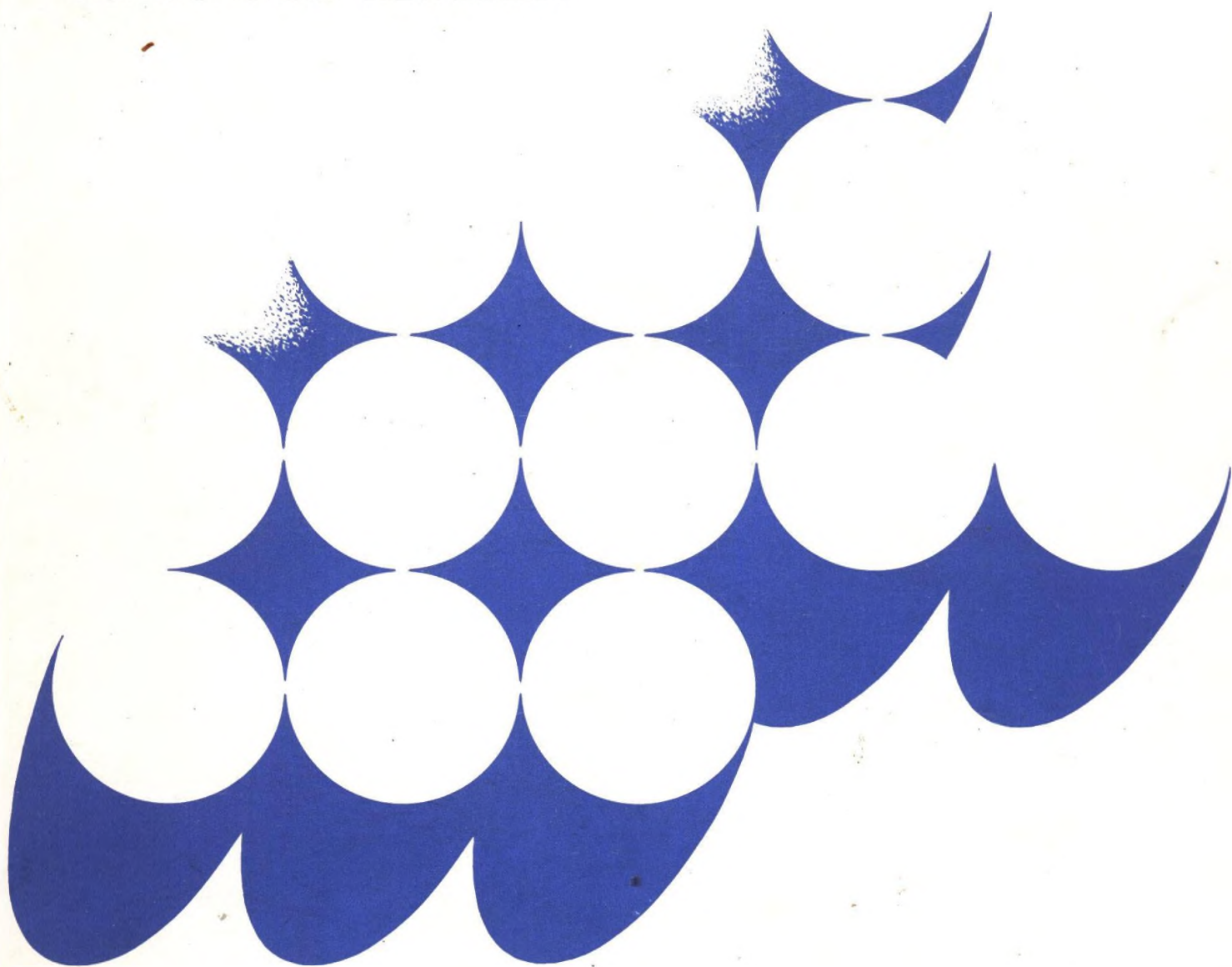


A számítógép az információfeldolgozás eszköze

Goldscheider-Zemanek



Statisztikai Kiadó Vállalat Budapest, 1975



A számítógép

*az információfeldolgozás
eszköze*

Peter Goldscheider
Heinz Zemanek

A számítógép
az információfeldolgozás
eszköze

Budapest, 1975
Statisztikai Kiadó Vállalat

A mű eredeti címe:

Peter Goldscheider–Heinz Zemanek: *Computer, Werkzeug der Information*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg–New York, 1971.

Munkatársak:

Heinz-Peter Chladek, Franz Lenk, Walter Pachl, Manfred Stadler

© Springer-Verlag Berlin–Heidelberg, 1971.

ISBN 963 340 034 1

Hungarian translation

© Statisztikai Kiadó Vállalat, 1975.

Fordította: Abod László

A fordítást az eredetivel egybevetette: Csébfalvi Károly

A függelék fordította: Horváth Antal

Szakmailag és terminológiailag ellenőrizte: Münnich Antal

Felelős kiadó: Kecskés József igazgató

Kiadói szerkesztő: Vaskó Tibor

Borítóterv: Bogár Imre

Megjelent: 1975. május 26-án

Formátum: B/5

Példányszám: 3000

Terjedelem: 18,2 A/5 ív

Statisztikai Kiadó Vállalat, Nyomdaüzem – 75–0250–3

Előszó a magyar kiadáshoz

Napjainkban a számítógép körüli nimbusz a felgyorsult technikai fejlődés következtében eloszlóban van: korunk embere számára a „computer” egyre konkrétabb valóságot jelent.

Mi is a számítógép? Költséges *technikai játékszer*? Félelmetes *robot*? Hivatalok, vállalatok, intézmények *státuszjelképe*? Lehet, hogy mindebből van benne valami; főként azonban *eszköz*. Minden eszköz annyira hasznos és annyira veszedelmes, amennyire hatékony. Márpedig a számítógép elképesztően hatékony eszköz. Még csak fejlődése kezdetén tart, de tudományos jelentősége máris óriási. Imponáló sebességgel hódít meg újabb és újabb alkalmazási területeket; fokozódó mértékben használják fel a tudomány, a technika, a gazdaság és a politika döntő helyein. Sőt, már a *számítógépes művészet* is megvalósult.

Aki meg akarja érteni a mai világot és helyt akar állni benne, nem hagyhatja figyelmen kívül a számítógép létezését. Reméljük, hogy ez a könyv utat nyit a számítógép „igazi énjéhez” a tájékozódni kívánó olvasó számára. Szerzői elsősorban arra törekedtek, hogy képet adjanak a számítógép felhasználásának sokrétűségéről. Nem lehetett céljuk — a mű terjedelme miatt sem — hogy valamennyi alkalmazási területet tudományos alapossággal írjanak le. Ezért mintegy felvillanásszerűen mutatják be a számítógép lehetséges közreműködésének legfontosabb, s egyben legérdekesebb területeit.

Köszönet illeti Zemanek professzor urat, aki a magyar nyelvű kiadás előkészítése során több ízben volt segítségünkre.

A Kiadó

Tartalom

Előszó a magyar kiadáshoz	V
Előszó az olvasóhoz	XI

1. fejezet

A mechanika csúcspontja (Automaták)	1
--	---

A számítógép az automatizálás művészetének koronája – Héphaisztosz mesterséges szolgálói – Automatikus templomkapuk – Mechanika és materializmus – A hűtőszekrénytől senki sem fél – Választási eredmények előrejelzése – Az automaták és az ember tökéletlensége

2. fejezet

Kombinációs komplikációk (Tanulás és kutatás)	19
--	----

Harc az információáradattal – Tanuló és tanító automaták – Daidalosz udvari mérnök szomorú sorsa – Az absztrakt gyapjúfonál – Oktatógépek – A bit az információközlés atomja – A gyerek és a számítógép az ujjával számol – A számítógép mint jelbehelyettesítő automata – Az algoritmus

3. fejezet

A hibátlan receptírás művészete (A program)	39
--	----

A bennünket programozásra programozó automata – Rutinok mindenütt – Katonai önkéntesek optikai számításokat végeznek – Babbage feltalálja a számítógépet és csalódik – Folyamatábrák – Egy egyszerű példa

4. fejezet

A világ dióhéjban (Tárolók)	51
--	----

A gyűjtés és a tárolás az élet alapfunkciója – A tároló – címmel ellátott rekeszek hosszú sora – Az erdő nem robban, hanem növekszik – Számítógép-e az agy? – Út az akták nélküli ügyvitelhez

5. fejezet

A jelsorozatok tartalma és külalakja 65

Az információ érdekes tulajdonságai – Gép + program = számítógép – 2 + 3 a számítógép szerint is 5, de hogy számolja ezt ki? – Sokféle hordozó, azonos jelek – Itt a számítógép beszél . . . – Az információ öt fajtája

6. fejezet

A futószalag idegközpontja 83
(Folyamatirányítás)

Mi is valójában az ún. második ipari forradalom? – A „mi időnk” fő problémája az idő – A szabadság: választás az alternatívák közül – Az összeadómű egy 10^{154} áramkörből álló kapcsolás sajátos esete – A valaha is vizsgált legnagyobb szám

7. fejezet

A technika főként emberi probléma 93
(Ember és gép)

Részlet az „Értekezés a gépekről” című 1869-ben megjelent műből – A robotember tévkonstrukció – Az új gép – A számítógépnek emberre van szüksége – A XX. sz. végére Európának 3 millió számítógépes szakemberre lesz szüksége – A közeli jövő követelménye: az ember és a gép közti közvetlen kommunikáció – A pontosság és érthetőség áthidalható ellentmondás

8. fejezet

Gépművészet 105
(Számítógépművészet)

Az automaták művészettörténete dióhéjban – Alkotóművész-automaták mint álom és valóság – A klasszikus kottairás már majdnem formális programnyelv – A klasszikusok az automaták számára komponálnak – A véletlen a művészet segédeszköze – A komponium komponológép 1821-ből – Elektronikus zene: az áramkörök hangja – Zeneszerzés algoritmussal – Folyamatszabályozás a művészetben – Művészet és számítógép – A véletlen és a racionális esztétika – Számítógépes grafikai alkotások – Programozott filmek – A dekafon zene mint grafikai alkotás

9. fejezet

A számítógép a vezetők munkaeszköze	133
(Az irányítás művészete)	

A nélkülözhetetlen karmester – A döntés művészete – Az abakusztól a számítógépig – A számítógép fejlődésének öt évtizede – A számítógép futurológiája – A számítógép paramétereinek fejlődése – Az adatbanktól a tervszerű vezetésig – Magánélet – ahol a számítógép veszélyessé válhat

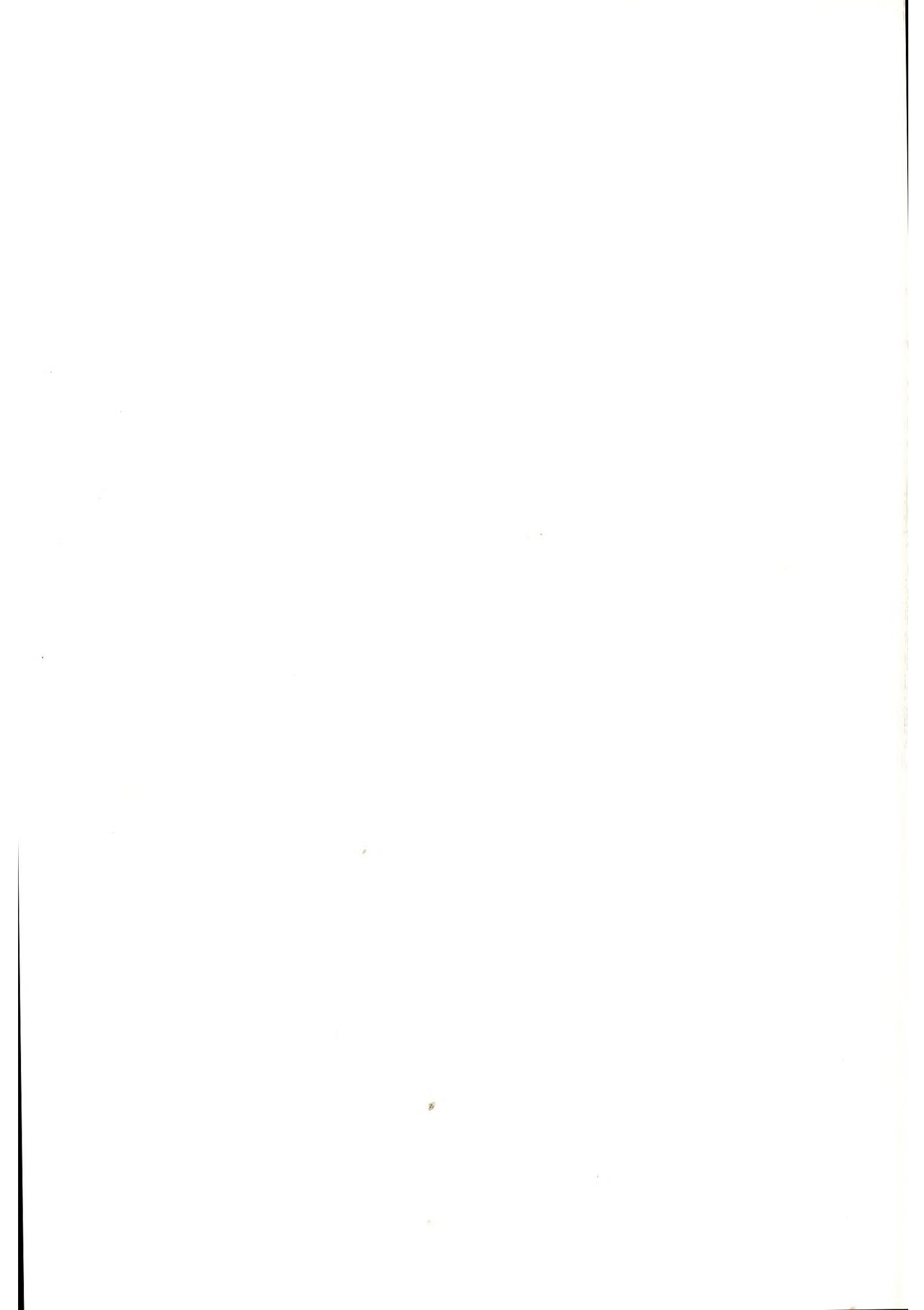
10. fejezet

Az irányítás tana	153
(Kibernetika)	

Egy szó karriert csinál – Hogyan lesz a tényleges értékből névleges, előírt érték? – Kibernetikai alapmodellek – Ultrastabilitás – superkonstans állapot – Gordon Pask oktatógépe – A kibernetika definíciói – Zárszó

Függelék

Az automaták rövid története	173
A számítógép rövid története	175
Néhány fogalom	179
Névmutató	189



Előszó az olvasóhoz

Ez a könyv a „Számítógépek” c. tízrészes tévésorozat* kísérő anyagának készült, de az adásoktól függetlenül is bevezet a számítógépek világába, keletkezésük történetébe, felhasználásuk lehetőségeibe.

Korlátai vannak annak a jó szándéknak, hogy a nehéz tárgyakat vagy összefüggéseket egyszerűen magyarázzuk meg. A legjobb kézikönyv sem pótolja, sajnos, a szakmai tanulmányokat. No és – tedd a kezedet a szívedre, ó szakember! – mennyi minden van, amit a specialista sem ért teljesen?

Az életben a legtöbb dolgot egyszerűen csak megszokjuk, és innen tudjuk meg, hogyan kell elkerülni a csapdákat és a balfogásokat. A nemszakember tehát csak a homály csökkenését várhatja, nem pedig teljes eltűnését. A szakember meg talán néhány olyan gondolatra bukkan, amelyet ebben az összefüggésben nem tudatosított magában.

A két szerző egyike a témák megválasztásáért és a tudományos alaposságért volt felelős, néhány korábbi munkát értékelt ki, és különleges gondot fordított a művészetről szóló fejezetre; a másik pedig főleg az anyag elrendezésével és a felhasználási példákkal foglalkozott.

Hogy könyvünk könnyebben érthető legyen, igyekeztünk a bonyolult fogalmakat ott magyarázni meg, ahol először fordulnak elő. A gyors tájékozódás érdekében a függelék egyes fogalmakat újra megmagyaráz. Ezt az olvasáshoz szánt segítségnek kell tekinteni, nem pedig hivatalos definíciók gyűjteményének. Ugyanez a célja a válogatott névmutatónak is, amelyet rövid kommentárokkal láttunk el.

Ha sikerült világosan megmutatnunk, hogy a számítógép a XX. század központi jelensége, és ha valamelyest csökkentettük a feszültséget az információ-feldolgozás száguldó haladása és ennek a haladásnak az olvasó tudatában való tükröződése között, akkor könyvünk elérte célját.

Köszönetet mondunk a bécsi IBM laboratórium és a Springer Kiadó munkatársainak, akiknek kitartó segítsége nélkül nem sikerült volna kéziratunkat a tévésorozat kezdetéig pontosan lezárunk.

P. G.
H. Z.

*A Német Szövetségi Köztársaságban mutatták be 1971-ben. Szerk.

A mechanika csúcspontja (Automaták)

A számítógép az automatizálás művészetének koronája
Héphaisztosz mesterséges szolgálói
Automatikus templomkapuk
Mechanika és materializmus
A hűtőszekrényétől senki sem fél
Választási eredmények előrejelzése
Az automaták és az ember tökéletlensége



A számítógép az automatizálás művészetének koronája

A technikai fejlődés célja az automata. Az embert úgy kell testileg és lelkileg tehermentesíteni, hogy ne kelljen külön törődni a műszaki szolgáltatásokkal; játszódnak csak le azok – maguktól. Ebből a szempontból a számítógépkorszak előtti technika csak felkészülésnek számít. Az automaták helyel-közzel csak egyedi, speciális szolgálatokat tehettek. Az emberi agy integráltságának megközelítéséhez először is az *információ* fogalmából mérhető technikai dimenziót kellett alkotni, technológiaként pedig alkalmazni az elektronikát. A számítógép így koronázhatta meg az automataépítés művészetét, nem csupán azért, mert végletekig kihasználja az elektronika mindenkori lehetőségeit, hanem mindenekelőtt azért, mert alkotó-elemeinek összjátéka révén, a technikai alkotások közül a legemberibbé vált. Benne a fénysebességhez közeli sebességgel játszódnak le a jelenségek: ritmusát ma már milliárdod másodpercekben mérjük, de ez még gyorsulni is fog. Memóriájának tároló kapacitása felülmúlja az összes többi tárolóét, még a nagy könyvtárakét is.

A számítógép legfontosabb tulajdonsága azonban az emberi testet megközelítő univerzális struktúrája. Mesterséges érzékelő szervekkel és végrehajtó szerkezetekkel a számítógép univerzális szuperstruktúrává női ki magát: annak az



1. ábra Valamennyi számítógép meglehetősen egyformán néz ki (azaz egyáltalán nincs jellegzetes egyéni külsejük). Nem arcvonásaik, hanem belső erényeik tekintetében különböznek egymástól

emelőkarnak a végső maximumává, amely ősidők óta erősíti fel az ember izomerejét. A számítógép az ember csaknem valamennyi képességét felerősíti, mégsem mindegyiket. A mechanika csúcspontja: minden mechanizálható folyamat kivitelezését átvállalja a számítógép.

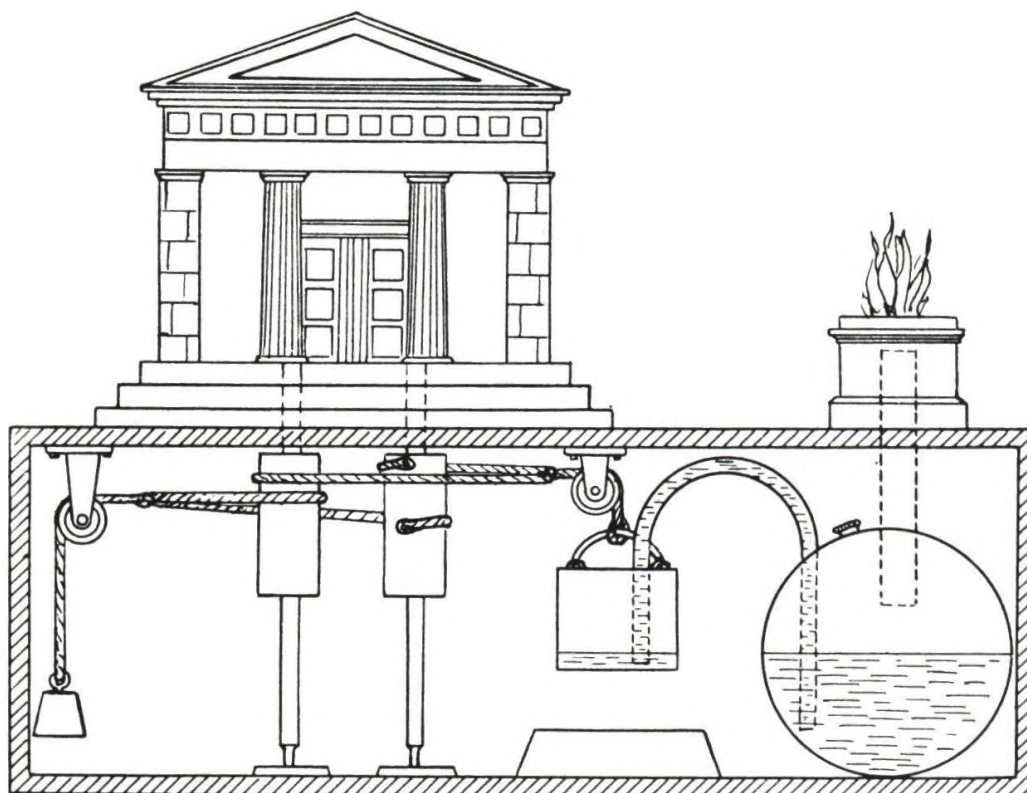
Természetesen nem minden gépesíthető, csak erről a technika iránti lelkesedésünkben könnyen és túl gyorsan megfeledkezünk. A számítógépnek is megvannak a határai, és munkaeszköz, olyan absztrakt munkaeszköz marad, amelynek tulajdonságai nem mindig nyilvánvalóak. Nem könnyű a számítógépet áttekinteni, talán éppen azért, mert alkatrészei és funkciói ideálisan átláthatók. A teljes megértést az apróbb részletek sokasága gátolja – az alkatrészeké éppúgy, mint a folyamatoké, s olyan bozótba ütközünk, amely éppúgy áthatolhatatlan a szakember, mint a laikus számára.

