időközökre kikapcsoljuk vagy lecsökkentjük a fűtést.

Az itt ismertetett példa azt mutatta, hogyan szabályoz az ember. Ez a szabályozás állandó méréssel van összekapcsolva, hiszen minden beavatkozást a mérésektől függően végzünk el. A szabályozás pl. a szoba hőmérsékletének állandó értéken tartása gépi úton is elvégezhető. Ismeretesek a termosztatós hőfokszabályozók. Ezeket az elemeket, ha elektroncsöves áramkörökbe építjük, akkor el tudjuk érni azt, hogy a termosztat növekvő hőmérséklet esetén csökkentti, csökkenő hőmérséklet esetén pedig növeli a fűtést. Így szabályozza be emberi beavatkozás nélkül, automatikusan a termosztat a kívánt hőfokot.

Vagy gondoljunk a rádiókészülék kezelésére. Bekapcsoljuk a rádiókészüléket. Beállítjuk a kívánt állomást és a hangerőt is. Idáig vezérlést végzünk. Koztudomásu dolog, hogy az un. fading jelensége miatt az an-

tennára érkező rádióhullámok erőssége állandóan változik. Ezért van az, hogy a kisebb amatőrkészülékek hangereje, különösen távoli állomások vételkor állandóan hol erősödik, hol elhalkul. A jobb rádiókészülékek kiküszöbölik ezt a hibát, megkímélik a hallgatót attól, hogy állandóan utána kelljen állítania a hangerőt. Elektroncsöves áramkörökkel automatikus hangerő szabályozást építenek a készülékbe, és ez az áramkör állandó értéken tartja a rádiókészülék kisugárzott hangerejét.

A műszaki értelemben vett szabályozás lényegében azt jelenti, hogy akár külső beavatkozással, akár a rendszerbe beépített tulajdonságokkal valamely értéket állandó szinten tartunk, vagy meghatározott törvényszerűség szerint változtatunk. A szabályozás olyan folyamat, amelyben minden alkalommal visszacsatolás található magában a folyamatban, hiszen a központ állandóan értesül arról, hogy rendelkezései milyen hatást váltottak ki, és a további rendelkezéseket ennek figyelembe vételével adja ki.

A biológiai szabályozás az élő szervezet alkalmazkodóképessége. Gondolunk csak arra, hogy szemünk felépítése olyan, hogy a pupilla tágulása és összehúzódása révén igen eltérő megvilágításokhoz képes igazondi. Ha egy világos helyiségbe lépünk, akkor pupillánk önműködően összehúzódik. Így tudja elviselni a nagy megvilágítást. Ugyanakkor a rosszabb megvilágításu helyekhez kitágulással igazodik.

2/ Jelzési rendszerek - automaták

A szabályozás és a vezérlés különféle jelekkel megy végbe. Vizsgáljuk meg azoknak a jeleknek a tulaj-

donságát, amelyek ezekben a folyamatokban résztvesznek.

A kibernetika tudományát ugyanis meghatározhatjuk, mint az automaták viselkedését, tulajdonságait vizsgáló tudományt.

Az automaták egyik legfontosabb tulajdonsága az, hogy vezéreltek, pontosabban szólva "ön vezéreltek". A vezérlés foka természetesen különböző mértékű a különféle automatánál, "Legtökéletesebb" önvezérlés az emberi organizmusban figyelhető meg.

A kibernetika elvonatkoztat attól, hogy egy adott vezérlési folyamat milyen rendszerben zajlik le. A kibernetika szemszögéből nézve nem az a lényeges, hogy milyen konkrét elemek, építőkövek bonyolítják le a vezérlési jelenséget. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy egyenlőséget tesz az ember és az automata gépek közé.

A tudományágak mindegyike él az absztrakció, az elvonatkoztatás módszerével. Amikor az erőjelenségeket tanulmányozzák, eltekintenek attól, hogy azokat milyen konkrét gép, ill. gép vagy élő organizmus hozta létre. Nagyon sok olyan törvényszerűséget fedeztek már fel, amely egyaránt érvényes a szervetlen anyagokból létrehozott szerkezetekre és a szerves világ rendszereire.

A kibernetika tudománya is így tett, amikor pl. a vezérlés, szabályozás: az automatizmus "mibenlétét" kezdte tanulmányozni. Olyan kérdések megválaszolását tűzte ki maga elé, mint pl. mi az a valami, ami a vezérlés folyamatát biztosítja, miáltal lesz valamely rendszer "automata", és mi különbözteti meg az automatát az olyan rendszerektől, melyek nem rendelkeznek az "automatizmus" tulajdonságával.

A kibernetika ezirányban fontos lépést tett meg. Egy fontos fogalommal, a jel fogalmával szétválasztotta a vezérelt rendszereket és jelenségeket a nem vezéreltektől.

A fizika tudománya nem tekintette "működési területének" az olyan jelenségeket, amelyekben bizonyos jelhatások képezték a folyamat lényegét.

Az, hogy a folyamatok, jelenségek különválaszthatók a vezéreltség szemszögéből egymastól, lényegében perazé régóta ismert. Ha egy repülőgép mondjuk lezuhan néhány kilométer magasból, akkor ez az esemény egy fizikai jelenség lesz; a fizika törvényeinek ismeretében meg tudjuk mondani, mi lesz a repülőgép sorsa.

Ugyanez-e a helyzet azonban, ha az adott repülőgéppel pilóta végez műrepülést, bukórepüléseket? Nem! Annak leírása, hogy a repülőgép milyen pályát fut be, a manőverek során nem történhet meg csak a fizika módszereivel és eszközeivel. Sőt képzeljük el, hogy a pilótát "lentről" irányítják, akkor egy egészen bonyolult rendszer áll előttünk, amelynek történéseit nem "erőkapcsolatok", hanem "jel-kapcsolatok" szabják meg. Megfordult a gép? De miért? Jelt kapott a pilóta. A jel maga "képes volt" egy jelenség lefolyásának irányát megváltoztatni? És érdekes: ha csak valamelyik néző integet a gép felé, a gép nem fordul meg; nem minden jel létezik tehát számára?

Nos ez a néhány egyszerű kérdés is rávilágít arra, hogy a jelek fontos szerepet játszanak a vezérelt folyamatokban.

Azokat a rendszereket, amelyek azzal tűnnek ki, hogy ténykedésük, működésük, hatásuk és egymásra hatá-

suk módját jelhatások határozzák meg, jelzési rendszereknek is szokás hívni.

A jelek, illetve jelek valamilyen kombinációja, mindig valamilyen közleményt hordoz, a közlemény a rendszer valamilyen "aktivizáló" részébe jut, amely képes e jelek létezését "megállapítani" és amely képes e jelkombinációkat az aktivizáló rész jelkészletével összevetni; az összevetés eredményét valamilyen módon újabb jelkombinációival ábrázolni. Azt szokták mondani, hogy e jelek valamilyen kombinációja információt jelent a rendszer számára; a jelek közleményeket, parancsokat hordoznak.

Ahhoz, hogy egy jel, vagy több jel valamilyen kombinációja részt vegyen egy vezérlési folyamatban, az adott folyamatnak bizonyos tulajdonságokkal kell bírnia.

A helyzet az, hogy vezérelni ott lehet, ahol a jelenség többféle módon is lefolyhat, s itt a vezérlés nem egyéb, mint olyan parancsok sorozata, amelyek megszabják, hogy bármely pillanatban az adott rendszer a sok lehetséges állapot közül éppen melyikben legyen. A vezérlőparancsok "információk" a vezérlendő rendszer számára.

Az automatát a lehetséges állapotainak száma határozza meg. Az automata bonyolultságának "mértéke" is lehet az a körülmény, hogy a beérkező, vagy az automata belsejében kialakuló jelek, hányféle állapotba állíthatják az automatát. Az automata vezérlésnek, önvezérlésének lehetőségei függenek attól, hogy az automata a "külvilágból" érkező vagy "belső világában" keletkező milyen jelekre képes reagálni.

Ahhoz ugyanis, hogy valami vezérlés alatt állhas-

son, jelfelvevő képességével kell rendelkezni. Mégpedig általában nem mindenféle jelre reagál egy-egy ilyen rendszer, hanem csak jelek egy meghatározott csoportjára, bizonyos jelkombinációkra.

Amikor egy rendszer automatizmusát vizsgáljuk, akkor tehát lényegében a jelek, jelzések szerepe kerül előtérbe. Az ember automatizmusának vizsgálatánál is érvényes ez. Régóta ismeretes, hogy az emberi szervezet működése, a fizikai és a szellemi tevékenység, maga a gondolkodás lényegében egy bonyolult szerkezetű idegrendszer által van vezérelve; az idegrendszer "működése" viszont - legalábbis a jelenlegi ismeretek és felfogások szerint - jelek és jelkombinációk által történő állapotváltozásokban és változtatásokban nyilvánul meg.

Könnyen megeshet, hogy valaki nem ért egyet azzal, hogy az embert is az automaták fogalmába soroljuk. Pedig a helyzet az, hogy a kibernetika talált olyan törvényszerűségeket, amelyek alól - mint automata - az ember sem kivétel. Mondottuk már, hogy az energiával kapcsolatos tételek egyetemes érvényűek, s az emberre is - mint energiatermelőre, átalakítóra - ugyancsak érvényesek. Nem leértékelése az embernek az sem, ha a kibernetika törvényszerűségei, a vezérléssel, a jelekkel kapcsolatos törvények is érvényesek rá.

Félreértés ne essék, nem arról van szó, hogy az ember egyszerűen gép, de automata voltának tulajdonságai éppúgy egybeesnek általában az automaták tulajdonságai-
val, mint ahogy a biológia törvényei érvényesek minden élőlényre. Sokáig nem fogadták el az emberiség története folyamán azt a gondolatot sem, hogy az ember az állatvilág egy fajtája. Ma már egészen természetesnek találjuk, hogy a patkányokon, majmokon kikísérletezett

gyógyszerek az embert is gyógyítják. Annak felismerése és elfogadása, hogy az ember "automatizmusa" megismerhető, elemezhető, s hogy ez beleillik az automatákról általában alkotott elméletekbe, igen nagy haszonnal jár. Egyfelől mód nyílik arra, hogy az embert mint automatát, vagy legalábbis mint ilyennek egyes funkcióit lemásoljuk, s hogy gépekkel helyettesítsük ezeket a funkciókat. Másfelől az automaták viselkedésének elemzésével mindinkább fény derül az emberi konstrukcióra, mindjobban megismerhető az emberi agy, az idegrendszer működése, a szellemi, a gondolkodási tevékenység mibenléte. Es itt nem is az a lényeg, hogy sikerül-e majd egyszer olyan gépet konstruálni, amely az emberi érzelemvilágot modellálni képes; de az már igen fontos, hogy létrejöjjenek olyan gépek, amelyek űrrakétákat vezérelnek távoli bolygókra, amelyek automatikus gyárat irányítanak, amelyek felszabadítják az embert a nehéz, fárasztó szellemi munka alól, olyanok tehát, amelyek ebben az értelemben "modelljei" az embernek.

Ha az emberi konstrukciót megismerjük, ha tisztán látjuk, hogy hogyan megy végbe a vezérlés, az információ-fogalom az emberben, akkor ennek a konstrukciónak egy sor "hibáját" ki is lehet majd javítani. Persze ez ma még a fantázia birodalmába tartozik, de a kibernetika eredményei sokat ígérnek.