Héphaisztosz mesterséges szolgái

A számítógép automata, s mint ilyen egy ősrégi család sarja, mert az automaták – bár gyakran azt hisszük – nem korunk teremtményei. Már Homérosz ír azokról a mesterséges szolgálokról, amelyeket Héphaisztosz, a kovácsok istene készített, s az Odüsszeiában a műkutyák hexaméterekben ugatnak. Apollodórosz írja le számunkra Kréta szigete őrautomatájának tragikus történetét, amelyet az argonauták tisztességtelen trükkkel tettek ártalmatlanná: kihúzták azt a dugót, amellyel a vérkeringését biztosították, ezzel szemben tanácstalan volt a gépi őr, mert – sajnos – nem volt önjavító automata.

Automatikus templomkapuk

Az automatizálás első kézikönyve tehát nem az i. sz. XX. hanem az i. sz. I. századból származik. Alexandriai Hérón „Pneumatica, Automata” c. könyvében pénzérme bedobására működő szenteltvíz-automatát és templomajtónyitó gépet ír le (2. ábra), ennek automatikája energiát és indító-jelet magától az áldozati tűztől kapott. Több javaslata van súlyokkal működő automata színház megvalósítására is. Hérón írásai ma is időszerűek, mert a pénzt adó személy pszichológiájára vonatkozó utalásait túlzás nélkül a modern kereskedelmi pszichológia előfutárának is tekinthetjük.



2. ábra Automtizálás 2000 évvel ezelőtt: amikor az áldozati láng magasra csap, a templom szárnyas kapui önműködően kinyílnak; ha a tűz lankadni kezd, ismét záródnak. Hérón (az időszámítás utáni első században élő) mechanikus intuitív pszichológiával rendelkező mérnök volt

Mechanika és materializmus

A következő évszázadok mechanikai és automataépítési fejlődéséről nem sokat mondhatunk. Az arab világ is átvette a görögök szellemi örökségét, sőt új szempontokkal ki is bővítette azt. E források Európa számára csak a reneszánsz korban tárulnak fel ismét, és kezdetét veszi a nagy technikai kort előkészítő tevékenység. Azokkal a nagyméretű templomi órákkal kezdődik ez a folyamat, amelyekhez automatikus játékszerkezeteket is csatoltak. Itt találhatók a dobtárolók ősei, mert igen régóta – a XIV. századtól – találkozunk olyan harangjátékokkal, amelyeket cserélhető tüskékkel ellátott fémdobok hoztak mozgásba. A program szerinti vezérlés igen régi technikai megoldás, amelynek eredetét nem könnyű kibogozni.

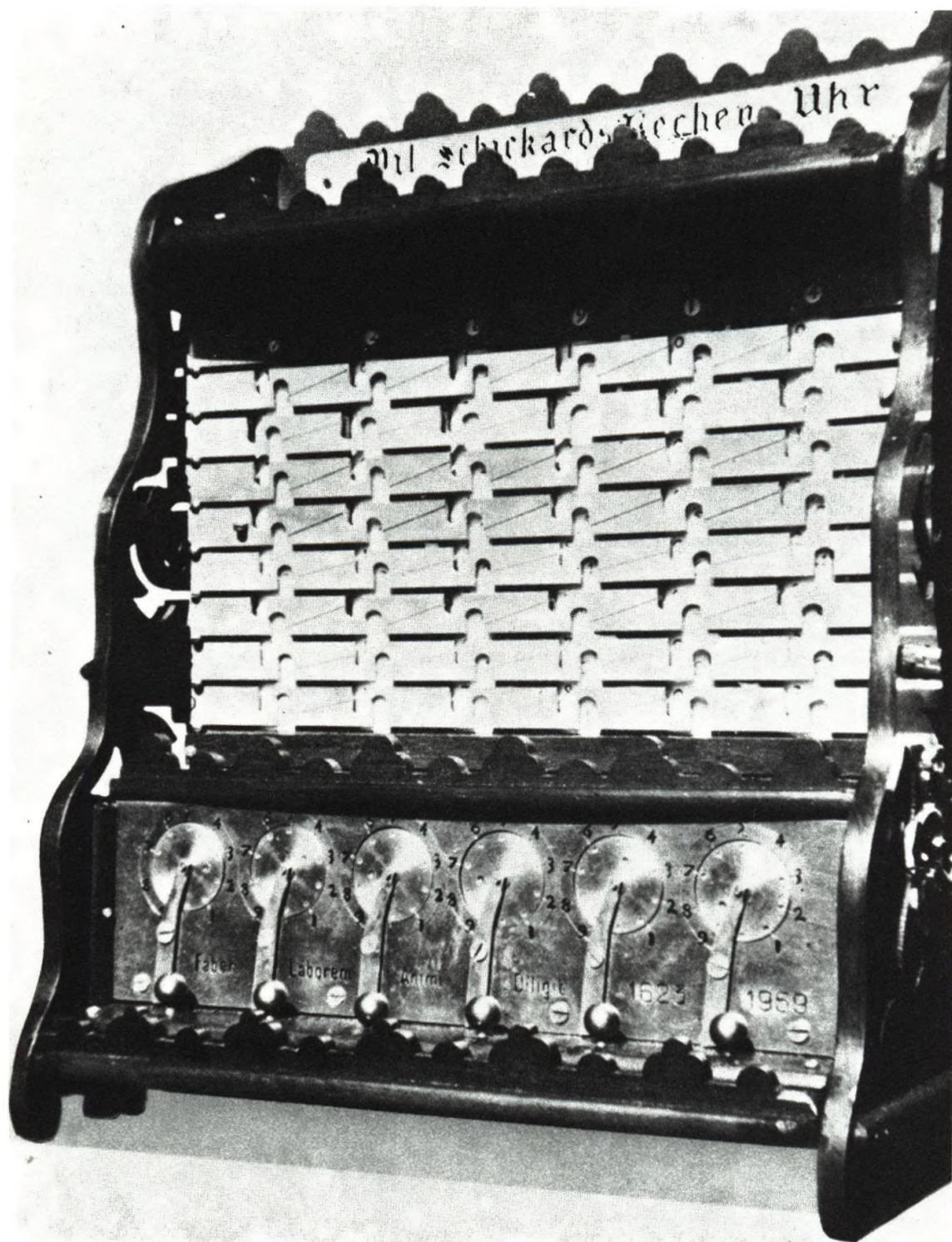
Descartes 1634-ben „Discours de la methode” c. művében fekteti le a matematikai és fizikai kutatás további fejlődésének elméleti alapjait. A természettudományokkal való fokozódó foglalkozás megnövelte az automaták iránti érdeklődést is. A játékos elem lassanként átadja helyét a hasznosnak, s a felvilágosodás korában a mechanikus materializmus lép színre. Az első számológépeket 1623-ban Wilhelm Schickart (3. ábra) és 1641-ben Blaise Pascal készítette. Pascal felismerte készülékének filozófiai jelentőségét is mikor ezt mondja: „a számológép olyan eredményeket ad, amely a gondolkodáshoz, minden más, az állatok által végrehajtott teljesítménynél közelebb áll.”

Voltak azonban, akik ennél még messzebbre is merészkedtek. A testi funkciók látszólagos mechanikus lejátszódása ugyanis arra csábított, hogy az emberi organizmust óraműnek tekintsék. 1748-ban írja de la Mettrie francia orvos „L’homme machine” c. feltűnést keltő könyvét, amelyben megkísérli bebizonyítani, hogy az ember nem más, mint egy rendkívül bonyolult mechanizmus. Ezekhez az elképzelésekhez a természettudományos gondolkodás és a technikai ismeretek fejlődése vezetett. Az órával – az égi jelenségek gyakorlati célra felhasznált modelljével – a kézműipar az alkalmazott természettudományok korába lép. A XVIII. század nagy mechanikusai csodaszép automatákat készítenek, s ezzel koruk ízlését elégítik ki. A rokokó világ valósággal esztétikát veszített, az udvar elragadtatásba esett, a város felbolydult, ha egy automatakészítő bemutatóra érkezett a városba: mindenkinek látnia kellett a gépet. Az emberek olyan bábjátékokért és szindarabokért lelkesedtek, amelyekben automaták léptek fel.

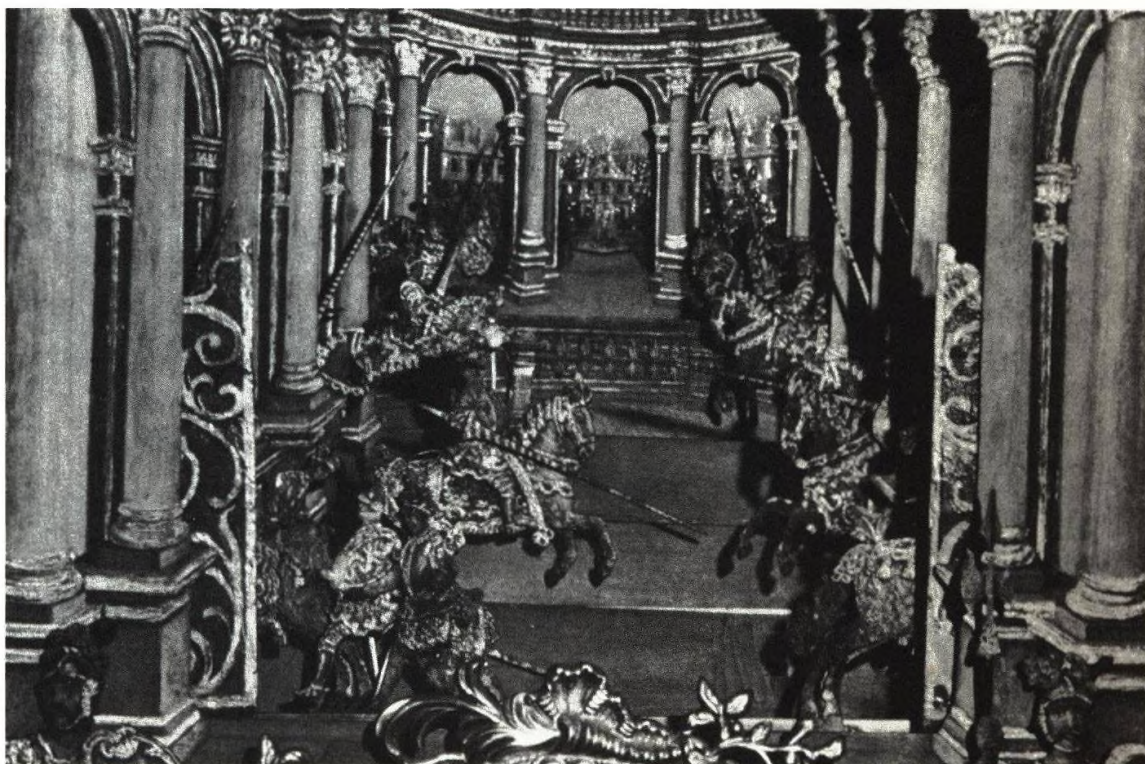
Néhány európai városban fennmaradtak ezek a történelmi nevezetességű automaták, így pl. Drezdában, Koppenhágában, Münchenben, Neuchâtelben, Prágában és Bécsben is.

Nem foglalja el valamennyi automata a neki illő helyet a gyűjteményben; egyesek elszigetelve különállnak s nem vonják magukra azt a figyelmet, amelyet megérdemelnének.

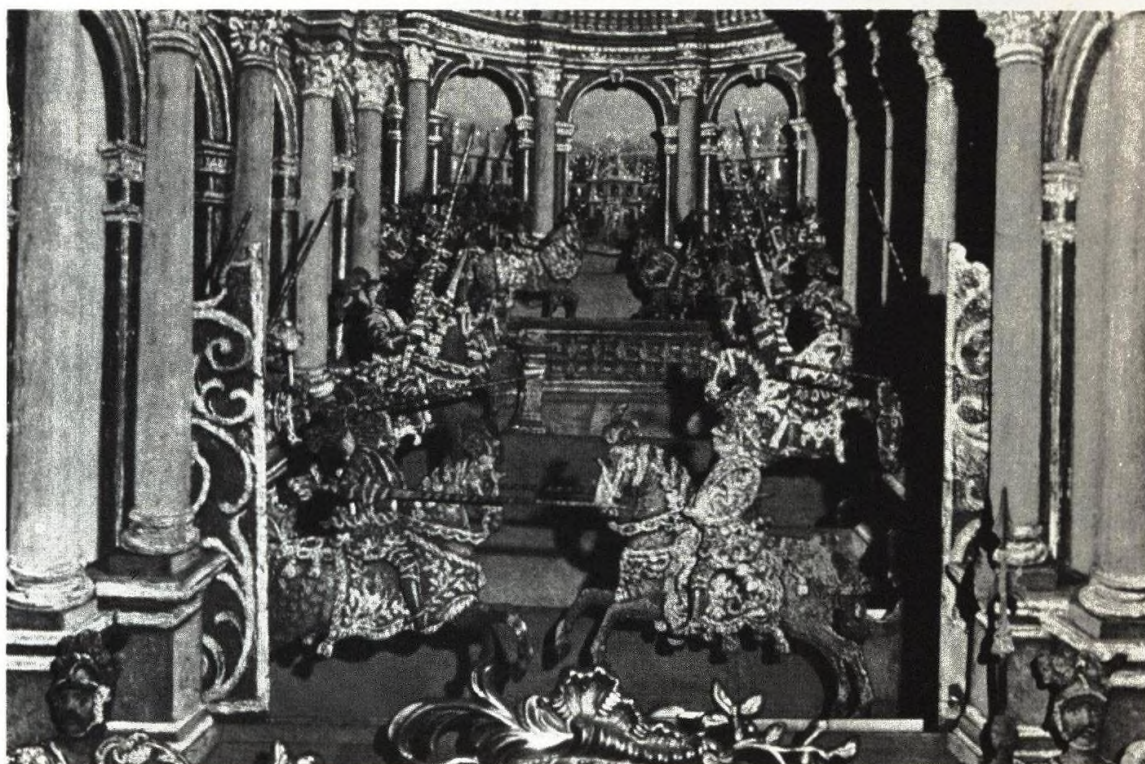
A legszebb automata a bécsi Burg Mária Terézia kori termeiben elhelyezett lovagijáték-óra, a Knaus mechanikus-család alkotása (4. a-c ábra). Hessen őrgrófja ajándékozta Mária Teréziának és Ferenc hercegnek 10. házassági évfordulójukra az úgynevezett lovagijáték-órát, egy az embernél nagyobb automatát, amelybe 70 kg ezüstöt dolgoztak fel, és kioldó szerkezetének megnyomására hódolási jelenetet mutat be (5. ábra). A családfő Knaus két fiával és sok más kézművessel öt évig dolgozott ezen a készüléken. Később a két fiú osztrák szolgálatba lépett, ahol Friedrich Knaus Ferenc császár udvari mechanikusaként az írógép feltalálása előtt 100 évvel, egy író automatát készített (6. a és b ábra). A lovagi játékot játszó óra azonban a legszebb darab, amelyet a Habsburgok a Knaus család hagyatékából megszereztek. A játék itt is független az órától, bármikor elindítható. Kinyílik az ajtó, felvonulnak a lovagi torna résztvevői, s elfoglalják kiinduló helyzetüket. Három összecsapás során leszúrják az egyik lovagot, a második elveszti sisakját, s a harmadiknak eltörik a lándzsája. Ezután egy apród egy mór harcos fejét hozza be,



3. ábra Schickart számoló órája. Schickart 1623-ban (Pascal születésének évében) egy – nem teljesen automatikus – négyalpműveletes gépet készített, amely sajnos nemsokára elégett. Pontos adatok hiányában nem tudjuk, hogy ez az 1954-ből származó másolat mérethű-e?

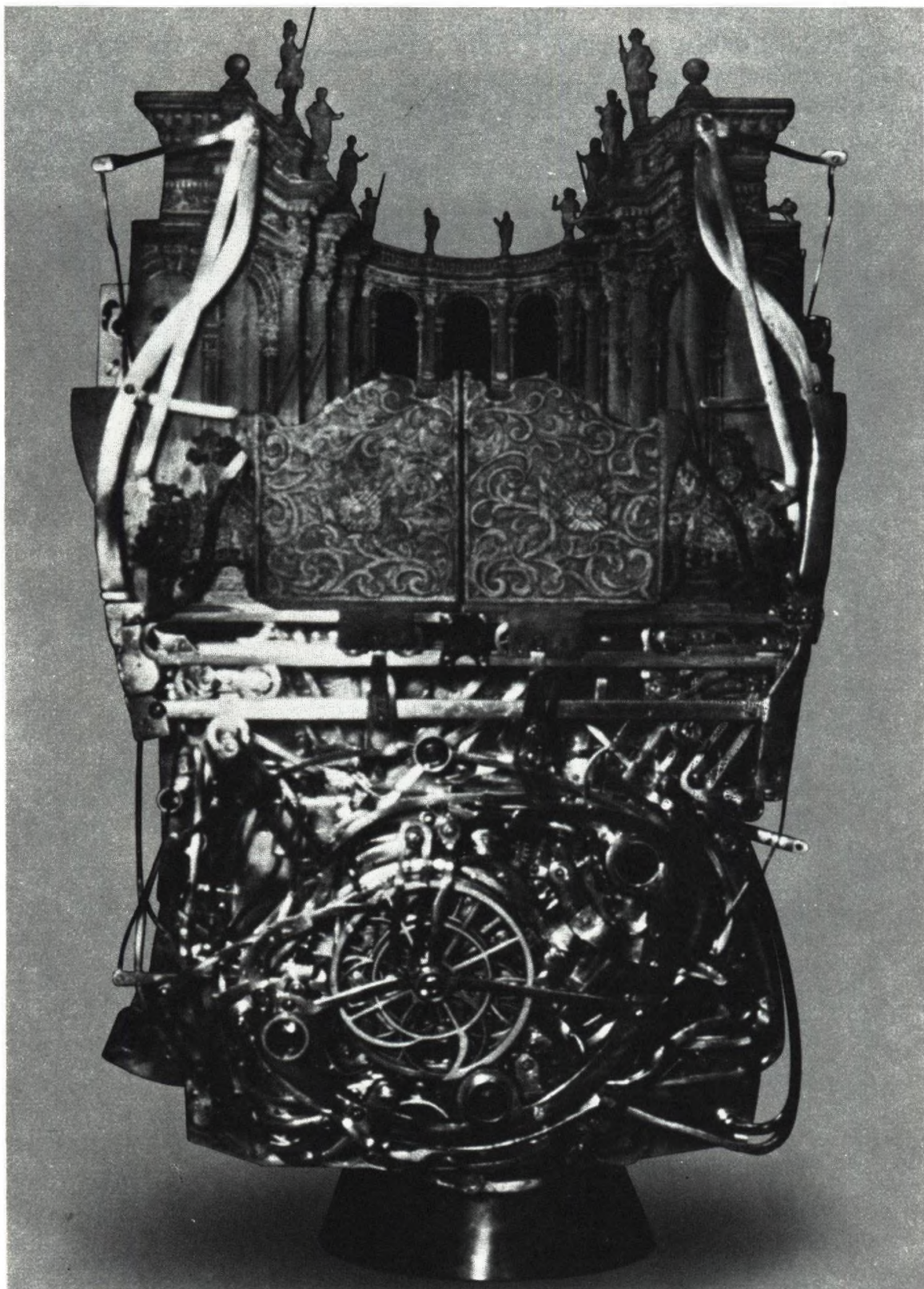


a



b

4. a–c ábra A lovagijáték-óra, a világ legszebb automatája. A Knaus órakészítő és mechanikus család 1730 körül készítette, valószínűleg Darmstadtban. Ma a bécsi Burgban áll. A lovagok közti három „összezapást” a „mór fejevétele” követi két változatban. Az automata működési



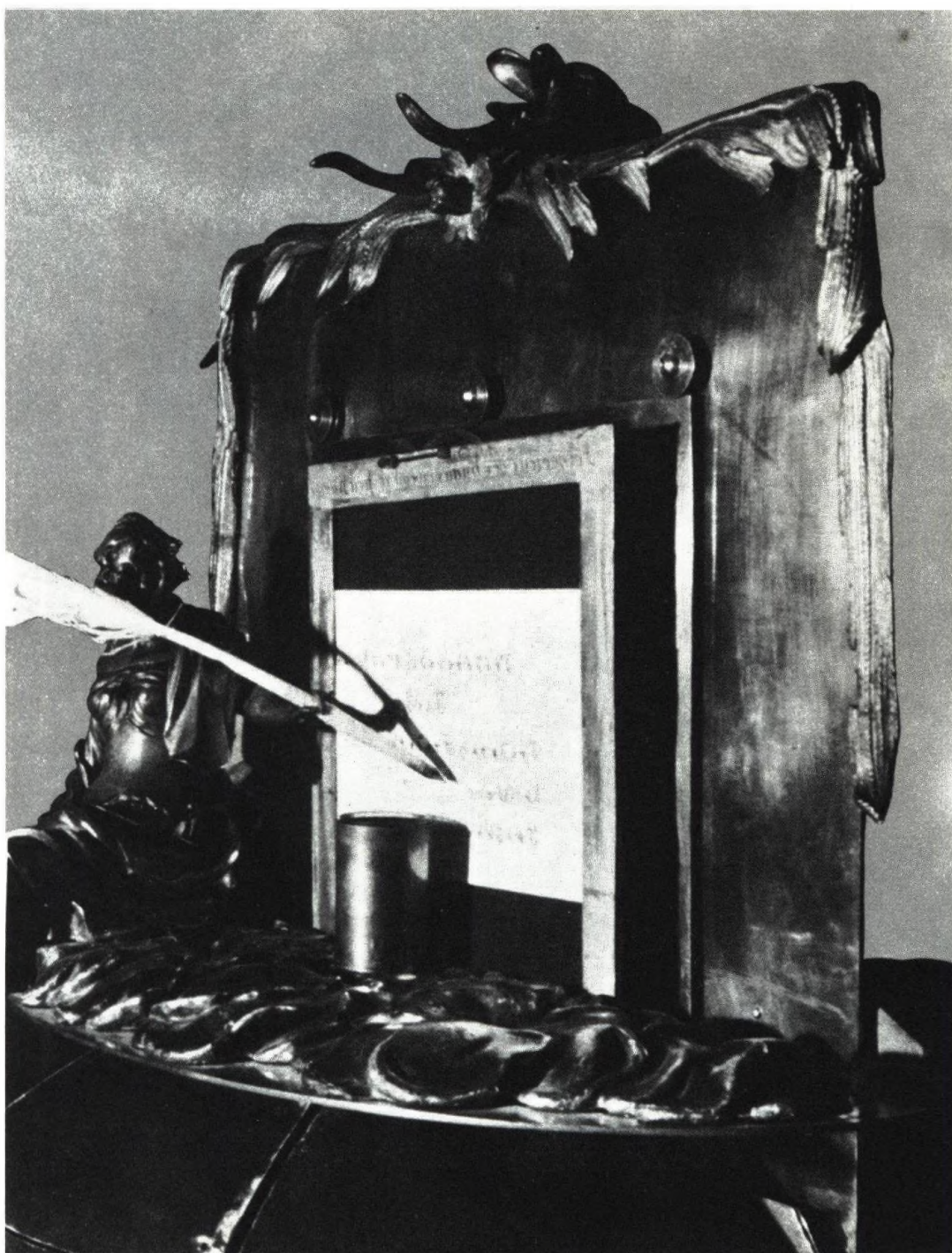
sebessége a program megfelelő szakaszához igazodva változik. A képek közül a) és b) a lovagi játék egy-egy jelenetét, c) pedig a kinyitott órát ábrázolja

és egy talapzatra állítja fel. Az egyik lovag lándzsát szegez, feltűzi rá a mór fejét, diadalmasan a magasba emeli, s balra ellovagol, és – mert oly szép ez a jelenet – azonnal visszatér még egyszer.