E kis kitérő előtt ott tartottunk, hogy megállapítottuk: a kibernetika a legbonyolultabb jelzési rendszereknek, az automatáknak az elmélete. Automatáknak, viszont az olyan rendszereket nevezzük, amelyekben a jelek kölcsönösen hatnak egymásra, amelyekben a jelkombinációk egymáshoz való viszonya határozza meg az adott rendszer viselkedését, vagy állapotát.

Az automaták "rendezett" rendszerek, viselkedésük szabályozott viselkedés. Az automatákban végbeménő folyamatok "célszerű" folyamatok. Az automaták megjelenését Földünkön az élet keletkezése jelentette. Minden élőlény ugyanis automata. Eppen ezért a kibernetika tárgyát képezi az élet keletkezésének és fejlődésének folyamata is.

Az önvezérlés egyszerű esete, mint mondtuk, az önszabályozás.

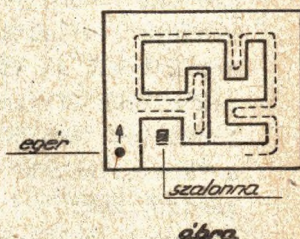
Bonyolultabb a rendszer, ha a "belső vezérlést" külső hatások, külső jelek is befolyásolják. Ebben az esetben az automatának érzékelní kell a külső jeleket, össze kell hasonlítania azokat a belső jelkészlettel, el kell döntenie, hogy milyen jelkombináció tartozik a beérkezethez, mint válasz. Az élőlények - mint automaták - ezt a tevékenységet gazdaságos eszközökkel jól oldják meg; de vannak már olyan "holt" automaták is, amelyek ilyen típusú funkciót ugyancsak ellátnak.

Mi szükséges ahhoz, hogy egy automata ezeket a funkciókat ellássa.

Kell elsősorban, hogy "memóriája" legyen. A memóriában az automata tárolja a létezéséhez, és az ahhoz szükséges információt, hogy a bejövő vagy a működés során keletkező jelkombinációról el tudja dönteni, hogy azok léteznek-e számára, vagy nem; úgy szokták ezt mondani, hogy az automata memóriájában meg kell lenni egy programnak, olyan programnak, amely a bejövő információk szelektálásán kívül képes valamilyen módon az információk felhalmozására is. E jelenség modellálására Shannon - és azóta mások is - egy érdekes kísérletet, az ún. müegérlabirintust készítette el.

A kísérlet a következő volt.

Ha egy valódi egeret elhelyezünk az ábrán látható labirintus egy rekeszébe, és a szalonnát egy távolabbi másik rekeszbe, akkor az egér első alkalommal nem tud egyből a szalonnához odafutni, hanem minden egyes rekesz minden falánál megpróbál továbbjutni, s voltaképpen végigpróbálja a labirintus minden falát. Ha azonban az egér ezt a próbát többször elvégzi, akkor később már egyenesen, "kerülő nélkül" jut el a szalonnához.



ábra

Nos, Shannon műegere ugyanezt teszi: első alkalommal sok felesleges próbát végez, nagy kerülővel jut el a szalonnát jelképező vasdarabig; az első uton azonban memóriaberendezése "megjegyzí" a felesleges kitéréseket, s a másik alkalommal ezeket már kihagyja. Hadd jegyezzük itt mindjárt meg, hogy egy "műállatnak" ez a képessége egyáltalán nem lebecsülendő, hiszen sok élő automata ezzel a tulajdonsággal nem rendelkezik.

A memórián kívül az automatának rendelkeznie kell olyan szerkezeti résszel, amely a memóriában lévő információt aktiv kapcsolatba hozza az automata reakcióit meghatározó, s a beérkező külső jeleket is figyelembe vevő tevékenységgel, működéssel. Egész pontosan itt az automaták "reflex" tulajdonságáról van szó.

A feltétlen reflexeket magának az automatának a konstrukciója biztosítja; ezek "be vannak építve" az autom. tába. Az élő automaták ezeket a reflexeket meghatározó információkat eleve öröklík /pl. a légzési műveletre való képesség, stb./.

A kibernetika foglalkozik azzal is, hogy hogyan megy végbe eunek az "örökletes információnak" élőlé-

nyeknél utódról-utódra való átadása. A kibernetika tudománya itt érintkezik a genetika /az örökléstan/ tudományával. Az itt a kérdés, hogy milyen jelek, s ezeknek milyen fizikai megvalósítása hordozza azt az információt, amely az utódok azonos felépítését, ugyanazt a "konstrukciót" biztosítja. Igen érdekes például az a kérdés, hogy vajon egy "egyszerű" fehérjesejt felépülését mi szabályozza, s a szabályozást végző információ milyen alakban van jelen. A fehérjének alapelemeiből való felépítése vezérelt jelenség: a konstrukció kialakítása nem akárhogyan történik, hanem meghatározott módon. Az a feltételezés, hogy az itt lezajló folyamat nem más, mint ún. polimerek olyan egyesítése, amelyet bizonyos aminosav típusú vegyületek molekuláinak ún. bázissorrendje vezérel. Másszóval a felépüléshez szükséges információt az aminosav-reakció, mint fizikai "jelenség" kódolja. Vannak olyan elképzelések, hogy ha ez a kód eltorzul, valami miatt, akkor torz konstrukció keletkezik, "hibás" fehérjemolekulák jönnek létre, s ha ez az információ-torzulás /szólták ezt szaknyelven "zaj"-nak is hívni/ nem korrigálódik, akkor ezek a rosszul sikerült fehérjemolekulák megsaporodnak, ami esetleg rosszindulatú daganatot, rákot eredményez.