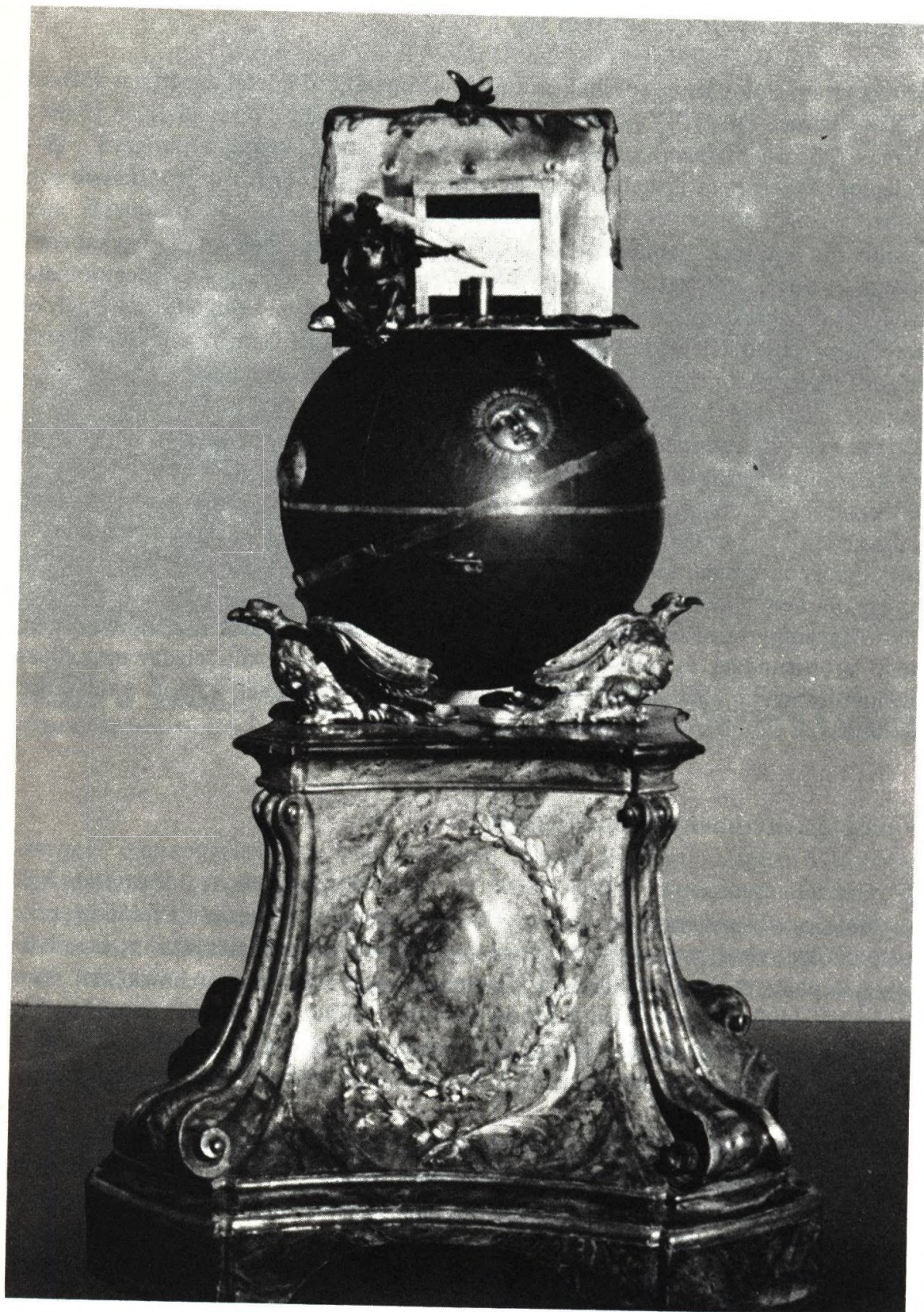
Sok vastag könyvet írtak az automatákról, s még mindig nem gyűjtötték össze a múlt évszázad e csodaszámba menő gépeire vonatkozó valamennyi információt.

5. ábra A Knaus órás család 1745-ben Bécsbe utazott „színjátékot játszó” órájával, hogy Hessen ōrgrófjának ajándékát a császári házaspár házasságának tizedik évfordulóján átadhassa. Ha elindítjuk az automatát, egy udvari szertartás játszódik le, harangjáték kíséretében





6. a–b ábra Az írnok-automata Friedrich von Knaus udvari mechanikus műve, I. Ferenc császár születésnapjára készült 1760-ban. A betűformákat analóg módon tárolták a csúszzófogas tárolóműben, a szöveget digitálisan egy fém tárolódobon lovasokkal programozták



A hűtőszekrényétől senki sem fél

Szórakoztató dolog lenne továbbkövetni az automaták történetét a madaras óráktól a XIX. századvégi és XX. század eleji árusító és termelő automatákig. A játékos elem e korban csaknem teljesen eltűnik, az automata használati tárggyá válik. Tulajdonképpen nem érthető, hogy az elektronikus automaták miért tűnnek sok ember számára idegennek, és miért keltenek félelemérzetet. Az automaták már ősidők óta kísérik bennünket. Afrikában a vadcsapdák még ma is ugyanolyan alakúak, mint sok évszázaddal előbb őseink csapdái. Az egércsapda is egy automata modellje (7. ábra). Megtalálható rajta minden lényeges elem: energiaforrás, amelyet a felhúzott rugó jelent, két jel-hurok, az egyik az, amelyben a szalonna csábító jeleket sugároz, a másik pedig az, amelyben az érintésre működő mechanizmus a csapdát működteti. Ugyanez érvényes a számítógépre is, amelynek saját energiaforrása van, és automatikusan mennek végbe különböző folyamatok, csak ezek sokkal bonyolultabbak. Az egércsapda nem más, mint egy hasznos, önműködő szerkezet, s ilyenből egyre több van környezetünkben. Senki számára sem kellemetlen az egércsapda, és senki sem fél a hűtőszekrényétől. Természetesen ez is egy tipikus automata, szerény szolgálo, amelyre csak akkor kell figyelmet fordítani, ha egyszer nem működik.

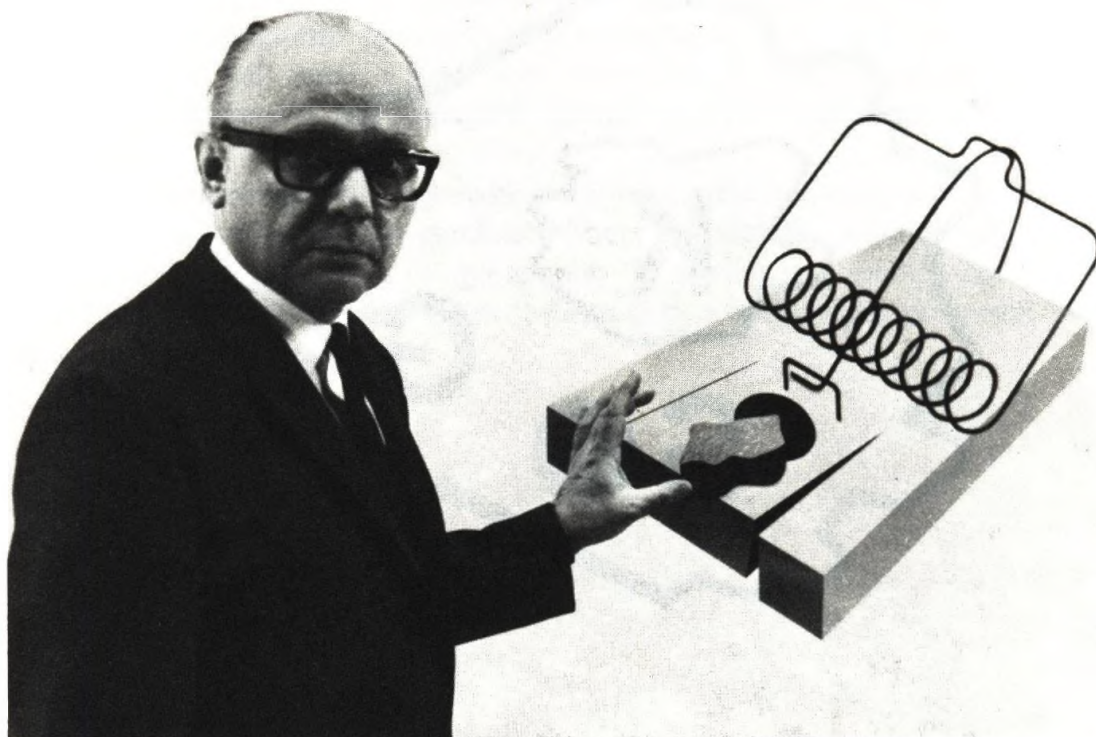
Ugyanígy van ez a számítógéppel is. Egyelőre azonban népszerűsítéséhez még némi propagandára és reklámra van szükség. Erre a célra két feladat megoldása bizonyult nagyon alkalmasnak, az egyik sportrendezvényeknél, a másik a választási eredmények előrejelzésével kapcsolatban lép fel.

Választási eredmények előrejelzése

A választási eredmények előrejelzésekor a számítógépnek olyan információt kell közölnie, amely még nincs is. Ehhez a valószínűségszámítást használja fel. Ez egzakt matematikai elmélet, amely a számítógép számára meghatározza a számítási folyamatokat. A választást követő éjszakán megkíséreljük a már beérkezett rész-eredményekből a végeredményt kikövetkeztetni. Ehhez egy egész sor módszer és trükk áll rendelkezésünkre. Nem kell mindent kitalálnunk: a kiinduló adatok a legutóbbi választások eredményei és a kiértékelendő választás beérkezett rész-eredményei.

Az eljárásnál a választási aritmetikát kell tekintetbe venni, s minden olyan összefüggést felhasználni, amely erre alkalmas. Mindez igen sok számítási munkát jelent. Csak a számítógép képes az adatok beérkezése és a még értelmes előrejelzés időpontja közti szoros időközben mindezt elvégezni.

A 8. ábra szerinti példán egy egészen egyszerű eset kapcsán világítjuk meg az alapkérdéseket: Három pártot tételezünk fel, és azt, hogy egy körzetből és egy városból érkeztek be eredmények. Ezekon kívül rendelkezésünkre állnak a legutóbbi



7. ábra Az egércsapda igazi automata. Saját energiaellátása és két információköre van: a szalonna, az „adóállomás” az egér odacsalogtatására; a kioldó mechanizmus, mely a megfelelő pillanatban lecsapja a csapdát

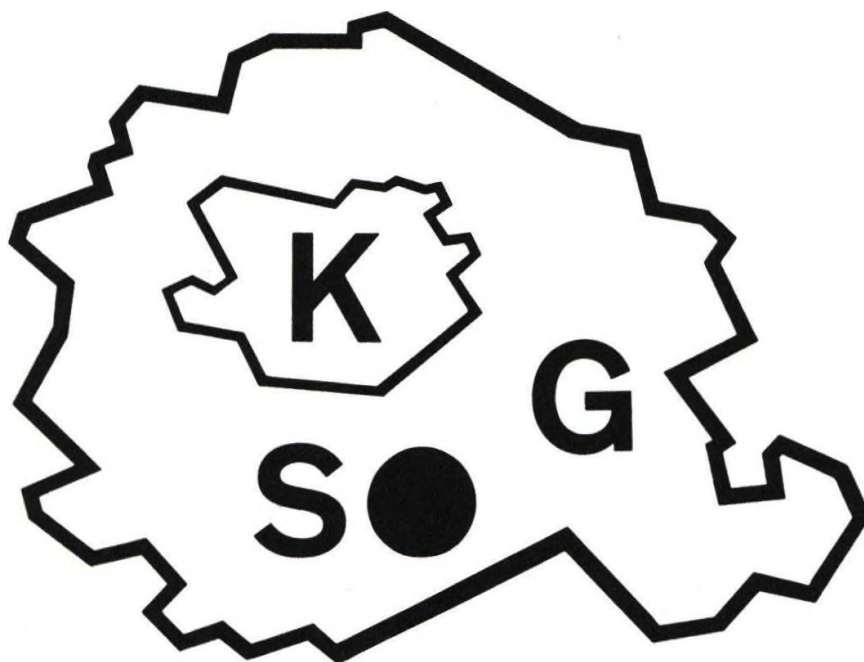
választás részeredményei és végeredménye. Milyen lesz ezek alapján a várható, legvalószínűbb új végeredmény?

Ennél a feladatnál különösen jól lehet látni a különbséget a számítógép hibátlan számítása és a hibalehetőségeket tartalmazó előrejelzés között. A rossz jóslat nem csupán a számítási folyamat, hanem a kiinduló adatok és az alkalmazott eljárás hibája is lehet.

A számítógép úgyszólván csak a részletek pontos kivitelezéséért felel.

Az automaták és az ember tökéletlensége

A technika csúcspontján az elektronok gyorsaságával működő tökéletes számítógéppel szemben is fenn kell tartanunk egyfajta egészséges bizalmatlanságot. A műveletek tökéletes elvégzése még távolról sem garantálja a tökéletes eredményt. A gépek tökéletessége csupán a mérnök tisztas szándéka marad, aki a számítógépet tökéletes számító és logikai géprabszolgának teremtette meg. Az elektronikus



K	5716 4399 854	5812 4406 711
S	16414 17555 1208	17923 17664 1023
G	208526 211429 53613	?

8. ábra A választást követő éjszakán a részeredményekből következtetnek a várható végeredményre. A program tekintetbe veszi a választások matematikai természetét, és az eloszlások alapján „megtervezi” a végeredményt

„emberi mű” tökéletlen, és karbantartást igényel (nemcsak számítógépet vásárolunk, hanem karbantartó személyzetet és szolgáltatást is, amelyet már a beszerzésnél figyelembe kell venni, s helyesebb akkor dönteni, mint a későbbi tapasztalatokra hagyatkozni), s az alkalmazás módja éppoly fontos, mint a megbízható működés.

Az alkalmazás során ugyanakkor az emberi tökéletlenség a technika ellenfeleként jelentkezik. Ha arra gondolunk, hogy az adatokat a számítógép számára emberi kéz szolgáltatja, s a programok is inkább az ember, mint a gép megbízhatóságától függenek, akkor beláthatjuk, a számítógépnek semmi esélye sincs, hogy mindig igaza legyen.

Kombinációs komplikációk (Tanulás és kutatás)

Harc az információáradattal

Tanuló és tanító automaták

Daidalosz udvari mérnök szomorú sorsa

Az absztrakt gyapjúfonál

Oktatógépek

A bit az információközlés atomja

A gyerek és a számítógép az ujjaival számol

A számítógép mint jelbehelyettesítő automata

Az algoritmus

Harc az információáradattal

A kisgyermek környezete titokzatos, tele van új benyomásokkal. Az embernek soha többé nem kell életében olyan borzalmas mennyiségű információáradattal megküzdnie, és olyan sok új adatot birtokába vennie, mint csecsemő korában. Képzeljük csak el, hogy bennünket kitennének egy őserdő kellős közepébe, annak pillanatról-pillanatra változó hang- és képkulisszái közé. Nos, körülbelül ilyen lehet egy kisbaba helyzete a környezeti adatok feldolgozásának nehéz munkájában. Ráadásul ez az emberke abban a kényelmetlen helyzetben van, hogy míg állandóan híreket kell fogadnia, ő maga információkat csak nehezen tud tovább adni, pedig az őt körülvevők osztatlan figyelmét kell magán tartania. Az első artikulátlan kiáltás az elismerésre való első felhívás: az önelismertetésért kifejtett fáradozás. Ebben a látszólag rendszertelen, zajos zűrzavarban a szülők gyakorlott füle számára egész sor információ rejtőzik. A gyermek így gondolatainak és érzéseinek legalább egy részét közölheti anélkül, hogy szókincse lenne vagy nyelvtani szabályokat tudna.

A felnőttek számára a környezet jól ismert. Megismerte a felnőtt és tudja, hogy csak a számára lényeges dolgokra kell koncentrálnia, a lényegteleneket figyelmen kívül kell hagynia. Ha azonban egy eszkimót az őserdőbe juttatunk és ily módon számára teljesen idegen környezetbe helyezünk, akkor helyzete sok tekintetben hasonlít a kisgyermekéhez. Minden zaj nyugtalanítja, mert nem ismeri azokat. Csak akkor lesz nyugodt az élete, ha új környezetével megbarátkozott. Korunkban amikor a ma szerzett információ igen gyorsan válik makulatúrává, környezetünk már nem hirtelen, de mégis gyorsan és mélyrehatóan változik. Ha a világban holnap is helyt akarunk állni, akkor az *éducation permanente*, az állandó nevelés hatásának kell magunkat alávetnünk. Ez mind az egyénre, a vállalatokra, a hatóságokra és az államokra is vonatkozik.

Tanuló és tanító automaták

Világunk megváltoztatásának felelősségét az automaták is viselik. Így az automatákat is az *éducation permanente* alá kell vetni, tanítani kell őket, de vajon képesek-e tanulni? Nos, vannak olyan automaták, amelyek tanulni képesek és olyanok, amelyek tanítanak. Mindkettőt el tudják végezni, természetesen nem a tanuló és tanító ember intelligenciájával és egyetemességével, hanem azzal a precíz alapossággal, amely sajátjuk. Ha a kisiskolást figyeljük, amint az egyszeregyet felmondja, egyszeribe világossá válik, hogy az emberi tanulás többnyire olyan bizonyos automatizmusok elsajátítása, amelyek később öntudatlanul is működnek. Az egyetemi hallgató másként tanul. Először fel kell ismernie, hogy mi a lényeges számára, és mit kíván abból megjegyezni. Az egyetemi tanulmány nem egyszerű tanulási folyamat, és egy egyetemi tanárnak nem a didaktika a legfőbb erénye.

Nem helytelen tehát a *tanulás* szót az automatákra alkalmazni. A tanuló automatákról, valamint a számítógépek tanuló programjairól már igen sokat írtak. Ha a gyakorlati alkalmazás nem is váltotta be e munkaterület úttörőinek rózsás reményeit, érdemes belátnunk a tanuló automaták működésének lényegét. E tárgyról most nem értekezés következik, csak példaként mutatunk be egy olyan automatát, amely egy labirintusban kiismeri magát.

A labirintus a mitológia egyik olyan fejezetéből származik, amelynek oly sok köze van a görög mérnöki művészethez, hogy érdemes mérnöki nyelven e fejezetet röviden összefoglalnunk. A görög mondavilágban jártas olvasó először majd meglepődik, de mégoly alapos forrástanulmányok után is be fogja ismerni, hogy ez a verzió csak szavakban és nem a tények tekintetében lép ki a klasszikus mitológia kereteiből.

Daidalosz udvari mérnök szomorú sorsa

Égeusz király korában Athén sarcot tartozott fizetni Kréta szigetének. Évenként hét-hét szűzlányt és ifjút kellett Athénból Krétába küldeni, hogy a Minotaurusz táplálékául vessék őket. Minotaurusz, ez a hatalmas, istenekkel rokon bika, labirintusban, egy kusza elrendezésű és áttekinthetetlen palotában lakott, ahol az áldozatok mindig reménytelenül eltévedtek. Thézeusz, Égeusz athéni király fia, önként jelentkezett, hogy a hét ifjú egyikeként megszabadíthassa Athént a sarcolástól.

Krétára érve Mínosz király lányának Ariadnének a bizalmába férközött, és rávette arra, hogy tegyen valamit megmentéséért. Ariadné a labirintust felépítő udvari mérnöktől egy bizonyos Daidalosztól, a problémát megoldó algoritmust egy női hardware az *Ariadné fonalaként* közmondásossá vált pamutgombolyag formájában meg is kapta. „Ahol nincs fonál, ott még nem voltál, s ahol duplán fekszik, ott zsákutca van, onnan vissza kell térni.” Ezzel az alapelvvel minden labirintus titka megfejthető, s így járt sikerrel Thézeusz is. Feltűnő, hogy az összes, e történetről beszámoló leírásban a szörnnyel folytatott, bizonyára nem egyszerű harcot elhomályosítja a labirintus problémájának a megoldása. A szellemi teljesítmények már az ókorban is hatással voltak a közvéleményre, még akkor is, ha már akkor sem kötődtek az igazi feltaláló nevéhez.

Érthető, hogy Mínosz király haragra gerjedt, amikor a problémát megoldó algoritmus titkának elárulásáról értesült. Mivel lánya időközben Thézeusszal, az athéni hajón meglógott, Mínosz bosszúját legalább udvari mérnökén töltötte ki, s fiával Ikárosszal együtt haladéktalanul a labirintusba záratta. Ezzel azonban alábecsülte jó mérnöke leleményességét. Lelőtt madarak tollából és a labirintusban fészkelő méhek viaszával Daidalosz két pár szárnyat készített. Apa és fia légi úton hagyták el a labirintust és Krétát. Sajnos, a fiatalember atyja intelmeit – hogy semmi esetre se térjen el az előírt légifolyósótól – eleresztette a füle mellett.

Ikárosz repülési magassága meghaladta a megadott értéket, és bekerült a menetirány szerint szembejövő hősugárzás forgalmi sávjába, aholis Héliosz isten vezette menetrend szerinti napszeke. A szárny viasza megolvadt, s a reménydús, ám fegyelmetlen ifjú lezuhant. Emlékére róla nevezték el ezt a tengert. Daidalosz ezzel szemben szerencsésen földet ért Egyiptomban, s politikai menedékjogot kért, amelyet sürgősen meg is adtak. A Mínosz királytól érkezett kiadatási kérelmet – megfelelő egyezmények hiánya miatt, elvi okokból – visszautasították. Nincs kizárva annak a lehetősége sem, hogy az alexandriai Hérón mérnöki művészete abból a tradícióból származik, amely Daidalosra vezethető vissza.

Az természetesen már más lapra tartozik, hogy Thézeusz Ariadnét Naxosz szigetén faképnél hagyta.

Az absztrakt gyapjúfonál

A labirintust egyszeri bejárással megfejtő görög királyfi fölénye a bolyongó egérrel szemben jól mutatja azt, hogy milyen hasznos, ha környezetünket matematikai-logikai beállítottsággal szemléljük.

Claude Shannon amerikai matematikus és mérnök – akinek a statisztikai információelméletet köszönhetjük – építette az első modellt az automatikus tájékozódásra. Labirintusát ötször öt négyzetes mezőből, válaszfalak bedugdosásával alakította ki. Egy labirintus alatti mágnessel vezetett, kisegér formájú kereső, mezőről-mezőre letapogatja a területet. Ha falba ütközik, egy másik irányban próbálkozik, és egy tároló relé rögzíti azt az égtájat, amelyben az egér utoljára az adott mezőből távozott. Az információ négy lehetőség közötti döntés. Ha az egér nem kerül hurokba, végül eléri célját. Ha a keresés túl sokáig tart, felismeri az automata, hogy a keresési folyamatot hurok akadályozza, s a kereső másik irányba fordul, így nagy a valószínűsége annak, hogy kikerül a hurokból.

Shannon automatája a biológiai kísérlet struktúráját utánozza, a labirintusba helyezett egér modellje Daidalosz algoritmusát alkalmazza. A keresőt egy absztrakt Ariadné-fonál támogatja a tájékozódásban, mindkét modellnél. Ahogy Ariadné szerelme pamutgombolyaggal Thézeuszt segítette, úgy segíti a kisegeret 284 jelfogó, amelyekben a már megtett útvonalra vonatkozó információ tárolódik. Nemcsak azt az irányt jegyzi fel a relék, amelyben sikeresen távozott, de az ún. fonalszituációt is. Ez négy féle lehet:

1. Még nem járt az adott mezőben
2. Sikeresen elhagyta az adott mezőt
3. Másodszor is végig kellett mennie az adott mezőn (a zsákutcából visszafelé vezető úton)
4. Az egeret az a veszély fenyegeti, hogy hurkot zár, nem szabad az adott mezőbe lépnie, sőt ez esetben úgy kell eljárnia, mintha ott fal lenne (amely a valóságban természetesen nincs).

Matematikai egzaktsággal is érvényes, hogy ilyen információk alapján valamennyi labirintus megfejthető. Amit az ösztön (és az arra épített modell) csak nagy valószínűséggel ér el, azt az Ariadné-fonál logikai-matematikai módszere (és az arra épülő modell) biztonsággal oldja meg. Ez az összehasonlítás nem teljes általánosságban érvényes, de rávilágít a haladás lényegére. Ha egyáltalán találunk megfelelő absztrakciót, akkor annak érvényességi határain belül az absztrakcióra épülő megfontolások mindig szembenállnak az ösztönös, intuitív módszerekkel. A műszaki haladás hatalma és tehetetlensége rejlik e szembeállításban. Az absztrakt megfontolás ugyanis bizonyos világos előfeltételekből indul ki (amelyek nem mindig valóban világosak), és precíz formulákra, logikai következtetésekre van szüksége. Az ösztönös megoldást a velünk született viselkedésmód alakítja. A megértés által történő korrekció vagy megerősítés rendkívül bizonytalan, csak az ember számára lehetséges magatartás.



9. ábra A felnővekvő generáció számára a számítógép már magától értetődő jelissé válik. A gyermekek minden nehézség nélkül tanulnak a számítógépes rendszer segítségével. A gépírás már az óvodások szórakozásává válik, és az oktatóprogramokban a legkiválóbb szakértők és sokszáz oktatási óra tapasztalatát és tudását lehet tárolni. A tanárnak meg kell szabadulnia a rutinmunkától

Oktatógépek

Míg a tanuló automatáknak még jó utat kell megtenniük ahhoz, hogy játékszerből és tudományos szempontból érdekes modellből gyakorlati eszközökké váljanak, a bennünket tanító automaták már értékes segédeszközök tanulási problémáink megoldásánál. Mi az előnye a számítógéppel támogatott oktatásnak? (computer assisted instruction). A számítógép éppúgy, mint a jó tanító, a közlendő ismeretek megfelelő kiválasztásáról és a tanuló szájaizének megfelelő formában történő előadásáról gondoskodik. Míg az egész osztályt tanító tanár nem lehet tekintettel az egyes gyermekek szükségleteire, a számítógép ezt éppoly könnyen megteheti, mint a magántanár. A tananyagot áttekinthető fejezetekben adja elő, s azonnal ellenőrzi, hogy a tanuló az előadottakat meg is értette. Ha a tanuló helytelen választ ad, a számítógép kész arra, hogy magyarázatait végtelen türelemmel ismételve mindaddig, míg a tanulmányi célkitűzést el nem érte. A bemutatott előnyök talán nem igazolják a ráfordítás nagyságát, amelyet az adatfeldolgozó berendezésnek oktatási célra történő beállítása megkövetel. Van azonban még másik érv is. A tanuló nincs egy meghatározott tanítási időhöz kötve. Itt mindenekelőtt a felnőttek oktatására kell gondolni, a dolgozókra, akik továbbképzésükre szabad óráikat használhatják ki. Éppígy a meghatározott oktatási helyhez kötődés is eleshet, mert a tanuló számára egy olyan berendezés áll rendelkezésre (9. ábra), amelyet telefonvezetékekkel csatlakoztathatnak az olykor többszáz kilométer távolságban levő számítógépre. Az oktatás-nevelés munkáját ily módon olyan területekre is el lehet juttatni, ahol a gyér település miatt különben célszerűen iskolák nem létesíthetők.

A bit az információközlés atomja

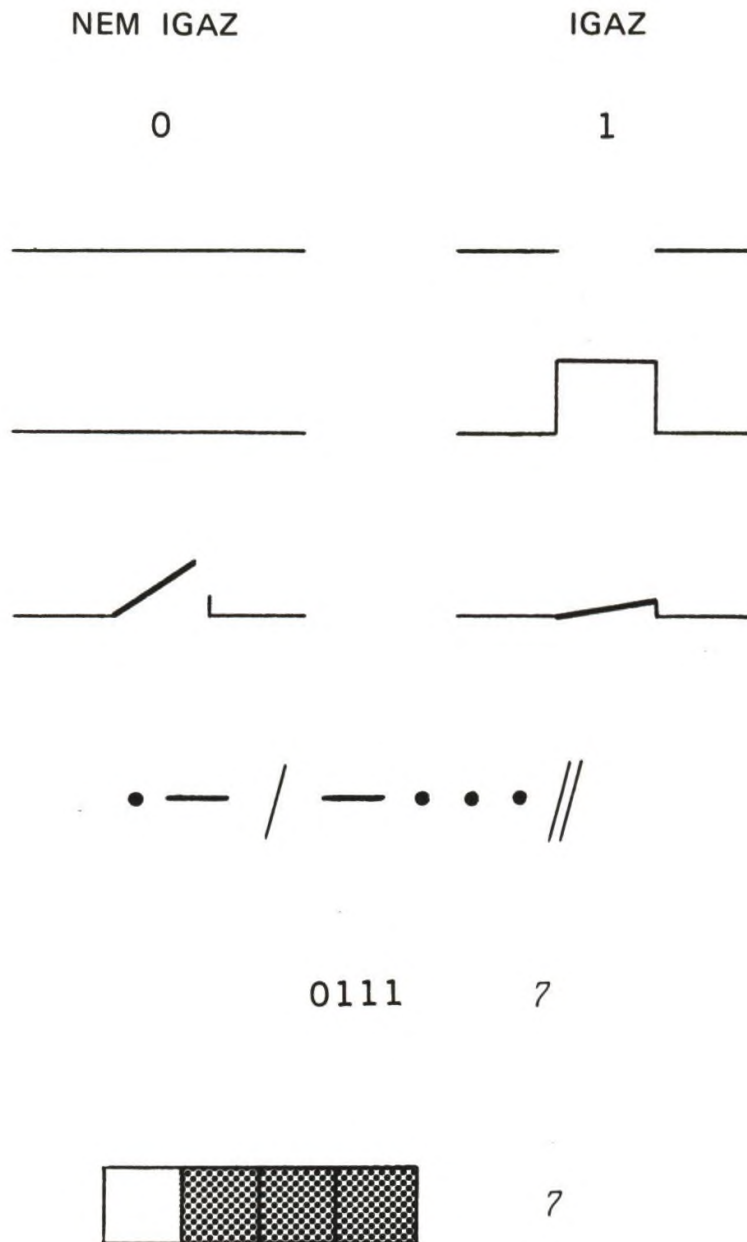
A természettudományok tanúsága szerint az egész világ mintegy 90 féle építőközből, elemből áll. Ugyanígy egy írott szöveg – költemény, értekezés, újságcikk – huszonhat betű*, tíz szám és néhány jel kombinációja (10. ábra). Ha figyelembe vesszük a nagy és kisbetűket is, akkor az ilyen szövegek leírásához szükséges jelek száma kb. 90-re nő. Hogyan tudja azonban a távírógép a szövegeket pontok és vonalak segítségével átadni? Morse Sámuelnek sikerült a róla elnevezett kódolási eljárásban egyezményesen pontokból és vonásokból – azaz kétféle elemből – álló kombinációkat az egyes írásjelekhez egyértelműen hozzárendelnie. A gyakorlatban ezeket az elemeket rövid és hosszú áramimpulzusok formájában valósította meg. Az átvitelre még három segédelemre van szükség. Az áramimpulzusokat, amelyek kombinációja egy jelet ad, egymástól el kell választani, az egyes jelek, betűk és szavak között is jelezni kell. Erre az áramimpulzusok közti, különböző hosszúságú szüneteket használják. Egy morze- ábécében kódolt távirat tehát öt elem kombiná-

*Az elmondottak nyilván érvényesek a 26-nál nagyobb jelkészletű ábécét használó nyelvek esetében is. Szerk.

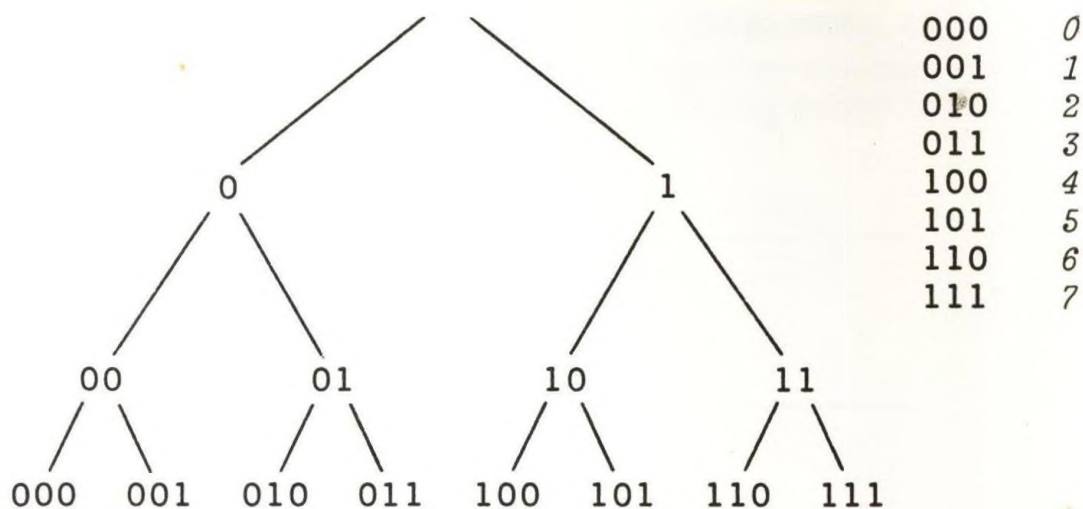
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZÄÖÜ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyzäöüß
1234567890
. , : ; ! ? - ' \$ % + / = () & _ ` ^ < > { }
© ® ¤ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾
€ ¤ © ¢ * ~ | # ^ • † ∞ ≡ ±
α σ φ γ δ ε θ τ ζ ξ ι ο ρ π κ λ η υ χ ψ β ν μ
Γ Δ Θ Ξ Σ Φ Λ Ω Τ Υ Ρ Я Ю ъ З Э Ш Щ Ж Ц Б Г

Az ember sokat mondhat vagy keveset, s amit mond sok vagy kevés információt tartalmazhat. A legkisebb információ, amit ember adhat – bármi legyen is jelentése és formája – az igen és a nem közti döntés. Minden finomítás, de még a legkisebb határozottságú megállapítás is több információt használ fel. Az igen-nem döntés az információ atomja, s ezt *bitnek* is nevezzük.

A bitet az áramkörben a nyitott vagy zárt áramkör állapota, az impulzus-technikában pedig az impulzus megléte vagy hiánya jelenti. Nyolc lehetőség közül választásra 3 bit szolgál (12. ábra), 32 lehetőségből 5 bit-tel tudunk választani. A 10 szám bináris ábrázolására nem elegendő három bit (négy bitre van szükségünk, s az így adódó 16 lehetőségből hat kihasználatlan marad. A 32 jelből álló ABC bináris ábrázolására legalább öt bitre van szükség. A legtöbb számítógépgyártó cég ma már áttért arra, hogy az egyes jeleket 8–8 *bit*tel ábrázolja a különféle kódolási rendszerekben. Az ún. EBCDID kódban M betűnek a ma használatos nyolc bites kód szerint a következő bit-lánc felel meg: 11010100 (13. ábra).



11. ábra Az információ atomját „bit”-nek nevezzük. Ez két lehetőség – a hamis és az igaz, vagy a 0 és 1, a nyitott és zárt állapot – közti döntés. (A vasúti jelzőoszlop 1 bitet jelez.) A számítógépben a bit egy beérkező, vagy kimaradó áramimpulzus, illetve rövid reakcióidejű fizikai jelenség. A bitekből kódokat készíthetünk valamennyi jelre és utasításra. A Morse-kód pontokat és vonalakat (és az elválasztásra szolgáló szüneteket) a számítógépkód pedig a meghatározott számú bitekből álló telekkódot használja. Bináris kódban a 7 számot 0111 formában ábrázoljuk. A számítógépben az időben vagy térben elválasztott helyeken a NEM – IGEN – IGEN – IGEN állapot található



12. ábra Az első bit a bal és jobboldali félrészt, a második a két félrészben a bal és jobboldali negyedrészt különbözteti meg. Három bittel 8 esetet különböztethetünk meg: 8 számot, 8 jelet, 8 kártyát, 8 pénzdarabot – amit éppen akarunk

A gyerek és a számítógép az ujjaival számol

Külső szemlélő, vagy a felhasználó szeme előtt rejtve marad, a számítógép belsejében egy adott szám, vagy egyéb információ technikai kódolása. A bináris rendszerű kódolást is csupán a beérkező információk felbontásával összefüggő technikai okokból vezették be. A következőkben, egy kínálkozó bepillantással azt világosítjuk meg, hogy miként is lehet technikai problémákat alkalmas egyszerűsítési megközelítések útján megoldani. Induljunk ki az általunk oly jól ismert decimális, azaz tízes számrendszerben felírt egyik szám ábrázolásából. E szám decimális előállítása olyan számjegyek sorozatából áll, amelyek mindegyikéhez egy-egy helyérték tartozik. Jobbról kiindulva a következő helyértékeket találjuk: 1, 10, 100, 1000, vagyis 10^0 , 10^1 , 10^2 , 10^3 stb.

253 például $2 \times 100 + 5 \times 10 + 3 \times 1$, azaz $2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 3 \times 10^0$ értéket jelenti. A 10-es szám a decimális rendszer alapszáma, egyúttal a számbárázolásához szükséges számjegyek számát is meghatározza. A bináris rendszerben az alap 2. Ennek az az előnye, hogy bármely szám ábrázolásához csupán kétféle jel, 0 és 1 kombinációja szükséges. Ezt a kétféle jelet azonban egyetlen bit formájában is megjeleníthetjük. Vegyünk ismét egy példát. A bináris formában leírt 111 számértéke a következő:

$$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1$$

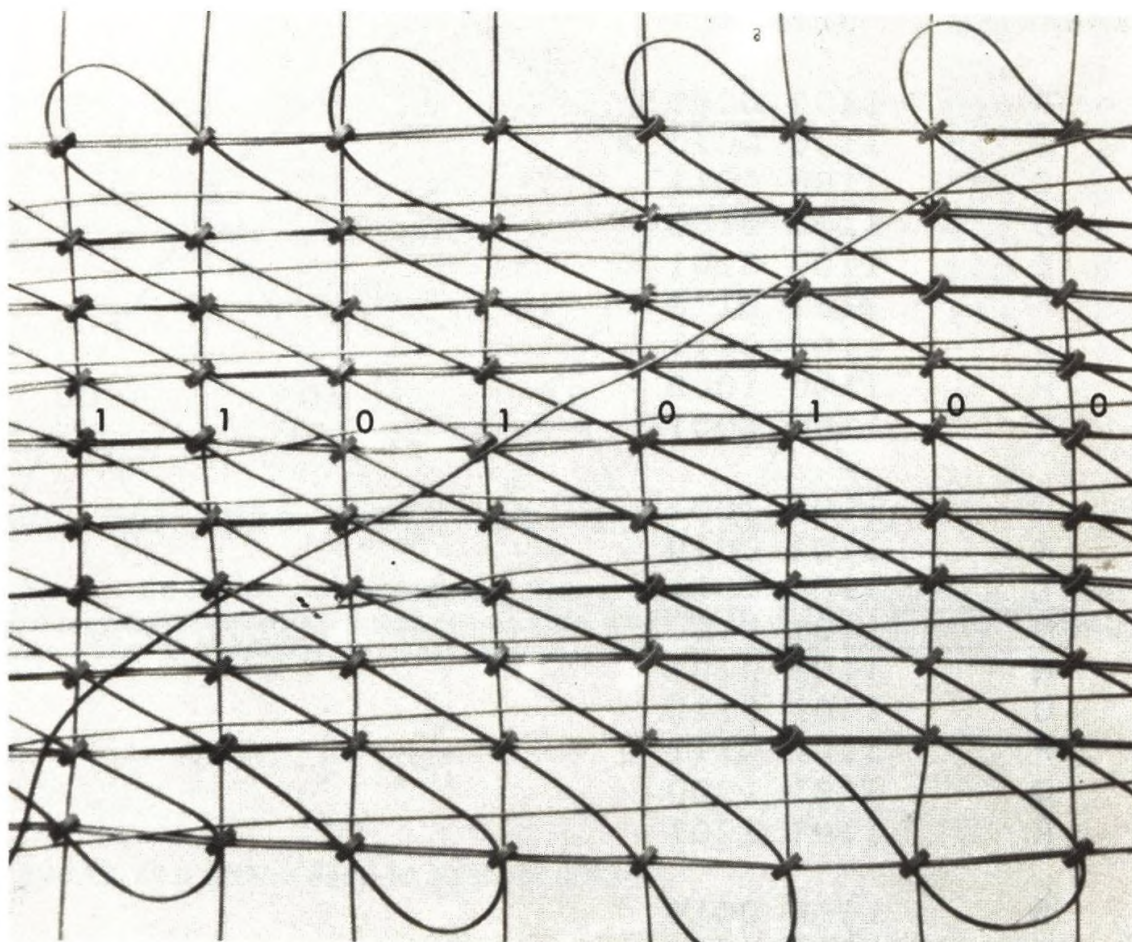
és ez a decimális számrendszerben: 7.