A magasabbrendű automaták nemcsak feltétlen reflexszel rendelkeznek. A rendszerben tárolt jelhalmozat kívülről kapott jelek révén egymással bonyolult kapcsolatba léphet; olyan jelkombinációpárok jönnek létre, amelyek új információt jelentenek a rendszer számára. Jól ismeretesek Pavlov kísérletei; a kibernetika tudománya ezeket egyfelől "holt" anyagokból készített berendezésekkel is reprodukálta már, másfelől megtette az első lépéseket ezeknek a jelenségeknek az in-

formáció, a jelek segítségével való magyarázatára. A feltételes reflexet modellálják az ismert katicabogár kísérlettel. Meg lehet konstruálni olyan "műállatok", amelyek valamilyen műveletet /pl. mozgás megadott irányban/ elvégeznek, mondjuk fényhatásra; majd ha a fényhatással egyidejűleg pl. füttyjelet is kap a szerkezet, akkor egy bizonyos ideig a füttyjelre is elvégzi ugyanazt a műveletet. Itt a két hatás között kapcsolat lép fel ugyanúgy, mint a pavlovi kísérletekben, ahol pl. a kutya nyálképződése akkor is megindul, ha valamilyen hangjelet /pl. csengetés/ kap, ha csak ezt a jelet az étel adásával egyidejűleg egy darabig alkalmazzák.

A kibernetika tehát szorosan érintkezik a fiziológiával /élettan/ is; egyfelől holt anyagból készített szerkezeteken modellálja, tanulmányozza ezeket a jelenségeket; másfelől igyekszik az információforgalom, a vezérlés oldaláról, a kibernetika általános elvei szempontjából elemezni őket.

A kibernetika tárgykörébe tartozik a vezérlőberendezések strukturális, szerkezeti vizsgálata is, nevezetesen az, hogy a vezérlés /mint az automaták általános és közös tulajdonsága/ milyen elemek segítségével valósul meg. Több mint hipotézis ez a gondolat, hogy az ember idegrendszere és a már megkonstruált bonyolult automaták áramkörei "logikai sémái" között sok közös tulajdonság, nagy hasonlóság van. Van olyan elképzelés, hogy a neuronok /idegsejtek/ szintén kétállapotú elemek, az információforgalmat ugyancsak jelek segítségével bonyolítják le. Az sem lehetetlen, hogy ezeket a jeleket elektromos jelenségek hordozzák. Az már bizonyított, tény, hogy az emberi testben

un. bióáram /elektromos áram/ folyik. Sőt egy, a Szovjetunióban elvégzett érdekes kísérlet azt bizonyítja, hogy ezek az "áramok" valóban részt vesznek a gondolkodási folyamatokban is.

Ez a kísérlet a híres műkéz létrehozását eredményezte. Egy karcsonk idegvégződéseit megfelelő módon összekötötték egy elektronikus berendezés /bonyolult automata/ bemenetével. Az automata kimenetét egy ügyesen megkonstruált, többféle műveletet elvégezni képes hidraulikusan működő műkézzel hozták kapcsolatba.

Az így létrehozott műkéz képes "tulajdonosa" gondolatait megvalósítani. Ha a kísérletben szereplő ember arra gondol /kihangsúlyozzuk csak gondol/, hogy az asztalon lévő valamilyen tárgy után akar nyulni, akkor a műkéz /holt anyag/ ezeket a gondolatokat végrehajtja. Arról van itt szó, hogy az idegpályák végződéseiről levett jeleket az elektronikus "gondolkodó gép" "megértette", megfelelő módon átalakítva, azokkal a műkezet vezérelte. Az ember gondolatai közvetlenül, holt anyag közvetítésével valósultak meg. Ez a kísérlet maga is világosan rámutat arra, ami a lényeges és közös az összes "kibernetikai" folyamatokban: arra, hogy az információt jelek hordozzák; s nem is a jelek "anyaga" az, ami meghatározó, hanem a jelkombinációk egymáshoz való viszonya; ez a viszony viszont megfelelő "átkódoló" segítségével egyik típusu rendszerről a másikra átvihető.

E kísérlet alapján nem is tartozik feltétlenül a fantázia birodalmába az a merésznek látszó elgondolás, hogy az ember majd képes lesz "egyszerre" száz gondolatot is megvalósítani; ehhez egyszerűen száz műkézre van szükség. Az ember szinte "összenő" ezekkel a holt, de

információt vele "cserélni" képes gépekkel. Lehet, hogy lesz idő, amikor az ember az "autót", amiben ül /és amely száguld/ gondolataival irányítja majd; és annyira "összeforr" az autóval, hogy az üzemanyaghiányt ugyan-ugy "érzi", mint az éhséget. Előfordulhat, hogy valaki ezt komolytalan "jóslásnak" tartja; nos gondoljuk csak meg, hogy egy nagyot halló ember egy gépe, vagy más típusu hangerősítő készülékkel mennyire "egybenő", a holt anyag élő testének, idegrendszerének szinte részévé válik.

Lehet, hogy nincs is olyan nagyon messze az az idő, amikor a mérnökök, orvosok, matematikusok olyan szerkezeteket konstruálnak, amelyek visszaadják a vakok számára a látást, a süketek számára a hallást, végtagokat készítenek majd a nyomorékoknak. Ma még meglehetősen nagyok, zsebben egyáltalán nem hordhatók az olyan típusu gondolkodó gépek, amelyek pl. a működés kísérletben szerepelnek, de a technikai fejlődés óriási, s lehet, hogy az elektronsövek, sőt az ezeknél jóval kisebb méretű tranzisztorok helyett majd a molekulák valamilyen tulajdonságát használják fel az információ hordozására, tárolására. Az élő szervezetek információ hordozó elemei ma még jóval kisebb méretűek, mint a technika által létrehozott elemek, az élő szervezetek "konstrukciója" igen gazdaságos. De van-e akadálya annak, hogy megközelítsük ezeket a méreteket? Elvi akadálya természetesen ennek nincs; a világ megismerhetőségéről szóló felfogásunknak ilyen elképzelés megfelel. Egyes tudósok szerint az ember idegrendszere mint egy tíz milliárd neuronból /idegsejt/ áll. A technika mai eszközeivel létrehozni olyan automatát, amely ennyi elektronsövet vagy tranzisztort tartalmaz, természetesen lehetetlen, hiszen egy ilyen gép nagyobb len-

ne, mint egy magas felhőkarcoló. Tehát a vezérelt rendszerek, automaták létezésében, működésében nagy jelentőségűek a reflex jelenségek. Egyszerűbb megfogalmazásban a tanulás, a megszokás, a figyelem jelenségeiről van szó. Ezeket a fogalmakat eddig csak élőlényekkel, de inkább csak az emberrel kapcsolatban használták; újabban készítettek olyan kibernetikai konstrukciókat, amelyekkel ezeket a jelenségeket modellálni lehet.