KARAKTER**8 bites kód**

A	1100	0001
B	1100	0010
C	1100	0011
D	1100	0100
E	1100	0101
F	1100	0110
G	1100	0111
H	1100	1000
I	1100	1001
J	1101	0001
K	1101	0010
L	1101	0011
M	1101	0100
N	1101	0101
O	1101	0110
P	1101	0111
Q	1101	1000
R	1101	1001
S	1110	0010
T	1110	0011
U	1110	0100
V	1110	0101
W	1110	0110
X	1110	0111
Y	1110	1000
Z	1110	1001
0	1111	0000
1	1111	0001
2	1111	0010
3	1111	0011
4	1111	0100
5	1111	0101
6	1111	0110
7	1111	0111
8	1111	1000
9	1111	1001

13. ábra Részlet egy 8-bites kódból, amely 256 jelet ölel fel. Itt a nagybetűket és számokat mutatjuk be

M



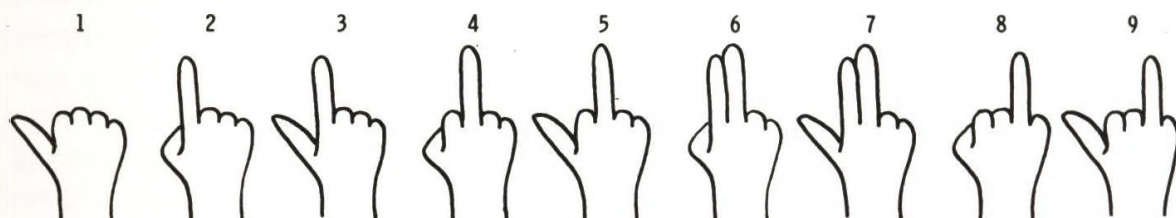
14. ábra Egy 8-bites jel eloszlása a tárolóban: az ábrán a magtároló egy része látható. Az egyes kis ferritgyűrűk (lásd még a 15. ábrát) a mágnesezettségi irányoktól függően 0–1 döntéseket tárolnak. A vízszintes huzalok a megfelelő ferritmág kiválasztására szolgálnak az írásnál és olvasásnál. Egy ferdén huzalozott vezeték teszi lehetővé az információ visszanyerését

Ez a számlálási mód – bár igen hosszú számsorokat ad –, mégsem annyira bonyolult, mint azt az első pillanatra gondolnánk. Az ujjakkal történő számlálásra is alkalmazható, sőt erre különösen alkalmas. Tíz ujjunknak a számlálásban szokásos felhasználási módszere kifejezetten rossz, hiszen mindig csak egy-egy ujj dolgozik. Ha azonban binárisan számolunk, akkor gyakran több ujjat kell egyidejűleg használni és így 1023-ig számolhatunk. Ez a következőképpen megy végbe: mint mindig, most is a hüvelykujjal kezdjük és a mutatóujjal folytatjuk. Ezután zárjuk hüvelykujjunkat. A mutatóujj és hüvelykujj együtt 3. Az algoritmus (lásd a fogalomra vonatkozó jegyzetet a 180. oldalon) egyszerű, csak akkor nyitjuk a következő ujjat, ha már valamennyi kombináción végigmentünk, egyidejűleg azonban az összes eddig használt ujjat (amely az adott pillanatban nyitva van) ismét csukjuk, s előlről kezdjük a hüvelykujjal. Így tehát 4: a kinyújtott középső ujj egymagában, 5: a középső ujj és a hüvelykujj, 6: a középső ujj és mutatóujj. 7 után



15. ábra A tároló-gyűrűk a hangyához képest kicsinyek. A hangya agyát felépítő elemi részecskék még kisebb szerkezeti elemek. Technikailag talán elérjük ezt a méretet, de a technika precizitása és a természet univerzalitása egymástól lényegesen különböző kategóriák

(amit az eddig használt 3 ujj együtt jelöl) egy következő ujjat kell kinyitnunk. 8: a gyűrűs ujj önmagában, 9 megjelenítésére, kinyitjuk hozzá a hüvelykujjunkat, és így folytatjuk 31-ig. Ezzel felhasználtuk egyik kezünket. 32-t a másik kéz hüvelykujja



16. ábra Binárisan így számolunk az ujjaink segítségével 1023-ig. Kérjük olvassa el a szövegben ennek algoritmusát. Ha ujjainkat egy felületre támasztjuk fel, könnyen megy. (Cserkészszabadalom a lépés számolására, kirándulás közben)

jelzi, amellyel éppen úgy számlálunk, csak 32-szer lassabban. Ha felhasználtuk mindkét kezünk valamennyi ujját, 1023-hoz érkeztünk. Mindegyik ujjhoz helyértékként az a szám tartozik, amelyet a számlálás során első ízben történő kinyitáskor jelent és minden szám egyértelműen fejezhető ki a helyértékek összegeként. A helyértékek a kettes számrendszerben nem a 10, hanem a 2 hatványai. A számítógépben, amely csak akkor számlál, ha valamely programnak arra szüksége van, e számokat ugyanúgy ábrázolják, mint az ujjakkal, azzal a különbséggel, hogy ujjak helyett milliomod másodpercnyi reakcióidejű áramlökéseket, mágnesmezőket és más fizikai jelenségeket használnak.

Mivel a bináris rendszer helyértékes rendszer, összeadásnál itt is jelentkezik az átvitel. A következő (számunkra szokatlan) összeadási szabályok érvényesek:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \text{ és } 1 \text{ a következő helyértéken jelentkezik.}$$

Példa:	bináris		decimális
	101	=	5
	+111	=	7
	1100	=	12

Összeadás:

1 meg 1 az 0, leírjuk a nullát, egyet a következő helyértékre átviszünk; 1 meg 0 az 1, + az előző 1, az 0, leírjuk a 0-át, egyet pedig újra a következő helyértékre átviszünk;

1 meg 1 az 0, és 1 a következő helyértékben + az előző 1, az 1, ezt leírjuk.

Eredményként a következőt kapjuk: $1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 12$.

Szándékosan hangsúlyoztuk, az adatfeldolgozásnak ezt az egyszerű alapstruktúráját, mert a naponta rajtuk átzúduló nem rendezett óriási adattömeg miatt környezetünk leírására elemi struktúrákat kell alkalmaznunk.

<i>BINÁRIS</i>		<i>DECIMÁLIS</i>
1100111		103
0101010		42
10010001	ÖSSZEG (EREDMÉNY)	145
1101110	ÁTVITEL	

17. ábra A számok összeadása. Könnyű a bináris számokat is ellenőrizni, ellenőrzésénél ügyelni kell az átvitelre

A számítógép mint jelbehelyettesítő automata

Térjünk vissza azonban az emberhez. Hogyan tanulja meg a gyermek végtére is az egyszeregyet? Műveletek végrehajtása számokon, mint a legtöbb információfeldolgozási folyamat, a legtisztább jelbehelyettesítő eljárás – s mint ahogy már említettük, ha ember végzi, akkor is automatikus, legalábbis annak kell lennie. Aki számolás közben gondolkodni kezd, azonnal hibát vét. Egy mechanizmust kell elsajátítani, s e mechanizmusnak kell zavartalanul átadnia magát (18. ábra).

$$7 \times 8 = 56$$

$$\text{—— } 7 \text{ —— } \times \text{ —— } 8 \text{ ——}$$

$$56 = \text{LVI}$$

$$6 \quad \text{FRA} \quad \text{NCE}$$



$$\text{BB} \quad \text{ÖBB} \quad \text{SBB}$$

18. ábra Helyettesítési szabályok a mindennapi életből

Ez a helyettesítési eljárás semmiképpen sem korlátozódik csupán a matematikára. Gondoljunk arra, hogy az 56 számot római számokkal, a LVI jellel helyettesíthetjük. Mindkét írásmód azonban azonos módon felcserélhető, mint pl. az egyszeregnél 8×7 és 56. Ha a 8×7 számítási művelet egy bonyolult számításnál fordul elő, pl. két többjegyű szám közti szorzásnál, akkor egy még egyszerűbb szabály érvényes: ha az előző helyértékről nincs maradékunk, leírjuk a 6-ot és átvitelként a következő helyértékre 5-öt írunk. Fejünkben igen sok hasonló szabályt tartunk, s ez túllép a tiszta számolás körén is. A kémia népszerűsége eredményeként a víz leírására általában a H_2O jelölést használjuk. BB éppúgy jelentheti Böblingent, ezt a német várost, mint Brigitte Bardot-t. Ha e jel elé egy S vagy Ö betűt helyezünk, akkor a svájci vagy osztrák államvasutakra gondolhatunk, mert ezek német nevének a rövidítései (Schweizerische Bundesbahn, Österreichische Bundesbahn). Végül a 6 számjelzés egyaránt lehet Frankfurt (FRA), illetve Nizza (NCE) postai irányítószáma, autórendszáma és az interurbán telefonhívás első száma. Sajnos a hatóságok még nem rendezkedtek be arra, hogy egyetlen helyettesítési szabállyal beérjék. Így pl. a 6 szám Frankfurt postai irányítószáma és interurbán beszélgetésnél az első szám, de nem autórendsám, míg Nizzában

ugyanaz az autórendsám és postai irányítószám, az interurbán beszélgetésnél azonban nem ez az első hívószám. A FRA, illetve NCE rövidítéseket a légiközlekedésben mindenki helyesen értelmezi (helyettesíti). Megállapíthatjuk: mindenütt találkozhatunk a behelyettesítési folyamattal és mert ez az adatfeldolgozás alapelve, mindebből számítógépes alkalmazása is konzekvensen következik.

Az algoritmus

A számítási eljárásoknak van egy érdekes neve, amit a számítástechnikai irodalomban oly gyakran használnak, ez a név az *algoritmus*. Az egér a labirintusban az automatikus tájékozódást algoritmus segítségével oldotta meg. Mit értünk ez alatt?

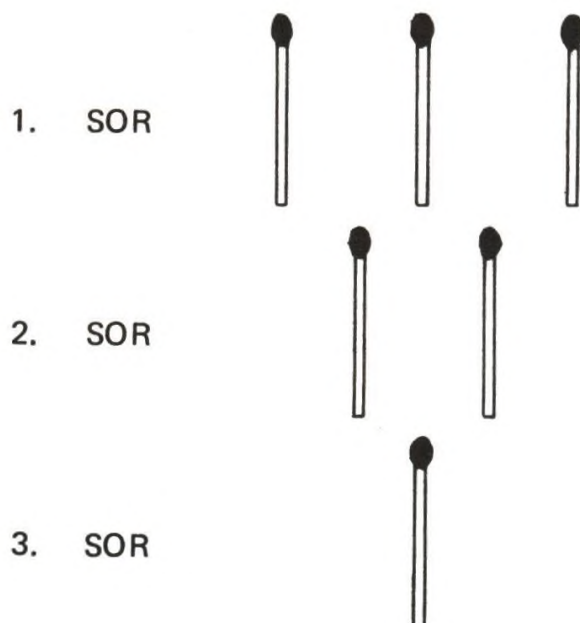
Az algoritmus olyan előírások vagy szabályok sorozata, amely a megoldáshoz biztosan elvezet; az algoritmus tetszőleges kiindulási adatokon alapuló feladatok egész osztályára általánosan érvényes. Algoritmus például az összeadás, a szorzás és osztás, valamint az olyan komplikáltabb eljárások is, mint a legnagyobb közös osztó meghatározásának euklideszi algoritmus. A szorzásra már az elemi iskolában egy egész sor szabályt vertek a fejünkbe, amelyek tetszés szerinti hosszúságú számokra érvényesek. Bizonyos műveleti szabályokat követünk: használjuk az egyszeregyet, az összeadást átvitelrel, és igen előnyösen alkalmazhatjuk ezt, bár alig van valaki abban a helyzetben, hogy magát a folyamatot pontosan leírja. Hisz ezeket szabályok segítségével részenként tanulja meg, ezért sokkal fontosabbak a példák.

Az *algoritmus* szó Khvarazmi nevéből származik. Khvarazm egykori perzsa tartomány (görögül Horazmi), az Aral tengertől délre fekvő, a szovjetunióbeli Horezm helység neve. E helységnévből vezették le, igaz kissé kiforgatva, az *algoritmus*, másképp *algorizmus* elnevezést. Mohammed – korának egyik legkiválóbb matematikusa – könyvének címéből, Kitab al-jahr w'almuqabalag, származik az *algebra* szó. A Muqabalah szónak semmi köze sincs a héber Kabbala (titkos tan) szóhoz, bár a matematikai könyvek sok olvasó számára titkos tannak tűnhettek, mert bár Mohammed még nem alkalmazott algebrai jelöléseket, de indiai számjelzéseket használt. Az idézett feladatokat számokkal és szöveggel oldotta meg. Az algoritmus éppoly fontos a fejszámolásnál, mint a különböző technikai számolóeszközöknél. A logarléc és algoritmus kiegészítik egymást, mert a logarléc a kezelésére vonatkozó szabályok nélkül önmagában semmit sem ér.

Az algoritmusok elméletének fejlődése nemcsak most kapott nagy lendületet, hogy a számítógépeknél oly sürgősen van szükségünk sokféle algoritmusra, hanem ez a nagy fejlődés már a kiszámíthatóság elméletének kidolgozásakor is tapasztalható volt. Andrej Markov szovjet matematikus leírta az algoritmusok egy általános elméletét, melyek helyettesítési szabályai mindenféle, számsorokon végzett eljárást kezelhetővé és megalapozottá tesznek. Egy ilyen algoritmus helyettesítési utasítások egy olyan sorozata, amelyet adott szövegre szisztematikusan alkalmazunk, éspedig

minden utasítást annyiszor, ahányszor csak az utasítás végrehajtási előírásai ezt lehetővé teszik: csak ezután térünk át a soronkövetkező utasításra.

Az algoritmusok elméletének általános érvényűsége nemcsak kiszámíthatósági kérdésekre vonatkozik, hanem más területek algoritmusaira is. Pl. a játékok szabályait is megfogalmazhatjuk algoritmusok formájában, sokszor igen tökéletesen. Példa erre a gyufaszáljáték.



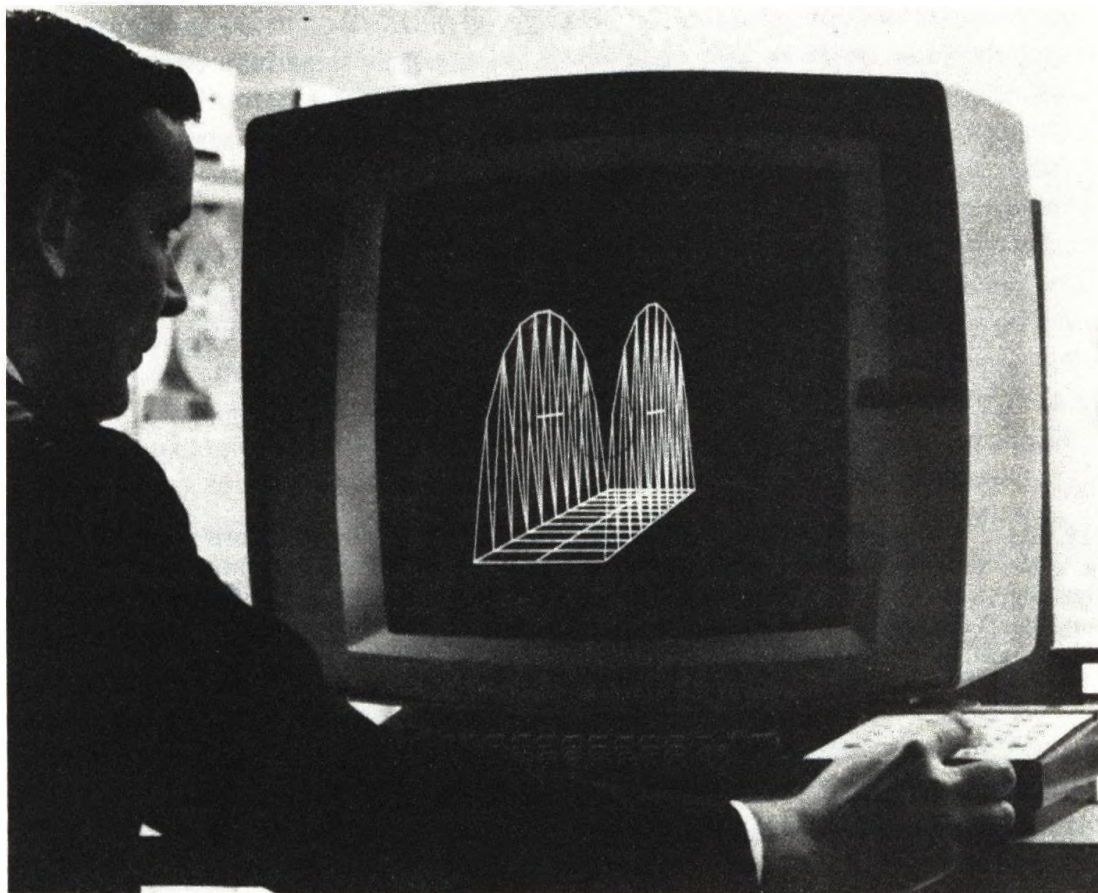
1. EGY-EGY SORBÓL TETSZÉS SZERINTI SZÁMÚ GYUFASZÁL EMELHETŐ FEL, AKÁR VALAMENYNYI, DE LEGALÁBB EGY DARAB
2. AZ VESZÍT, AKI KÉNYTELEN AZ UTOLSÓ GYUFASZÁLAT FELEMELNI

19. ábra A gyufaszálas játék ilyen egyszerű helyzetében könnyű intuitív módon megtalálni a helyes játékmódot. Biztosan rátalálunk az algoritmusra. Bonyolult algoritmusok oly sokféle szabályt, s e szabályok felhasználásának oly sokféle lehetőségét tartalmazzák, hogy az ember emlékezőképessége a számítógép mögött elmarad. Ott azonban ahol nincs algoritmus, nem helyettesítheti a számítógép az embert

A játék azzal kezdődik, hogy a gyufaszálakat a 19. ábrán bemutatott elrendezés szerint 3 sorba állítjuk. A játékosok váltakozva tetszés szerinti számú gyufaszálat emelnek el valamelyik sorból, de legalább 1 gyufaszálat kell kiemelniök. Az a játékos veszít, aki kénytelen az utolsó gyufaszálat felemelni. A játékosnak arra az egyetlen szabályra kell ügyelnie, hogy megnyerje a játékot: úgy harcoljon az ellenféllel, hogy az veszteségi helyzetbe kerüljön. Mivel mindkét játékos ismeri ezt a szabályt, de csak egy nyerhet, kettőjük közül az egyiknek előnye van a játékban. Az

a sajátossága ennek a játéknak, hogy a játékot elkezdő játékos ellenfelét minden egyes húzás után veszteségi helyzetbe hozhatja, ily módon nyerhet, ha hibát nem vét.

Mivel a játékos követendő magatartása részleteiben is meghatározható, könnyű stratégiáját egy számítógépbe táplálni, s ily módon a számítógépben mechanikus játékpártnak le lehetünk. Ha a számítógép az első húzó, bizonyosan nyer. Nincs ebben semmi félelmetes. Nem jelent ez mást, csak azt, hogy bárki, aki kezd, és az algoritmusnak megfelelően játszik, feltétlenül nyerni fog, függetlenül attól, hogy egy adatfeldolgozó berendezésről vagy emberről van szó. A különbség abban áll, hogy a nagyszámú helyettesítési szabály miatt ezeket az emberi emlékezet nem képes tárolni, és képtelen azokat a számítógép gyorsaságával visszanyerni. Ne tévesszen azonban meg bennünket az a pontosság és gyorsaság, amellyel ezeket a helyettesítéseket az adatfeldolgozó berendezés elvégzi. A számítógép megértése szempontjából a kapcsolástechnika elektronikus tulajdonságai éppoly mellékesekek, mint a belső jelek bináris jellege. Lényegesebb az a tulajdonság, hogy univerzális eszköz legyen a jel feldolgozására. Csak a helyettesítési alapelv



20. ábra Miféle más eszközzel lenne képes a mérnök első hídkonstrukcióját minden oldaláról áttekinteni, ha nem a számítógép segítségével

felismerésétől válik magától értetődővé, hogy az ún. elektronikus számítógépek miért képesek sokkal többre a számolásnál és miként lehet ezeket az információ-feldolgozó automatákat beláthatatlanul sok területen alkalmazni.

Egy gyár csoportvezetője, az irodai alkalmazott, a raktáros, a hivatali tisztviselő, a mérnök mind-mind a számítógép potenciális felhasználói lehetnek. Azok lehetnek minden esetben, ha napi munkájuk sablonos, rutinjellegű; és ki dicsekedhet ma azzal, hogy élete nem teng túl az ilyen mechanikus tevékenységektől? Itt jöhet segítségére a számítógép. Természetesen nem minden költség és feltétel nélkül.

Ezt tapasztalják azok a tudósok, akik számára a számítógép nélkülözhetetlen munkaeszközzé vált. A számítógépek, mint dinamikus, univerzális modellek, jóval többre képesek, mint a rutinmunkák feladatainak elvégzésére: pótolhatatlan segédeszközök a kutatásban is. A modern tudomány óriási haladása elérhetetlen lett volna az adatfeldolgozó berendezések segítségével nélkül. A számítógép korszerű bemenő és kimenő egységei nagyban hozzájárultak a készülék sokoldalú felhasználhatóságához. A 20. ábrán azt mutatjuk be, hogy a képernyő a mérnök számára a kívánt hídkonstrukció szemléletes képét adja. Elmaradnak a fáradságos rajzok és rutinszámítások s egyre több lehetősége van a felhasználónak, hogy a konstrukció és koncepció alapvető problémáival foglalkozzék.

A hibátlan receptírás művészete (A program)

A bennünket programozásra programozó automata
Rutinok mindenütt
Katonai önkéntesek optikai számításokat végeznek
Babbage feltalálja a számítógépet és csalódik
Folyamatábrák
Egy egyszerű példa

A bennünket programozásra programozó automata

Programozta Önt már valaha is egy automata avégből, hogy képes legyen egy automatát programozni? Valószínűleg nem hiszi el, de majdnem biztos, hogy megtörtént már ez Önnel, amikor a nyilvános telefonfülkét használta. Egy használati utasítás várta ott Önt, ami nem más, mint egy igazi automata program, határozott utasításokkal, sőt egy feltételes utasítással is, legalább is az osztrák telefonautomatáknál. A német posta – újabb gépeinél – a feltételes utasítás végrehajtásával kapcsolatos feladatot átvette. Az osztrák posta többet számított az automata és az ember közötti együttműködésre: telefonálás előtt még egy számláló nyomógombot is meg kell nyomni. Tekintsük hát ezt az osztrák változatot, céljainknak ez felel meg jobban.

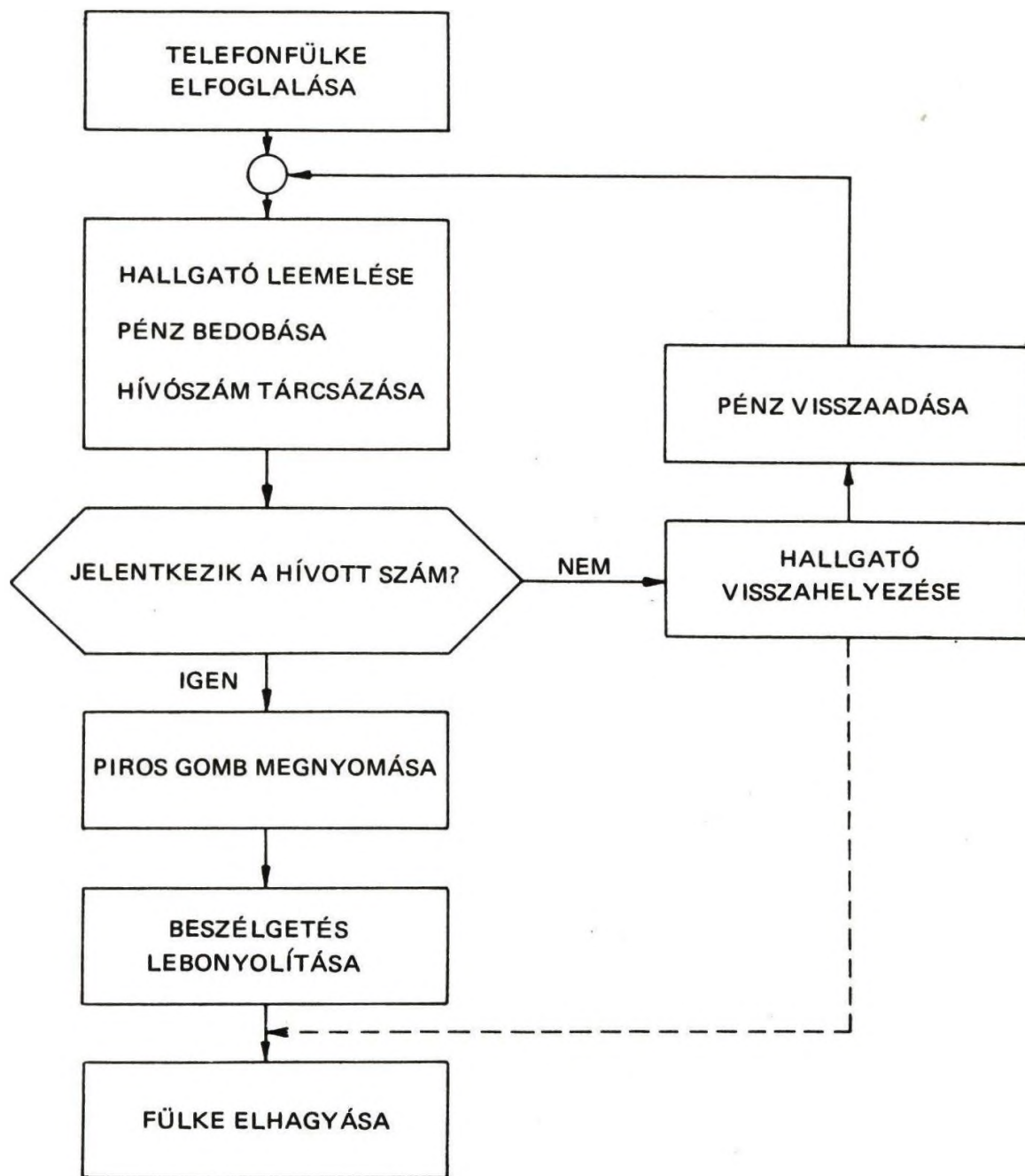
A készülék használati utasítása a következőképpen hangzik:

-
1. HALLGATÓT LEEMELNI
 2. ÉRMÉT BEDOBNI
 3. TÁRCSÁZNI
 4. A SZÁM JELENTKEZÉSE UTÁN A SZÁMLÁLÓGOMBOT LENYOMNI
ellenkező esetben nem jön létre összeköttetés
 5. HA AZ ÖSSZEKÖTTETÉS NEM JÖN LÉTRE
mert *A SZÁM FOGLALT*
mert *NEM JELENTKEZIK*
vagy *NEM A HÍVOTT SZÁM JELENTKEZIK*
A HALLGATÓT VISSZAAKASZTANI
A PÉNZT A GÉP VISSZAADJA
A FOLYAMATOT AZ 1-től kezdve ISMÉTELHETJÜK.
-

Ez az előírás a számítógépprogram elemeit tartalmazza, és a feltétlen és feltételes utasításokon kívül elágazás és hurok is megtalálható benne (21. ábra). A feltételes utasítás logikai feltétel teljesülésétől függ. Itt ez így hangzik: „a kívánt szám jelentkezik – igen vagy nem?” Ha igen, akkor a távbeszélőfülkét használó személy megnyomja a számlálógombot és elkezdődhet a beszélgetés. Ha nem, visszaakasztja a kagylót, a pénzt a gép visszaadja, és visszaugorhatunk a program 1. utasítására: annyiszor haladhat át e hurkon, ahányszor csak akar, mindaddig, míg vagy a hívott fél jelentkezik, vagy a programozott hívófél elveszti türelmét, s elhagyja a fülkét anélkül, hogy beszélt volna.

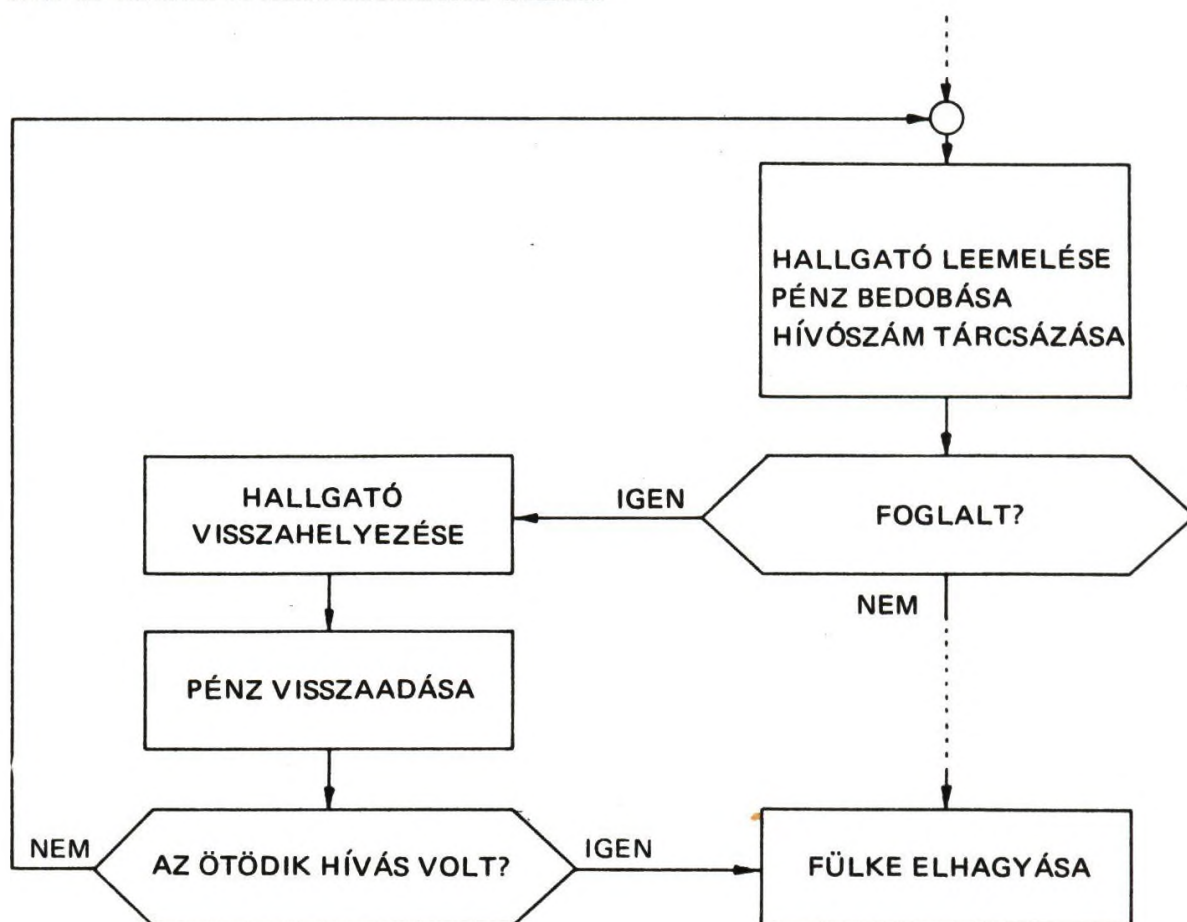
Ez utóbbit szintén feltételes utasításnak tekinthetjük, amelyet például 5 próbálkozásra korlátozhatunk. Ekkor egy másik hurkot kapunk a programban (22. ábra), amely a telefonfülkéből való távozást logikailag jobban meghatározza. Az ötödik próbálkozásra vonatkozó kérdést, csak egy számlálási folyamat segítségével lehet megválaszolni, s erre egy kisebb programrészt kell beiktatni. Egy segédváltozót vezetünk be, amely 0 értékkel kezdődik és a hallgató visszaakasztása-

kor 1-gyel növekszik. A logikai döntés pontosabban így hangzik: elérte-e a segédváltozó értéke az 5 értéket – igen, vagy nem?



21. ábra Automata programozza Önt a programozásra. A folyamatábra azt tünteti fel, hogy mit kell tennünk egy telefonfülkében. A folyamatábrát felülről lefelé kell olvasni, a nyilak irányába haladva. A négyszögletes jelekben az áll, hogy mit kell tenni, a hatszögletes ábra a döntést jelzi, s a döntésnek megfelelően követjük vagy a jobboldali nyíl (NEM) vagy a függőleges lefelé vezető nyíl (IGEN) irányát. A valóságban nem ilyen egyszerű ez. Mivel az ember tanulékony lény, gyorsan kiigazodik ennél terjedelmesebb programokon is. A tanulópénz: a ki nem használt, automatában maradó telefonérme

Ilyen módon tovább folytathatjuk az elemzést, bár távolról sem öleli fel a példa az összes esetet és lehetőséget. A tárcsázáshoz ismerni kell a hívott számot, ez szintén döntés. Ha az ember ismeri jó; ha nem, ismét két lehetőség adódik: a telefonkönyvben megtaláljuk vagy sem. Ha megtaláljuk: rendben van, ha nem, megint csak két lehetőség áll előttünk: ismerjük a tudakozó számát vagy nem. Mindkét esetben újabb két lehetőséggel állunk szemben, ezek kitalálását azonban már az olvasók további elemzésére bizzuk.



22. ábra A telefonfülkés program további finomítása. A hurok azok számára készült, akik öt kísérletezés után türelmüket veszítve távoznak a fülkéből

Rutinok mindenütt

A világ tele van programokkal és rutinokkal. Különösen szép példa erre az ételrecept. Azzal az utasítással kezdődik: „Végy . . .”. S ez azonnal érthetővé teszi a részprogram vagy szubrutin fogalmát. Bizonyos főzési eljárások mint pl. a panírozás, vagy ropogósra sütés a konyhai alapismeretekhez tartoznak és a receptekben csupán a szubrutin nevével szerepelnek. A kezdőknek a szakácskönyv megfelelő helyét kell fellapozni, a számítógép a főprogramról az alprogramra ugrik, ezután tér vissza a főprogramra.

Katonai önkéntesek optikai számításokat végeznek

A programvezérlés – mint sok példából látható – már ősrégi fogalom, amelyet újra meg újra feltalálnak. Petzválnak, a magyar származású, osztrák optikus professzornak sok baja volt egy új, tökéletesebb lencse előállításával. Ismerte azt a matematikai módszert, amellyel olyan lencsefelületet lehetett előállítani, amelynek optikai tulajdonságai az eddigieknél jóval kedvezőbbek, sejtelve sem volt azonban arról, hogy miként tudna megbírkózni az ahhoz szükséges óriási számítási feladattal. Egy vacsora alkalmával erről beszélgetett az egyik osztrák főherceggel, és elpanaszolta bánatát az öreg katonának. A főherceg meghallgatta a tényállást, és furcsa elképzelése támadt. Felajánlotta a professzornak egyéves önkénteseit* – ezek mindannyian magasabb iskolai végzettséggel rendelkeztek – hogy hibátlanul elvégzik majd az alapszámításokat. Petzval a számítások elvégzésére programot készített. Az egyes katonák egyszerű feladatokat kaptak, hozzá az adatokat és számítási módszert, s anélkül végezték el a munkát, hogy az összefüggést ismerték volna. A professzor azonban a számítások áradatát tervszerűen összefogta, hogy megkapja a kívánt eredményt, és megkezdődhessék az első olyan lencse gyártása, amely numerikus számítás alapján készült. Hasonló módszereket alkalmaztak Franciaországban – már a francia forradalom alatt is – melyek tudományos szempontból sok felfedezésnek adtak ösztönzést és tették lehetővé megvalósításukat.

Babbage feltalálja a számítógépet – és csalódik

Az az ötlet, hogy a programvezérlésű számítást gépre bizzuk, Charles Babbage angol matematikus professzornak jutott eszébe 1833-ban. Ismerte már a Franciaországban alkalmazott módszert, a programozott emberi számításokat, s megkísérelte ezeket mechanikai eszközökkel, az asztali számítógépek fogaskerekeivel, áttételeivel és tárolóelemeivel megvalósítani. Felismerte, hogy az ilyen készülék működtetéséhez nagy energia szükséges; arra gondolt, hogy programvezérlésű számítógépét gőzgéppel működteti. Túl sok volt azonban az akadály. A mechanikai megoldások jóval elmaradtak Babbage szárnyaló gondolataitól. Megkeseredve és elfeledve halt meg, s csak az elektronika korában vehették elő és vihették sikerre alapgondolatait.

Sok játéknál bizonyos programot követünk és a királyi sakkjátékot is – anélkül, hogy kimondanánk – tulajdonképpen már régóta bizonyos programozási technika alkalmazásával űzik.

A nyitásnak és végjátéknak különböző programjai vannak. Amikor Kempelen Farkas 1769-ben egy sakkozó automatát készített, csupán szórakoztatni akart, semmi mást. Tudományos tevékenysége a nyelvekre és a beszélőgépre vonatkozott. A „sakkozó török” automatájánál csupán az automaták bűvkörét használta ki.

*Önkéntesnek nevezték az osztrák–magyar monarchia hadseregébe behívott magasabb iskolai végzettségű újoncokat. Szerk.

A játék megkezdése előtt megmutatta a dobtárolót, amelyről azt gyanította a néző, hogy a programot tartalmazza. Ezalatt Kempelen valójában egy óriási pszichológiai trükköt alkalmazott, hogy egy normális nagyságú embert rejtsen el a szerkezetben és egyidejűleg látható bizonyítékát adja annak, hogy az automatát tartalmazó láda üres volt. Az erre vonatkozó részleteket Edgar Allan Poe: „Mälzel Sakkjátékosa” című esszéjében olvashatjuk. A kortársak mindenesetre lelkesedtek a programvezérlésű sakkozó automata láttán, s a titok felderítésére vonatkozó próbálkozások özöne csak akkor maradt abba, mikor Kempelen álamatája Philadelphiában 1854-ben elégett. Az első valóban működő sakkautomatát a spanyol feltaláló Leonardo Torres y Quevedo röviddel az I. Világháború előtt szerkesztette, az automata bástyája és királya, valamint az emberi ellenfél királya közti végjátékra. Az algoritmust az akkori kor technikájának megfelelően valósították meg: elektromechanikus és mágneses alkatrészekkel. Egy fonográf mondta be fátyolos hangon a „sakkot”.

Claude Shannon matematikailag elemezte a sakkprogramot és kiszámította, hogy még egy igen gyors számítógép is elképzelhetetlenül hosszú időt használna fel a sakkjáték variációs lehetőségeinek tökéletes feltárására; mintegy 10^{157} évezredet. Közelítő megoldásokkal kell tehát beérnünk, s ma már egész sor olyan program létezik, amelyek tūrhető játékot játszanak, sokszor egész jó játszmákat is, de hosszú még az út a mester fokozatig. Ugyanez érvényes a dāmajátékra is, ahol egyszerűbb összefüggések állnak fenn. Az IBM 7090 gépen van már olyan program, amely a mesteri színvonalat jobban megközelíti, mint a sakkjátéknál.

Folyamatábrák

A programokat sokféleképpen ábrázolhatjuk, de a legelterjedtebb módszer a *folyamatábra*. A felhasználásnál és a folyamat leírásánál egyrészt igen nagy szabadságot nyújt, másrészt a program futásának lényeges jellemzőit más módszereknél világosabban ábrázolja. A telefonfülkés példán már bemutattuk a folyamatábra néhány elemét. A szögletes kockákban az utasítások szerepelnek abban a sorrendben, ahogy azokat végre kell hajtani. A folyamatábra készülhet az összes részletre kiterjedő aprólékossággal, de tartalmazhat csupán nagyvonalú, átfogó utalásokat is: a kódolás, jelölésmód vagy nyelvhasználat tekintetében szabadságunk ugyancsak teljes. A két lehetőség közti döntést, amely programelágazáshoz vezet, csúcsaira állított rombuszsal ábrázolhatjuk, amelynek két kimenete van, a döntés két változatára: a *nem* és az *igen* esetére. A kivezető programrész, a megfelelő folytatáshoz vezet. Több helyről a program előbbi pontjára vezet vissza a folyamat, oda ahol már egyszer áthaladtunk: ilyenkor programhurokról van szó. A folyamatábrák szimbólumainak használata nem teljesen egységes.*

* Használatukra kitűnő útmutató Szini István: „Folyamatábra szimbólumok” c. könyve (SZÁMOK-kiadás). Szerk.

A feltételes utasítások és hurkok határozzák meg az adott program gazdaságosságát és rugalmasságát. A döntés megválaszolásával az információ feldolgozási folyamat maga keresi meg a program megfelelő útját. A feltételeket megvizsgálja, döntéseket hoz. A programozónak természetesen az a feladata, hogy mindenre gondoljon, valamennyi előfordulható esetet átgondoljon és tekintetbe vegyen. A hurok a legalapvetőbb segédeszköz arra, hogy kevés utasítást kelljen írni. Az automatizálás művészete tulajdonképpen abban áll, hogy egy adott folyamatot több olyan részfolyamatra tudunk felbontani, amelyek lehetőleg úgy hasonlítanak egymásra, mint ugyanazon folyamattípus változatai. Minél gyakrabban kell egy adott program már egyszer előírt részfolyamatán végigmenni, annál jobb a kihasználás. Ezt a többszörös visszatérést a következő példán világítjuk meg.

Egy egyszerű példa

Az a feladat, hogy a számok négyzetei – tehát 1×1 , 2×2 , 3×3 stb. értékeit – egy előre meghatározott, legnagyobb $N \times N$ négyzetszám értékig kiszámítsuk. Korlátozó feltétel, hogy nem használhatunk szorzást, csak összeadást, vagy még egyszerűbb műveleteket.

Nem mutatjuk azt be, hogy hogyan jön létre ez a program. A matematikusok és programozók igen gyakran – és éppen a legalkotóbb munkaszakaszokban – a tudomány, a próbálkozás és az ötletek kibogozhatatlan keverékét alkalmazzák. Mivel a felfedező rendszerint nem tudja megadni, hogy is jött rá a megoldásra, magyarázatai a magától értetődés benyomását keltik. S ha a még gyakorlatlan olvasót a biztonságnak ez a hamis képzete törbeccsalja, és maga is megpróbálja hasonló probléma megoldását, hamar észreveszi, hogy ez nem is olyan könnyű dolog. Sokszor azt gyanítja, hogy a szerző egy munkafolyamatot elhallgatott, holott ilyet valójában nem is alkalmazott.

Íme a kész program. (23. ábra)

A használt szimbólumok N, Q, Z, D és az egész számok

(Megjegyzés: N az utolsó négyzetre emelendő szám, amelynek értéke: 10, Q az eredményül kapott számérték, Z és D segédváltozók.)

A kiindulási értékek: $Q = 0$, $Z = 0$ és $D = 1$.