Ahhoz, hogy egy automata beilleszkedjék a környezetbe, fel kell vennie a ráható jeleket; rendelkeznie kell tehát a jelfelvevő szervvel is. Az élőlényeknél az érzékszervek valósítják meg ezt a funkciót.

Az érzékszerveknek az a feladatuk, hogy a különféle alakban /nyomás, hő, fény stb./ érkező hatásokat /amelyek mindenképpen információt jelentenek az automata számára/ valamilyen közös jelrendszerbe alakítsák át. A kísérletek, szerint az idegpályákon a hőt, a fényt, a nyomást stb. ugyanolyan típusú jelek viszik már tovább. Az érzékszervek a "folytonos" hatásokat "megszakításos" különálló jelekből álló jelkombinációkká alakítják át.

A megszakításos /szokták diszkrétnek is mondani/ és a folytonos jelek között a kibernetika lényeges különbséget tesz. Az információ továbbításának a jel alakja, szerkezete szempontjából kétféle lehetősége van. Annak lényegét, hogy miről van szó, példákkal világítjuk meg.

Folytonos jelek viszik az információt pl. a rádiótechnikában, vagy a telefonon. Amikor pl. telefonon beszélünk, a hangok a telefon membránján keresztül folytonos feszültséggé alakul át: ha a másodperc tizmilliomod részével egyenlő időközökre is bontjuk fel beszédünk idejét, akkor is tartozik minden ilyen kis időköz-

höz is feszültségérték, ha ennél kisebb időközot veszünk, akkor is ez a helyzet. Szaknyelven úgy mondják ezt, hogy a hangot vivő jel egy közönséges folytonos görbe alakú.

Ugyanez a helyzet a hanglemezekeken megőrzött, tárolt hangokkal is; az előbbi görbéhez hasonló hullámhegyekből és völgyekből álló "jel" hordozza az információt. - Folytonos "jel" alakjában ad információt az idő múlásáról a homokóra; a homok az idővel "együtt" folyik, "megszakítás" nélkül, ahogy az idő.

Más a helyzet, amikor például Morse jelekkel küldünk híreket; információt. Itt a vonást az áram folyása jelentheti, a pontot pedig az, hogy nincs áram. Amikor morse jeleket továbbítunk, és eltelik mondjuk egy másodperc, akkor nem az a lényeg, hogy ezen idő alatt mennyit változott az áram, hanem csak az, hogy volt-e áram vagy nem. Itt az információt nem elektromos jelenség változásának nagysága, hanem csak a változás ténye viszi át.

Megszakításos jelekkel közli az idő múlását az ingaóra: ha az inga nyelve már átlendült, akkor eltelt egy időegység, ha nem, akkor még nem.

Nos ez a feltételezés, hogy az érzékszervek a hatásokat folytonos jelekként veszik fel és szerepük az, hogy átalakítsák ezeket megszakításos, diszkrét jelekké.

Ilyen típusú berendezéseket konstruált a technika is; ezek pl. a rakétáról rádiójeleken, tehát folytonos jel alakjában érkező mérési eredményeket, a rakétában lefolyó jelenségekről szóló információt, átalakítják; - "átteszik" az elektronikus számológép "jelrendszerébe". Az elektronikus számológépben az információt két álla -

potu elemekkel, jelenségekkel ábrázolják, a gép belsejében a rakétáról érkezett közlemény már 1011101111... stb; van impulzus, nincs, van, van, van, nincs... kombinációban van jelen.

Az automaták környezetükkel kölcsönhatásban vannak. Nemcsak felveszik, érzékelik az őket érő jeleket, hanem reagálnak is azokra. Az érzékszerveken /receptorok/ kívül rendelkezniük kell olyan szervekkel is, amelyek a környezetre aktív hatást gyakorolnak, amelyek az automata által kidolgozott jeleknek megfelelően működnek /pl. az ember keze; valamilyen gép mozgó részei stb./. Ezeket effektoroknak hívják.

Ily módon tehát egy "kibernetikai jelenség", egy automata viselkedése, működése a következőképpen megy végbe:

Az automata jeleket kap a környezetből. Ha ez a jel létezik számára, akkor az a receptorán /"érezékszervén"/ keresztül memóriájába jut. A "bemenőjelet" az automata "reflex-rendszere" feldolgozza, kialakítja a válaszjeleket. Amennyiben ezek a válaszjelek nemcsak egyszerűen "rögzítendő" a memóriában, hanem aktív tevékenység jelei, akkor az effektorokon keresztül az automata válaszhat a környezetére.

Mi is tehát a kibernetika?

Az elmondottakkal vázlatosan kirajzolódott előttünk, hogy voltaképpen mi a kibernetika tárgya, melyek azok a jelenségek, amelyeket a kibernetika elemel, vizsgál. Összefoglalásul azt lehetne mondani, hogy a kibernetika a jelek, jelzések által hordozott információ forgalmát vizsgálja egyszerű vagy bonyolult jelzésű rendszerekben; automatákban.

Amikor a különféle automaták közös tulajdonságait kiemeljük, ugyanakkor aláhúzzuk az ezen tulajdonságokat hordozó jelenségek különböző voltát. A materialista filozófiában mozgásfajtáknak hívják a különböző jelenségeket, abból kiindulva, hogy a világ minden jelensége az anyag valamilyen mozgása. Megkülönböztünk pl.: mechanikai mozgást, biológiai mozgást /élet jelenségek/ társadalmi mozgást /a társadalom élete/ stb. Nos a kibernetika egyáltalán nem állítja, hogy a különféle mozgásformák között nincsen különbség; azt mondja csak, hogy a különféle mozgásformákra egyaránt érvényes törvényszerűségek léteznek az információ-forgalom szempontjából is. A kibernetika elveti az olyan felfogásokat, hogy az agy ugyanúgy "termeli" a gondolatokat, mint ahogyan a máj az epét. Az, hogy a gondolkodás is "anyagjelenség" nem azt jelenti, hogy nincs különbség közte és más, egyszerűbb típusú folyamat között.

A kibernetika módszereinek alkalmazása a társadalmi mozgásban. Strukturális, szerkezeti szempontból a társadalom is bonyolult jelzési rendszer, amelyben, az információ-forgalomnak ugyancsak kitüntetett szerepe van. Az emberek között végbemenő kölcsönhatásoknak van kibernetikai oldala is: ezek a hatások egy nagyon bonyolult jelzési rendszer információforgalmának következményei. A társadalmi mozgás, mint mondtuk a legmagasabbrendű mozgásfajta, a "társadalmi tudat" az emberiség által "felhalmozott" információ, több, mint az egyes emberek tudata.

Várható, hogy a társadalmi mozgás "technikai" szempontból ugyancsak elemezhető lesz a kibernetika módszereivel. Természetesen nem arról van itt szó, hogy

a kibernetika helyettesíti a társadalomtudományokat. Wiener - a kibernetika atyja - kibernetikai szociográfiaiáról is beszélt, mondván, hogy a kibernetika módszereivel megoldhatók pl. az osztálytársadalmak - /pl. kapitalizmus/ nagy társadalmi problémái is. Nos a helyzet az, hogy a marxizmus-leninizmus az ilyen típusú problémákra régen megtalálta a megoldást, e területen a kibernetikára nincs szükség, és az ilyen típusú társadalmi problémák nem is a kibernetika körébe tartoznak.

A kibernetika hatókörébe vonhatók azonban a társadalmi "jelenségek" közül pl. az alábbiak.

Hogyan lehet megszervezni egy termelési folyamatot /emberekből és gépekből álló komplexum/, hogy optimális eredményt lehessen elérni? Hogyan kell felépíteni egy pl. járványelhárító hálózatot, hogy az a legtökéletesebb legyen? Hogyan célszerű megtervezni megszervezni a népgazdaság "hírközlő" hálózatát, a statisztikai adatok feldolgozását stb., hogy az operatív, gyors és helyes döntések biztosíthatók legyenek.

Kódrendszereket kell kidolgozni az információcsere jó megoldására is. A helyzet ugyanis az, hogy nemsokára pl. több millió szakfolyóirat jelenik meg; kérdés: hogyan lehetne ezeket a leghatékonyabban felhasználni, tartalmukat közkinccsé tenni stb.

Egyszóval a kibernetika tárgyát képezik társadalmi vonatkozásban a szervezési eljárások, az optimális "stratégia" kidolgozása stb.

Mindezek a társadalomban /mint jelzésrendszerben/ végbemenő információ-forgalom elemzésével, analízi-

sével és szintézisével oldhatók meg, s mint ilyenek, kibernetikai jelenségek.

Könnyen érhetné a kibernetikát az a vád, hogy jogtalanul a "tudományok tudománya" elnevezés felé tör, hiszen majdnem minden tudománnyal érintkeznek, az eddig elkülönültnek hitt jelenségeket mind a saját "hatóköréne" vonja. Az ilyenféle "aggályok" felvetődnek a kibernetika és a filozófia viszonyának vizsgálata közben is.

Nos a kibernetika nem helyettesíti, nem számüzi a filozófiát, de más tudományágakat sem. A kibernetika természettudomány éppúgy, mint ahogy a matematika, fizika stb. A hatókörébe tartozó jelenségeknek sok oldala van; a kibernetika kiemeli a számára fontosat, a "vezérlési" oldalt és azt vizsgálja. A vezérlést, az információ-forgalmat, mint általános, közös tulajdonságot vizsgálja, és eltekint attól, hogy ez gépekben, élőszervezetekben, vagy ezek komplexumában, a társadalomban megy-e végbe.

Az eddigiekben a kibernetikáról, mint elméletről - beszéltünk. A következőkben néhány szót szólunk azokról az eszközökről, amelyek maguk bizonyítják, hogy az éppencsak megszületett kibernetika tudománya a "gyakorlat próbáit" máris kiállta.

3/ Ut a gondolkodás gépesítése felé

A kibernetika tudománya által létrehozott gépi be rendezések között gyakorlati felhasználását illetően valamint a belőle levonható tudományos következtetések és tapasztalatok szempontjából legjelentősebb automata, az elektronikus digitális számítógép. A számítógép korunk legbonyolultabb "mesterséges" automatája. Logi-

kus felépítésénél fogva benne tanulmányozhatók legmagasabb fokon a gépi vezérlés elméleti és gyakorlati kérdései, másrészt a kibernetika vezérléseméleti eredményeit legteljesebb mértékben a számítógépek fejlesztésében használták fel.