$N = 10$ (mindig)

A program a következő:

KEZDET: $Q := Q + D$

$Z := Z + 1$

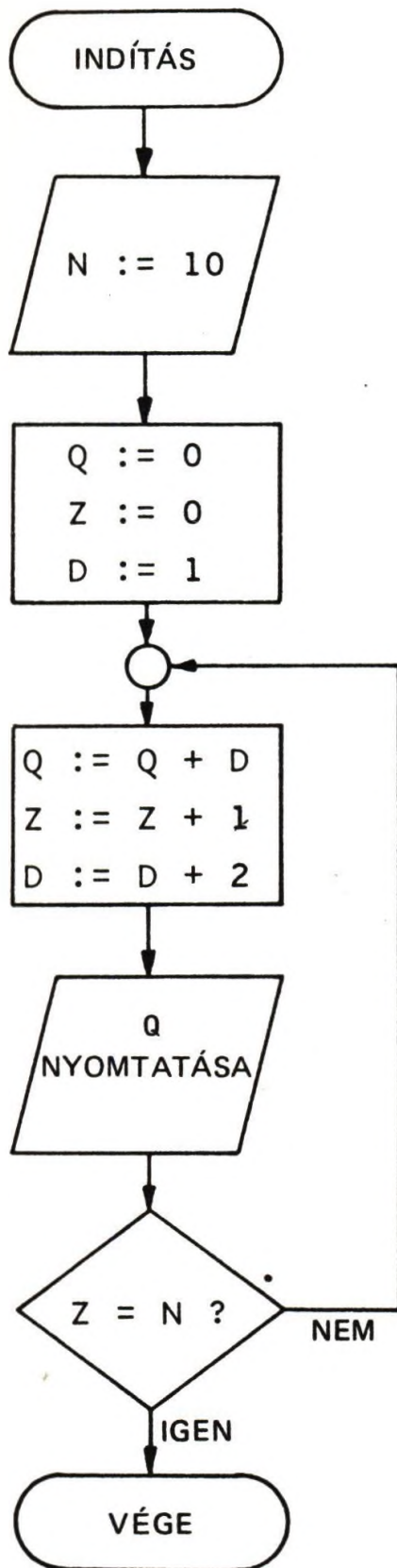
$D := D + 2$

KINYOMTATNI a Q értékét

$Z = N?$

Ha igen, akkor VÉGE.

Ha nem, akkor vissza kell térni a KEZDET-hez.

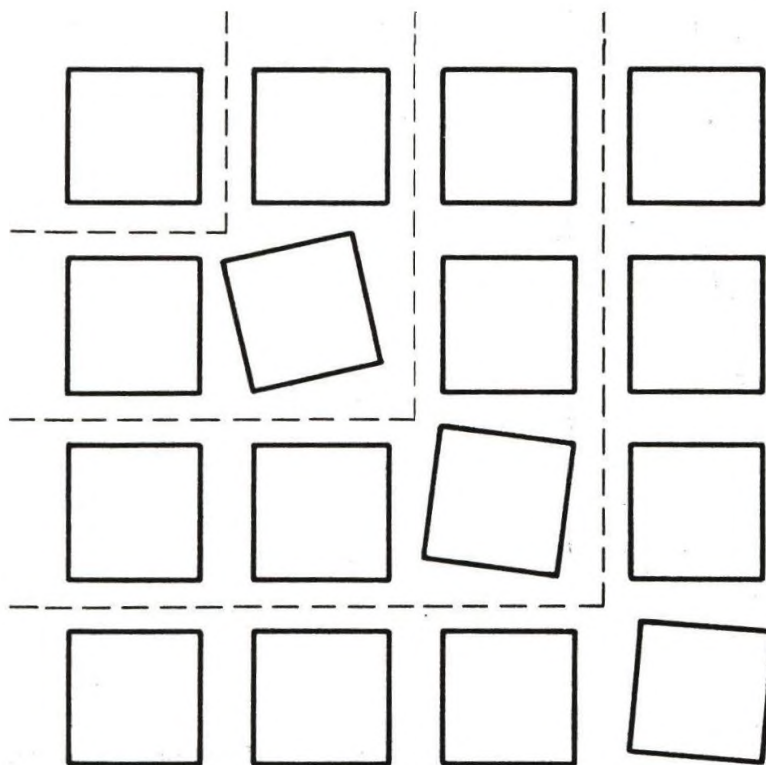


23. ábra Ez a program a négyzetszámokat szorzás nélkül számítja ki. A hurkon N-szer haladunk át

A programból és a folyamatábrából könnyen belátható, hogy a program lefutása során a következő Q, Z, D számhármassokat kapjuk

Q	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21

Csak most áruljuk el, hogy az eljárás alapgondolata az a felismerés, hogy a természetes számsorhoz tartozó négyzetszámok sorozatában a szomszédos elemek különbségei a páratlan számsort adják. Ezt könnyen beláthatjuk, ha elképzeljük, hogy egyforma építőkockákból egyre nagyobb négyzeteket akarunk kirakni. Egy adott nagyságú négyzet kibővítése a következő méretfokozatra mindig úgy történik, hogy minden sort és minden oszlopot egy-egy elem hozzáadásával megnöveljük – ehhez felhasználunk annyi kockát, mint a kibővítés előtti négyzet élhosszát megadó kockák számának kétszerese – ezután már csak egy sarokelemet kell hozzáadnunk (az ábrán ezt ferde-re rajzoltuk). Az egymás után következő méretű négyzetek kirakásához így mindig az „előző méret kétszerese meg egy” építőkockával több kell. E többletek így nyilván a páratlan számsort adják (24. ábra).



24. ábra A 23. ábrán bemutatott program alapeszméje. (Lásd a szöveget)

A matematikusok és programozók feje az ilyen játékok óriási tárháza, s ezeket szabadon kombinálják valamely probléma megoldásánál. Próbálkoznak és elvetnek: művészek ők, csak eszközük nem az olajfesték, a hangszer hangja, vagy a márványtömb, hanem logikai és matematikai struktúrák, absztrakt tárgyak.

Emiatt azonban nem szabad a programozót megrögzött racionalistának elképzelni, aki legfeljebb magánéletében kerül emóciók hatása alá. Éppen ellenkezőleg. Egy vegyi kombinát igazgatója az egyik nap szinte szokványos módon szívinfarktust kapott. Amikor az orvosok úgy ahogy helyreállították, csak azzal a feltétellel engedték vissza a munkába, hogy csupán egy kis részleg vezetésére korlátozza tevékenységét. A számítógépközpontot választotta, mert a programozók racionális légköre könnyű munkát ígért. Alapvető, de igen tipikus tévedés volt ez. Rövid időn belül rájött arra, hogy nincs a programozónál emocionálisabb típus, s sehol sincs a programozó részleg légkörénél feszültebb munkahelyi atmoszféra. Csupa művésszel volt dolga, mert a felsőbb fokú programozás művészet, nem iparos munka. Helytelen volna azonban arra következtetni, hogy a programozást csak tudománnyá kellene fejleszteni. Minden tudomány javarésze – s éppen így bontakoznak ki a legjobban – nem más, mint a *más anyaggal művelt művészet*. A logikai szigor bizonyára megvan az elméleti részekben, mert ez döntő kritérium. Nem szabad azonban azt gondolnunk, hogy a fejlődéstörténet a logika hatalma alatt áll.

A világ dióhéjban (Tárolók)

A gyűjtés és a tárolás az élet alapfunkciója
A tároló – címmel ellátott rekeszek hosszú sora
Az erdő nem robban, hanem növekszik
Számítógép-e az agy?
Út az akták nélküli ügyvitelhez

A gyűjtés és a tárolás az élet alapfunkciója

A tárolás, tehát a gyűjtés és a megőrzés az élet alapfunkciói. A tárolás lehetősége volt a letelepülés előfeltétele (s ezzel a civilizáció kibontakozásának is alapja). Amíg az ember csak „a kézből rögtön a szájba” módszerrel élt, kilátása se volt munkatechnikájának tökéletesítésére. A tárolás azonban a krízisek túlélésének és az életben maradásnak alapfeltétele.

Egyáltalában miért tárolunk? Az összegyűjtött javaktól a jövőbeni felhasználást és hasznukat várjuk. A silóban lévő takarmány biztosítja a folyamatos táplálékot télen éppúgy, mint a természetes táplálékforrások kiapadásakor, katasztrófa esetén, vagy az egyik aratás teljes elmaradásakor. Az összegyűjtött vas lehetővé teszi — az ország politikai helyzetének megfelelően — ekék vagy ágyúk gyártását. A tárolt információ abban segít, hogy értelmes döntéseket hozzunk és kíváncsiságunkat kielégítsük.

A tároló szerkezete az abban megőrzésre kerülő áruhoz igazodik. Ezenkívül a tárolónak meg kell akadályoznia a benne őrzött javak romlását és elhasználódását. Az információ óriási adatmennyiségként van jelen. Ezek az adatok csak akkor válnak értékessé — tárolásuk tehát értelmessé —, ha a felhasználónak lehetősége van arra, hogy egy probléma megoldásánál azokat elővegye. Ehhez egyrészt az szükséges, hogy a felhasználható adatokat a nagy anyagmennyiségből megtaláljuk és egymással kombinálhassuk, másrészt, hogy ezekre megfelelően rövid idő alatt találhassunk rá.

Mindkét, az információ tárolására jellemző adat: a tárolókapacitás (az az információtömeg, amelyet benne elhelyezhetünk) és a hozzáférési idő (a meghatározott információnak a tárolóban való megtalálásához szükséges időtartam) döntő jelentőségű. Mivel e jellemzőt egymástól függetlenül optimalizálhatjuk, különbséget tehetünk a számítógépnél a külső vagy másként tömeg tároló — amelynek tárolási kapacitása a hozzáférési idő terhére meglehetősen nagy — és a központi tároló vagy mag tároló közt, amelynél a korlátozott kapacitás áll szemben a lehető legrövidebb hozzáférési idővel.

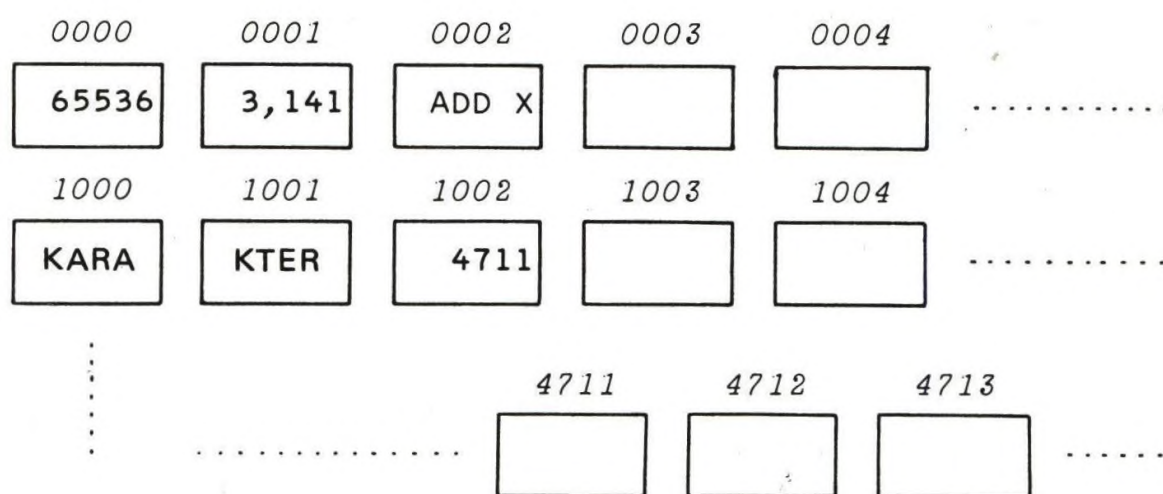
Az elektronikus adatfeldolgozás további fejlesztésénél arra koncentrálnak, hogy egyre gyorsabb és nagyobb tárolókat készítsenek. Egészen új technikai megoldásokat alkalmaznak, de az is fontos, hogy a jelenlegi lehetőségeket is optimálisan használják ki.

A tároló — címmel ellátott rekeszek hosszú sora

Mivel az információközlés atomjának a bit-et tekinthetjük, az információ tároló őssejtje az az elem, amely egy bit tárolását teszi lehetővé. Gyakorlati megfontolásból meghatározott számú ilyen elemet egy egységbe foglaltak össze, ezeket tárolórekeszeknek nevezhetjük. A tároló — beleértve a számítógép központi tároló-

ját is – nagyszámú ilyen tárolórekeszből áll, amelyeket egy hosszú sorban elrendezve képzelhetünk el magunknak. Annak érdekében, hogy az információt egy pontosan meghatározott rekeszben tároljuk, s azokat ott megtalálhassuk, a rekeszeket nullától kezdve folyamatosan megszámozzák. Az egyes rekeszekhez rendelt számot a tárolórekesz címének nevezzük. (A 25. ábra a kis négyszögekkel jelzett tárolócellákat ábrázolja, a négyszögek fölött álló szám a rekesz címe.) A több sorba történő elrendezés csupán az áttekinthetőség célját szolgálja és semmit sem változtat a rekeszek láncszerű elrendezési jellegén.

A tárolórekeszben elhelyezhető információt szónak nevezzük. Ez a kifejezés arra utal, hogy bizonyos számú jellel van dolgunk és arra, hogy a szó maga is egy nagyobb egység alkotóeleme lehet. Folyamatos szöveget ilyen részekre tagolunk, s ezek mindegyike egy ilyen rekeszt foglal el, és ezzel ábrázoljuk a szót. Pl. a



25. ábra A tárolót legkönnyebben az egymást követő tárolótartályok, rekeszek sorozataként foghatjuk fel. Minden egyes rekesznek van egy címnek nevezett sorszáma, pl. 0000-től 9999-ig. A 4711 egy tetszés szerinti cím. A rekeszben binárisan kódolt jelsorozat formájában található az információ: számok, utasítások, szokványos szöveg, vagy éppen cím. Miközben a címekkel számolunk, meghatározhatjuk a tárolóban megteendő utat

KARAKTER szó tárolásához két tárolórekeszre (25. ábrán az 1000 és 1001 című rekeszekre) van szükség, ha a tárolási alapelvnek megfelelően a szó tárolására négy jel szolgál. A szó hosszát vagy a jelek számával, vagy a bit-pozíciók számával határozhatjuk meg. Ennek megfelelően egy jelnek a ma használatos 8 bit-es kódolásakor ezt az egységet *byte*-nak, ill. *oktádnak* nevezzük, amely 8 bit összefoglalásának felel meg. Az ábrán bemutatott tárolórekeszek hossza tehát egyenként négy byte.

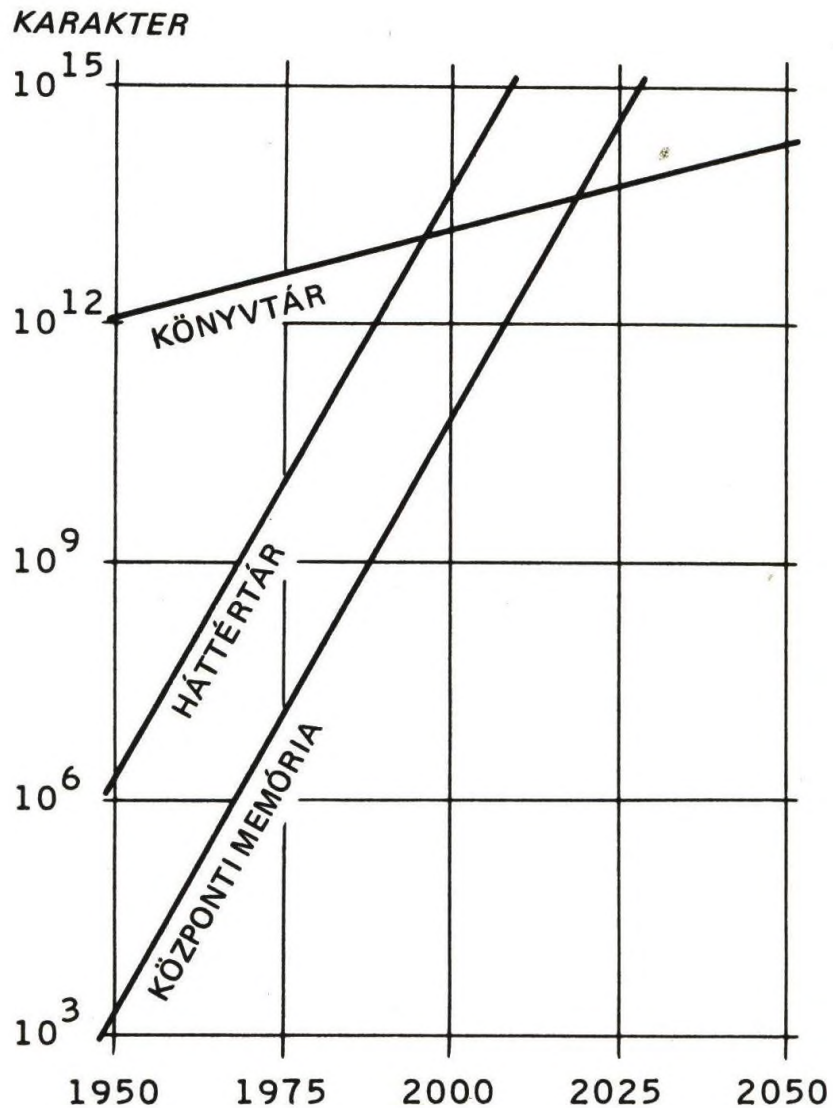
A szónak egészen más jelentése is lehet. Lehet pl. egy szám is, mint a 0000 című rekeszé, vagy egy utasítás kódolt alakja (0002), vagy egy másik cím (1002). Ez a cím egy ugyanabban a tárolóban levő másik rekeszre utal és az egyik rekesz

tartalmának a segítségével egy másik rekeszt, illetve annak tartalmát találhatjuk meg. Ugyanannak az alapelvnek az alkalmazásáról van itt szó, mint amikor valaki elköltözik a lakásból s egy táblát hagy hátra, hogy milyen címen (ez alkalommal természetesen utcanév és házszám) található a jövőben. Arra a játékra is gondolhatunk, amikor az egyik cédulára az van ráírva, hogy hol található a következő cédula. Az adatfeldolgozásnál ez a technikai megoldás azonban több mint játék. Különösen azért fontos, mert a programozást rugalmasabbá teheti. Láttuk már, hogy a cím nem más, mint egy szám, számérték. Ha ehhez a számhoz hozzáadunk kettőt, akkor azt jelenti, hogy az eredmény egy olyan tárolórekeszre utal, amely kettővel jobbra helyezkedik el az eredetitől. Megfelelő címkiszámítási módszerrel nagyon egyszerű módon adhatjuk meg azoknak a rekeszeknek a címét, amelyek tartalmára egy program végrehajtása során rendre szükség van.

Az erdő nem robban, hanem növekszik

Ma mindenki a különböző „robbanásokról” beszél, mi nem. Az újsághírek nemcsak az atombombák, hanem a világ lakosságának és ismeretanyagának a robbanásáról is szólnak. A robbanás kifejezés azonban csak a bomba esetében helytálló. Ennél a lehető legrövidebb idő alatt nagy energiamennyiség szabadul fel, amely kiterjed a tér minden irányában. Az előbb említett két másik fejlődés struktúrája az erdő növekedéséhez egy bizonyos fajta kamatozáshoz hasonló. Az erdő alig valamivel több mint 4%-os „kamatlábbal” növekedik, azaz a fa mennyisége akadálytalan növekedésnél kb. 16 év alatt kétszereződik meg. Ugyanezt a növekedési ütemet találjuk a könyvtárak növekedésének a vizsgálatakor. Egy átlagos, nagy amerikai könyvtár könyvállománya 1950-ben kb. 1 millió könyv volt, amely mintegy 1 billió jelnek felelt meg. A 26. ábrán mutatjuk be egy ilyen könyvtár fejlődését 2050-ig. A tárolt jelek számának exponenciális növekedése, amely a közölt növekedési törvénynek megfelelő, a logaritmikus ábrázolásnál egyenest ad. Láthatjuk, hogy 2000-ben ebben a könyvtárban több mint 8 billió jelet fognak tárolni.

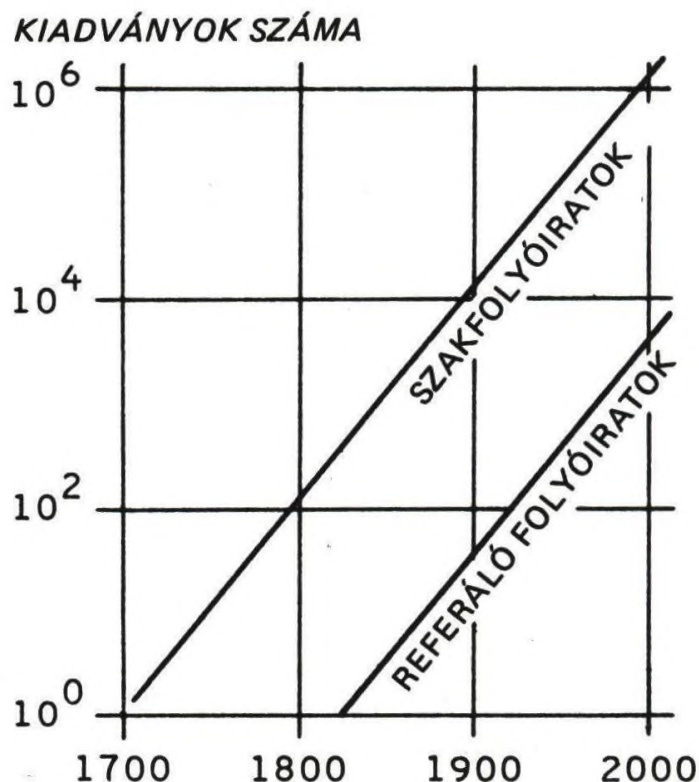
Egy számítógép külső, tömegtárolójának a kapacitása ezzel szemben lényegesen nagyobb mértékben növekszik, növekedési rátája több mint 40%. Minden két évben megkétszereződik. Ha tehát egy külső tároló 1950-ben 1 millió jel tárolására volt képes, 2000-ben tárolókapacitása több mint 30 billió jel lesz. Így még egy korábbi időpontban válik lehetővé, hogy a vizsgált könyvtárban meglévő és addig számításba vehető, megnövekedett ismeretanyagot egy számítógép külső tárolóiban elhelyezzük. A központi tároló kapacitásának növekedési rátája hasonlóképpen több mint 40%. Bár kapacitása ma még mintegy 1000-es faktorral kisebb a külső tárolókénál a XXI. század első negyedében meg fogja haladni a könyvtár akkori jelkészletét. Ebben az időpontban az emberiség ismeretanyagát képes lesz egyetlen nagy számítógép a központi tárolójában tárolni, a lehető legrövidebb hozzáférési



26. ábra A nagy számítógépek központi és külső tárolóinak kapacitás-növekedése az amerikai nagy könyvtárak növekedéséhez viszonyítva. A jelek mennyiségét – mint e könyv valamennyi trendgörbéjénél – logaritmikus léptékben ábrázoltuk

idővel. S itt kell ismét rádöbbenünk a hozzáférés problémájának a jelentőségére, amelyről már a bevezetésben szóltunk. Nem elegendő mindent tárolni, és azt a lehető leggyorsabban elolvasni. Lehetővé kell tenni a megfelelő információ ésszerűen gyors megtalálását is.