A kibernetika és a számítógép fogalma emiatt szinte összenőtt egymással. Hajlamosak vagyunk arra, ha kibernetikáról hallunk, akkor közvetlenül annak legjelentősebb eszközére a számítógépre gondolunk. A számítógép említésekor a kibernetika tudománya idéződik tudatunkba, hiszen a számítógép létrejöttét, valamint felhasználási körének bővülését a kibernetikának tulajdonítjuk. Szoros a kapcsolat közöttük azért is, mert az elektronikus digitális számítógép és a kibernetika egyaránt a II. világháborút közvetlenül követő időszak szülötte.

Az első elektromágneses jelfogókkal működő digitális számítógépet a MARK-I-et 1944-ben készítették el az Egyesült Államokban a Harvard Egyetemen. Nem sokkal később 1946-ban helyezték üzembe az első elektronikus számítógépet az ENIAC-ot. Ezek a számítógépek hatalmas ugrást jelentettek a számítás gépesítésének és automatizálásának történetében.

A számítógépeket megelőző időszakokban ugyanis olyan számolóberendezések léteztek csak, amelyek egyetlen műveletet, vagy legfeljebb egyetlen pontosan megszabott műveletsort végezhettek el a gépekbe bevitt számokkal. Ezek a gépek csak gépesítették a számolást, hiszen egyetlen műveletet végrehajtva leálltak. Használatuk az emberek nélkül elképzelhetetlen volt. Hiszen emberi munka volt a gép indítása és leállítása, az egymás utáni műveletek összeállítása és

a gép műveletenkénti indítása. Az egyes műveletek eredményét szintén emberek rögzítették. A számítógépek viszont automatikusan végeznek el teljes számításokat, önállóan dolgoznak, önállóan oldanak meg összetett feladatokat.

A számítógép automatikus működésének alapja a programvezérlés. A feladat megoldásának programját, azaz a feladatban szereplő számokat és a megoldást adó alpműveleteket előre elhelyezik a gépben. A számítógép program alapján emberi beavatkozás nélkül végez számításokat a gép megindítása után.

Az első digitális számítógépek felépítése roppant bonyolult volt. Sok alkatrészt tartalmaztak, sok felesleges elem is volt bennük. A kibernetika, az automata elmélet, a vezérlések logikus elméletének kidolgozásával, illetve ezen elméletek alkalmazásával Neumann János, magyar származású tudós alapvető munkát végzett ezeknek a gépeknek szerkezeti egyszerűsítésére, működési elvük tudományos megalapozására. Neumann eredményei nyomán a számítógéptechnika óriási fejlődésnek indult.

Ennek a fejlődésnek az eredménye, hogy világviszonylatban ma már több mint 15 000 számítógép működik. Az első elektronikus számítógép szerkezete közel 20 000 elektroncsőből állt. Teljesítményfelvétele meghaladta a 100 kW-ot. Elhelyezése pedig 30 m-nél is hosszabb termet igényelt. Az első számítógépek sebessége viszonylag kicsi volt. Alig tudtak másodpercenként 100 számolási műveletet elvégezni. A mai korszerű gépek viszont alig néhány ezer tranzisztorból állanak, teljesítményfelvételük néhány kW, helyfoglalásuk hovatovább íróasztalnyi lesz. Sebességük és adattárolási képességük viszont megnő. Az ATLASZ és a STRETCH már milliányi alpműveletet

végez másodpercenként és működése közben sok százezer adatot tárol. Persze a gépóriások mellett még ma is készítenek lényegesen szerényebb képességű gépeket. A hatalmas és a kisebb hatékonyságú gépek működésének - elvi alapja közös.

A digitális számítógépek elvi működése roppant egyszerű. Szinte teljes mértékben követik logikailag az emberek matematikai feladatokat megoldó tevékenységét. Egy-egy matematikai feladatot úgy oldunk meg, hogy először rendszerezünk a megoldásban szereplő matematikai összefüggéseket, majd sorrendbe állítjuk azokat az alapvető műveleteket, amelyeket a megoldás során el kell végeznünk. Ezután sorban elvégezzük az egyes matematikai alapműveleteket. E műveletek eredményeit feljegyezzük, s szükség esetén a továbbiakban még ismét felhasználjuk. Az összes előre kijelölt művelet elvégzése után megkapjuk a végeredményt.

Logikailag ugyanezeket a lépéseket végzi a digitális számítógép is. Az előkészítés munkáját a program összeállítása jelenti. Ezt a programozó matematikusok végzik. A számítógépek programjainak összeállításakor figyelembe kell venni, hogy a gépek általában csak a négy matematikai alapműveletet végzik, összeadnak, kivonnak, szoroznak és osztanak. Természetesen a megoldást ezekre az alaplépésekre kell visszavezetni, s a programot a négy alapművelet sorozataként kell felírni.

Az elkészített programot valahogyan el kell helyezni a számítógépben. Régóta ismeretes, hogy a géptávirók is a táviratozandó szöveget lyukasztatásokkal rögzítik. Keskeny papírszalagra, úgynevezett lyukszalagra a különféle számoknak és betűknek megfelelően

különbféle lyukkombinációkat alakítanak ki. Egyes sávokra lyukasztatás kerül, meghatározott helyeken, míg más sávok kiválasztott helyei érintetlenül maradnak. Ezt a módszert használják fel többek között a számítógépekben is. A programot alkotó számokat lyukszalagon rögzítik. A számítógép bemenőegysége a lyukasztatással megadott programot elektromos jelekké alakítja át, s ezeket a jeleket az adattárban helyezi el.

Az adattárban elhelyezett programot a vezérlőegység automatikusan hajtja végre. A program az utasításokban szereplő számokat a szomológépebe viszi. A számológépe pedig a számokat reprezentáló elektromos jelekkel a kettős számrendszer szabályai szerint elvégzi a szükséges műveletet. A végeredményt a számítógép kimenőegysége adja ki, például egy elektromos írógép nyomtatja ki.

A digitális számítógépek a létrejöttüket követő másfél évtizedben a szellemi munka automatizálásának legjelentősebb eszközévé váltak. Bonyolult számítási feladatokat végeznek számítógépekkel. A számítógép a matematikai nyelvészet keretében a gépi fordítás eszközévé lett. A számítógépeket könyvtári rendszerezés és szervezés céljaira is felhasználják. Számítógépek elvégezhetik a hivatali, adminisztrációs rutinmunka nagy részét önműködő irányítását. A számítógépek olyan magasrendű szellemi tevékenység utánczására is képesekké váltak, mint a tanulás, Az un. tanulógépek játékokat játszanak, sőt a termelés irányításában is egyre magasabb szerephez jutnak.

A kibernetika igen sok gyakorlati eredményt felmutató ága a műszaki kibernetika. Korunk izgató problémája, hogyan lehet egyes gépek, gépcsoportok, sőt egész üzemek termelését önműködően irányítani. A cél a komp-

lex automatizálás elérése, amikor egy-egy üzemen belül minden termelési folyamatot, a termeléssel kapcsolatos szervezési és igazgatási feladatot önműködő vezérlésű gépek végeznek.

Egy gép teljes automatizálását már a kibernetikát - megelőző korszakban is több iparág területén megoldották. Sikeres kísérleteket végeztek gépcsoportok önműködő irányítására is ugyanebben az időszakban. Ezt a feladatot azonban napjainkban a különféle felépítésű számítógépek segítségével oldják meg legsikeresebben. Viszonylag könnyen elkészíthető azoknak az egyszerű termelési folyamatot végző gépcsoportoknak a számítógépes irányítása, amely termelési folyamatok egyszerű, elemi lépésekből rakhatók össze, másszóval matematikai és logikai összefüggésekkel leírhatók. A számítógépek programozása lehetővé teszi, hogy a gépek egymás után végrehajtsák ezeket az elemi utasításokat. Így vezérelnek számítógépek szerszámgepeket és gépcsoportokat, hengerdéket és kohókat, továbbá önműködően irányítják nagy szerelőcsarnokok termelését is.

Biztatóak azok a kísérletek, amelyek olyan folyamatok számítógépes irányítására vonatkoznak, amelyeket matematikai és logikai összefüggések segítségével e pillanatban még nem tudunk teljes egészében jellemezni. Ilyen pl. egy elektromos hőerőmű leggazdaságosabb üzemenek irányítása. A számítógépek ilyen alkalmazásokban mint tanulógepek szerepelnek. Egy darabig a kezelő személyzet tapasztalaton alapuló irányítását próbálják leutánozni, azaz az irányítást először az emberek végzik, a gép csak önmaga számára próbálja elraktározni az irányítási tapasztalatokat. A gép azonban nemcsak megjegyzi, hogyan irányít a kezelőszemélyzet, hanem annak munkáját felül is vizsgálja. megvizsgálja mennyiben volt

az hatékony és hogyan lehetne annak hatékonyságát fokozni. Amikor a számítógép már kellő tapasztalattal rendelkezik az irányítás menetében, akkor átveszi azt a kezelőszemélyzettől. De ezt az irányítást kezdetben még próbálkozásokkal végzik. Próbálépéseket tesz annak érdekében, hogy a megtanult irányítási rutint egyre jobban finomítsa. Így jut el ahhoz, hogy fokozatosan megközelítse az optimális irányítást.

4/ Összefoglalás

A kibernetika a legutóbbi 15 év folyamán valóságos hid lett a különféle tudományok között. Egy sereg új tudományos elmélet és gyakorlati eredmény létrehozását segítette. Azonban még közel sem oldott meg minden megoldható feladatot. Ennek az utnak még csak a legelején tart ez a fiatal tudomány. Hogy csak néhány olyan problémát vessünk fel, amely a közelmúltban merült fel és a kibernetika még nem adott rá megnyugtató választ, idézzük Kolmogorov híres szovjet kibernetikusnak a Tyehnyika Mologyozsi vitája során mondott szavait. Szerinte a kibernetika előtt olyan kérdések megválaszolása áll, hogy lehetséges-e létrehozni mesterséges életet? Az élet mai ismert jelenségei alapján vagy automaták tulajdonságaiból kiindulva meg tudjuk-e fogalmazni a gondolkodást, az érzést, akaratot? Tudunk-e létrehozni olyan automatákat, amelyek evolúciós folyamatokban folytonosan tökéletesíteni képesek önmagukat? Tehetnek-e fel olyan kérdéseket az automaták, amelyet tervezőjük még nem tudott feltenni? Az előttünk álló időszak izgalmas problémája, hogy a kibernetika milyen választ ad ezekre a kérdésekre, és mennyiben járul hozzá a bennünket körülvevő természetes és mesterségesen létrehozott környezet, illetve jelenségek törvényeinek megismeréséhez.

IRODALOM

Szelezsán János: A gondolkodás az információ feldolgozás, a szellemi tevékenység gépesítése /Munkásakadémiai kiadvány/.

Zemanek: Információelmélet I.-II. /Műszaki Kiadó/

Benedikt Szvetlana: A kibernetika néhány filozófiai problémájáról /Magyar Filozófiai Szemle V. évf. 4. sz. 1961.

Tarján Rezső: Gondolkodó gépek. Bibliotéka.1958.

Németh-Szelezsán: A digitális matematikai gépek /Természettudományi Közlöny. 1962. I.-IV. sz.

Gergely-Podhradszki: Elektronikus számítógépek /Munkásakadémiai kiadvány/

TARTALOMJEGYZÉK:

1/ B e v e z e t é s	1 old.
2/ Jelzési rendszerek, automaták.....	10 "
3/ Ut a gondolkodás gépesítése felé.....	27 "
4/ Összefoglalás.....	33 "
5/ Irodalomjegyzék.....	34 "
6/ Tartalomjegyzék.....	35 "