27. ábra A folyóiratok száma éppoly gyorsan nő, mint a könyveké. Amikor már 300 tudományos folyóirat jelent meg, szükség volt a gyorsabb hozzáférésre: referáló folyóiratokat indítottak, amelyek röviden számolnak be arról, ami a folyóiratokban található. Ma már jóval több mint 300 referáló folyóirat létezik, s ezután már a számítógépnek kell biztosítania a gyorsabb hozzáférést



Számítógép-e az agy?

Sokan az elektronikus adatfeldolgozó berendezéseket *elektronikus agynak*, vagy *gondolkodó gépnek* nevezik. Sokszor arról beszélünk, hogy a fejünkben számítógép van. Hogyan is állunk valójában a számítógép és az agy közti analógiával? Kezdjük a hardware vizsgálatát a kapcsolóberendezésekkel. Az emberi agy kb. 10 milliárd sejtből áll. Igen tekintélyes szám ez, amelyet a számítógép ma még alig ér el. Hogy meg tudjuk ítélni a tárolók fejlődését, nem tart már sokáig, míg a számítógép e tekintetben lehaladja az embert. Ami a feldolgozás sebességét illeti, a gép ma már jóval elhagyott bennünket. Míg a számítógép műveleti sebessége másodpercenként 1 millió művelet, az agy nem képes másodpercenként 1000-nél többre.

Naponta kell rájönnünk az utcai közlekedésnél, hogy viszonylag lassú „készülék” van a fejünkben. Nem kevés baleset származik abból, hogy az autók ma gyorsabban száguldanak, mint ahogyan a szemmel észlelt jelet az agy feldolgozza.

A számítógép szerkezeténél lényegesen bonyolultabb felépítésű agyunk tárolójára vonatkozólag pedig – beleértve bizonyos funkciók lokalizálásának a



28. ábra Az orgonajátékosnő, a Jaquet-Droz család három automatája közül az egyik, amely ha bekapcsolják először lélegzetet vesz, a teremben körülnéz, de egyelőre nem játszik. Ha végül művészetével megadományoz bennünket, tekintetét a kottára koncentrálja, s gép-ujjai valódi hangszerezen játszanak

kérdését is – csak részeredmények ismeretesek számunkra. Ugyyszólván semmit sem tudunk arról, hogy miként van programozva agyunk, milyen a software-je. Döntő azonban agyunknak az a figyelemreméltó képessége, hogy a pontatlanságokat is legyőzi és helyettesíteni képes.

Mindannyian tudjuk, hogy milyen rossz szemtanú az ember. A jelenlévő legszebb elbeszélését is messze túl haladja pontosság tekintetében egy fénykép. A fényképezőgép és a számítógép azonban mégsem képes a lényegest kiemelni, ami pedig a jó megfigyelő számára könnyű dolog. Ez az alapvető különbség. Valamely feladat elvégzésének és megoldásának a pontossága a számítógép erőssége, míg a lényeg kiemelése és az értelmes dolgok felismerése az ember számára könnyebb. Jónéhány évvel ezelőtt Neumann János könyvet írt „Számítógép és az agy” címmel, s ezt csak kevés új dologgal tudták azóta kiegészíteni. Mindezek ellenére az ember bizonyos mértékben a számítógép példaképe marad, amelyet természetesen nem lehet utánozni: olyan információ feldolgozó rendszer, amelynek be- és kimenő egységei az érzékszervek, adattovábbításra az idegrendszer, központi tárolóként és feldolgozó egységként pedig az agy szolgál.

A tudomány segédeszközeként szolgáló adatfeldolgozás jövőjéről szerzett sokat ígérő áttekintés joggal veti fel azt a kérdést, hogy nem használhatjuk-e a számítógépet mindennapi életünkben is. Vegyük csak ismét a nagyvárost, az egyre növekvő létszámú, egyre több közlekedési eszközzel és anyagi javakkal rendelkező gócot.

Itt is olyan rendszerrel van dolgunk, amely tárolóval, adatátviteli és szállítócsatornákkal, valamint vezérlő központokkal rendelkezik. Az információk hiánya okozza azt, hogy ezt a rendszert nem mindig optimálisan vezérlik, sőt a vezérlés sokszor teljesen csődöt mond. Gondoljunk pl. a késő délután során rendszerint előforduló közlekedési dugóktól zárt utakra. Segítségünkre tud lenni a számítógép, hogy a rendszert jobban vezéreljük? A probléma komplex volta nem teszi lehetővé az azonnali teljes megoldást. Bizonyos részterületeken azonban igen nagy a jelentősége az adatfeldolgozásnak. Tipikus példa erre a pénzügyigazgatás. A számítógép a várostervezőt is segíti, és segítségül hívható a tervezés alkotó folyamatánál. Társalgási üzemmódban, amelyet képernyő segítségével bonyolít le, a számítógépprogramok kritikát gyakorolhatnak a mérnök tevékenysége felett, és módosítási javaslatot is adhatnak. A számítógépnek itt az az előnye, hogy a vele egyszer megismertetett információk mindig rendelkezésére állnak, s az építész figyelmét elképzelésének konzekvenciájára hívhatja fel, olyanokra, amelyekre a mérnök nem gondol. A nagyvárosi közlekedés szabályozásánál – amely bennünket közvetlenül érint – egy újabb problémakörrel találkozunk. Az itt feldolgozásra kerülő információk, melyeket tárolnunk is kell, dinamikus jellegűek. Az útkereszteződésekben az új útburkolat alatt elhelyezett készülékek mérik a pillanatnyi forgalomsűrűséget, s az adatokat közlik az adatfeldolgozó rendszerrel. Ott a mindenkori szituációnak megfelelően egy program hoz döntést, a változó közlekedési viszonyoknak megfelelően szabályozza a jelzőberendezések vezérlését. Ha

figyelembe vesszük azt a rendkívüli nagy adatmennyiséget, amely a közlekedés irányításának adatfeldolgozó berendezéseihez szükséges, világossá válik számunkra, hogy egy ilyen útkereszteződés emberek által történő irányításánál sokszor karambol történhet. El kell ismernünk, hogy az információ az értelmes szabályozás előfeltétele. Minél kevesebb információ áll rendelkezésünkre, döntésünk annál önkényesebb lesz, annál kisebb az esélyünk, hogy optimális megoldást találjunk.

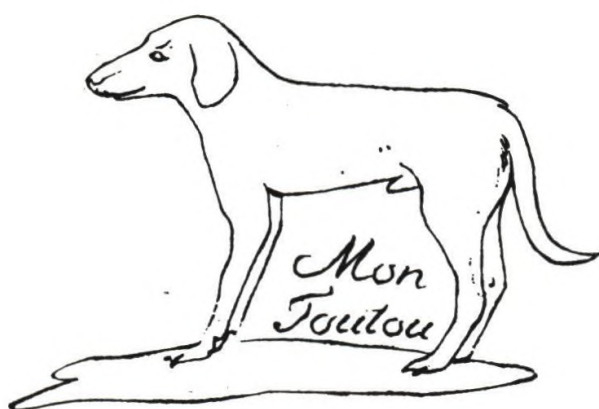
*Souvenir des
Jaquet Droz
Paris.*



29. ábra Az írnot negyven betűből álló tetszés szerinti szövegre lehet programozni (lásd az írásmintát). A hozzá nagyon hasonló rajzólónál a több fogaslécből álló vezérlő berendezés segítségével sok rajz készíthető. (Lásd még a 30. ábrát)

A tárolás és gyűjtés egy másik aspektusát mindeddig figyelmen kívül hagytuk. Az ember gyakran a gyűjtés önmagában rejlő játékos öröméért gyűjt bélyeget, söröskorsó-alátétet, órákat, érdemrendeket és sok egyéb mást. Ezzel a játékos és a haszonra csak kevésbé irányuló gyűjtögető ösztönrel találkozunk a széleskörben elterjedt játékautomatáknál, azoknál a berendezéseknél is, amelyeknek az adattárolás létrejöttét köszönheti. Már szóltunk a könyv első fejezetében a mechanikai automaták filozófiai alapjairól, virágkoráról a XVIII. században. Svájcban Neuchâ-

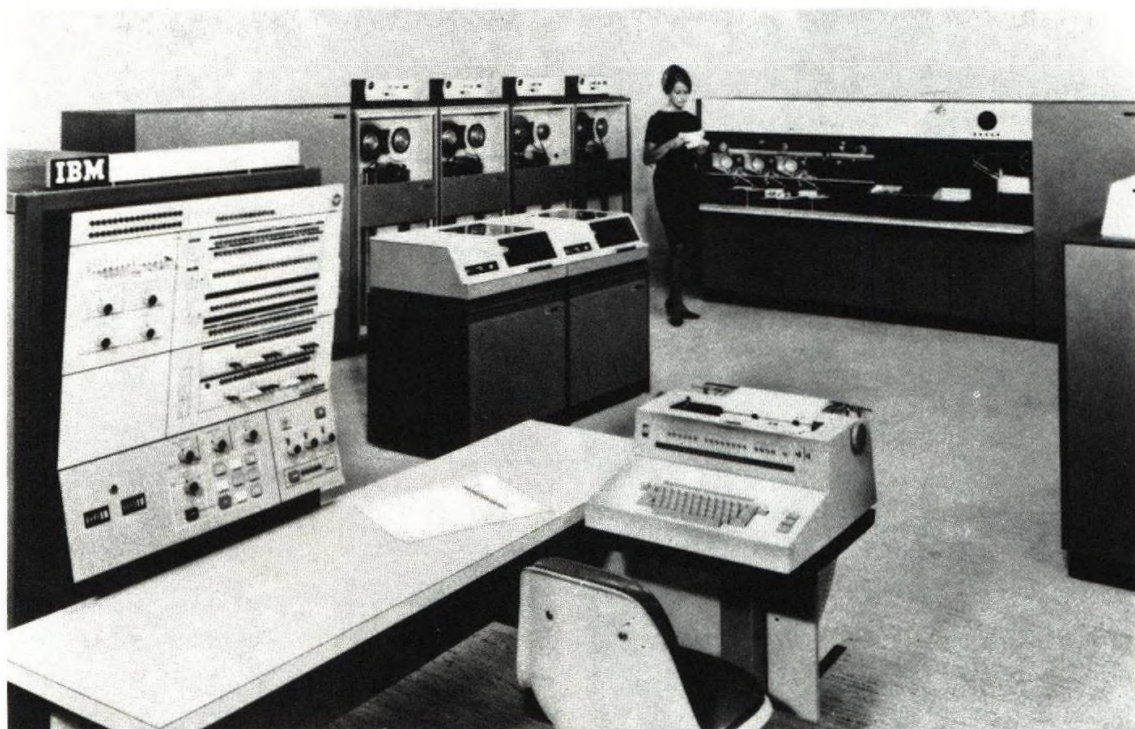
telben található e műtárgyak három legszebb példánya: az orgonajátékos művésznő, az írnok és a rajzoló, mindhárom a Jaquet-Droz család műve (28., 29. és 30. ábrák). Míg a rajzoló nagy eleganciával rajzolja le kutyája (Mon Toutou) és a gépeket Versailles-ba hozató XV. Lajos arcképét (30. ábra), az írnok jobb kezében tartott lúdtollát tintatartóba mártja, lerázza a felesleges tintát, s fáradhatatlanul írja a Jaquet-Droz család üdvözlét a látogatóknak. Az orgonajátékos nő kacéran körültekint, hogy megnézze, vajon mindenki a játékát hallgatja-e. Játékának hatását csak növeli igen életszerűnek tűnő lélegzése. Bár a mai számítógépek még a legjobb szándék mellett sem nyújtanak olyan kellemes látványt, mint csodaszép művészi elődeik, mégis majdnem képesek arra, hogy maguk is műalkotásokat hozzanak létre. Erről azonban csak a későbbiekben szólunk.



30. ábra Jaquet-Droz rajzautomatájának két rajza.

Út az akták nélküli ügyvitelhez

Az az adattömeg, amellyel ma meg kell küzdenünk, felveti nemcsak a tárolás, hanem az adatrögzítés problémáját is. A nagy szervezetek egyre nehezebben birkóznak meg az egyre növekvő mennyiségű bizonylatokkal. A pénz- és hitelintézetek, a biztosító cégek, a minisztériumok, vagy a rendőrség, napról-napra óriási mennyiségű bizonylatot, iratot dolgoznak fel. Az adatfeldolgozás kezdeti időszakában az adatokat az úgynevezett közbenső adathordozókra pl. lyukkártyákra vagy lyukszalagra kellett felvinni, hogy a számítógépek számára olvashatóvá tegyék. Már igen korán felmerült annak a gondolata, hogy miként lehetne ezt a kerülőt, ezt a



31. ábra A bizonylatolvasó (a háttérben jobbra) látja el a számítógépet az írógéppel vagy kézírással kitöltött formanyomtatványokról, információval

kétszeres költségráfordítást elkerülni. Az első lépés ezen az úton a mágneses tintával vagy ceruzával kitöltött bizonylatok bevezetése volt, mert ezeket a gép és az ember egyformán olvasni tudja. Újabb fejlődést jelentett az optikai bizonylatolvasó, amely a konstrukciók típusa szerint vagy csak számokat, vagy ezenkívül betűket és különleges jeleket, sőt még kézírást is tud olvasni (31. ábra), s mindezt közönséges papíron, közönséges tintával vagy nyomdafestékkal írva. Egy másik megoldási mód, amikor az adatokat közvetlenül a számítógépbe viszik, a géphez csatolt villanyírógéppel, vagy — s ez vet igazán gátat az óriási papíráradatnak — egy ún. képernyős terminál segítségével. Ha arra gondolunk, hogy az ilyen decentralizált képernyős

készülékek (terminálok) az adatok kiadására is használhatók, felismerhetjük óriási jelentőségüket és azt, hogy milyen nagy mértékben befolyásolja majd a kereskedelem holnapi életét.

Vizsgáljuk meg pl. egy biztosító vállalat ügyviteli rendszerét. Egy adott biztosítási szerződésre vonatkozó valamennyi információt meghatározott nyilvántartási számmal rendelkező ügyiratban gyűjtenek össze, és ezt egy központi helyen helyezik el. A biztosítással kapcsolatos ügyintézés során ezeknek az adatoknak legalább egy részére igen sok részlegnek van szüksége, s ez arra vezet, hogy a törzsnyilvántartás vagy törzsügyszerlet mellett egy egész sor párhuzamos, kiegészítő, vagy részadatokat tartalmazó ügyszerletet is tárolni kell. Így a regionális fiókhálózatban és az ügynőknél párhuzamos iratkezelés is szükséges. A kiegészítő ügyszerletek bizonyos tevékenységek következményei: a kárfelvétellel és a díjbefizetéssel foglalkozó osztályoknak saját ügyszerleteik vannak. A részadatokat tartalmazó ügyszerletek rendszerint kartotékok formájában jelennek meg, hogy minél gyorsabban megtalálják a kívánt speciális információt.

Az adatok többszörös tárolásával járó többletkiadás, az elhelyezési és szervezeti problémák, valamint nem utolsó sorban az adatok többszörös rögzítése, vagy javítása miatti pontatlanság gyors megoldást sürget. Évekig tartó fáradságos fejlesztő munkát végeztek, hogy a helyzeten segítsenek. Sok modern vállalat az akták nélküli ügyviteli rendszer szervezését tűzte ki célul, s néhány amerikai cégnél ezt már a gyakorlatban meg is valósították. E rendszer az összes ügyviteli szempontjából érdekes adatnak ún. adatbankban történő rögzítését jelenti, amikor az ügyintézés során csak a bank adatait használják. Az adatbankot egy nagy külső tárolóban található központi iktatóként kell felfogni, melynek tartalmát a különböző osztályok bármikor lekérdezhetik. Minden egyes alkalmazott közvetlenül az adatbankból kaphatja meg a számára szükséges információt, ha munkahelyén terminállal pl. egy képernyős készülékkel rendelkezik. Tevékenysége során a terminál segítségével adatokat változtathat, törölhet vagy kiegészíthet pl. felvezetheti a címváltozásokat, az új szerződéskötéseket, a sztornírozást, vagy az esetleges káreseteket. Valamennyi ilyen üggyel foglalkozó osztály egyidejűleg dolgozhat a központilag tárolt adatokkal, s ily módon minden alkalmazott ugyanazt a legfrissebb adathalmazt kapja meg egy adott biztosítottra vonatkozólag.

Ennek az imponáló lehetőségnek a vizsgálatánál azonban ismét meg kell emlékeznünk a tárolóknak a fejezet elején említett eredeti céljáról: a javakat, az adatokat a romlástól és az eltulajdonítástól óvni kell. Az adatbankban tárolt információt védeni kell a szándékos vagy véletlen hamisítástól. Csak arra feljogosított személyek férhetnek hozzá az információkhoz, s még ők is csak azokat az adatokat kapják meg, amelyek saját munkájuk elvégzéséhez szükségesek.

Védeni kell az adatbankot a manipulációktól (jogtalan adatbeviteltől) és a kíváncsi szemektől (jogtalan adatkeresőktől). Ezeknek a biztonságtechnikai problémáknak a megoldása az adatbank szervezésének egyik lényeges része. A kívánt védelem legelterjedtebb módszere az azonosítások alkalmazása, a jelszavak, amelye-

ket a felhasználónak ismernie kell ahhoz, hogy valamely adathalmazhoz, vagy speciálisan védett adatokhoz hozzájusson. Használják a középkor *kulcsos-rendszerét* is, amikor is a császárnak és érseknek külön-külön kulcsa volt a kincseskamra kinyitásához. (Ezt a módszert alkalmazzák ma is a bankok páncélszekrényeiknél.) Az adattárolásra alkalmazva ez azt jelenti, hogy meghatározott adatállományt csak akkor hívhat le a program, ha két, vagy több személy közli a közös jelszó csak általa ismert részét.

Az adatfeldolgozó berendezéseknek egyre több vállalatnál történő üzembeállítása természetesen az ügyvitel új formáihoz vezet. Ma már problémamentesen tudunk eleget tenni igen sokféle fizetési kötelezettségünknek, ha bankunknak állandó meghatalmazást adunk, így a postán történő sorbanállást megtakaríthatjuk és csekkalapon történő készpénzfizetés nélkül a bank mindezeket elintézi. A számtalan bizonylat küldözgetése helyett egy, az ügyintézéshez szükséges információkat tartalmazó mágnesszalagot küldenek a címzettnek, és ebből az új információkat a cég saját adatbankjában használhatja fel. Nem állunk közel az ország valamennyi intézményét, vagy éppen az egész világ valamennyi intézményét felölelő közös adatbank megvalósításához? S az emberiség egész ismeretanyaga miért ne képezhetné egy ilyen adatbank egy részét?

A világ dióhéjban egy teljesen áttekinthető rendszer ősi álma: az összes szükséges információt értelmes módon tárolni, s könnyen, célszerűen és gyorsan visszanyerni és feldolgozni. Az utóbbi években jó utat tettünk meg ez irányban. Azok az egyre áttekinthetlenebbé váló rendszerek, melyekkel körül vesszük magunkat, az egyre többértűvé váló szervezeti struktúrák áttetszőbbé kell, hogy váljanak, s ezzel felismerhetjük azt is, hogy hol találkozunk célunk megvalósításának akadályaival. A célkitűzés feladatát nem veheti le – és nem is szabad levennie – vállunkról az elektronikus adatfeldolgozás. Másrészt viszont lehetővé teszi számunkra a problémák összefüggéseinek áttekintését, folyamatok szabályozását, a nagyszámú megfelelő információ révén. Ezért feltétlenül szükséges, hogy az adattárolás képezze vizsgálataink központi tárgyát.

A jelsorozatok tartalma és külalakja

Az információ érdekes tulajdonságai

Gép + program = számítógép

$2 + 3$ a számítógép szerint is 5, de hogy számolja ezt ki?

Sokféle hordozó, azonos jelek

Itt a számítógép beszél . . .

Az információ öt fajtája

Az információ érdekes tulajdonságai

A tartalom és a forma közötti ellentmondás az információfeldolgozás egyik alaptémája, amelynek sokféle megnyilvánulása lépten-nyomon különböző problémákat okoz. A számítógépben az azonos tartalom különféle alakban jelenhet meg, s ugyanahhoz a formához különböző jelentések tartozhatnak. A megjelenítési forma és a jelentés sokrétegűsége az a különbség, amellyel a számítógépek a hagyományos gépektől eltérnek.

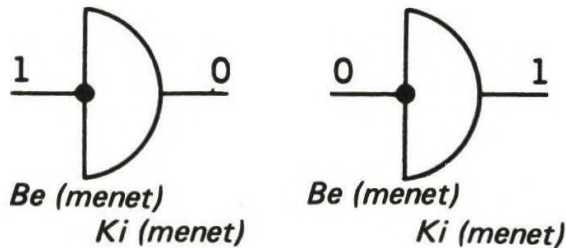
Az információnak érdekes tulajdonságai vannak, nem engedelmeskedik ugyanis a számlálás és a számolás megszokott szabályainak. Épp ezért nem mérhető olyan könnyen mint a súly, vagy az áramerősség.



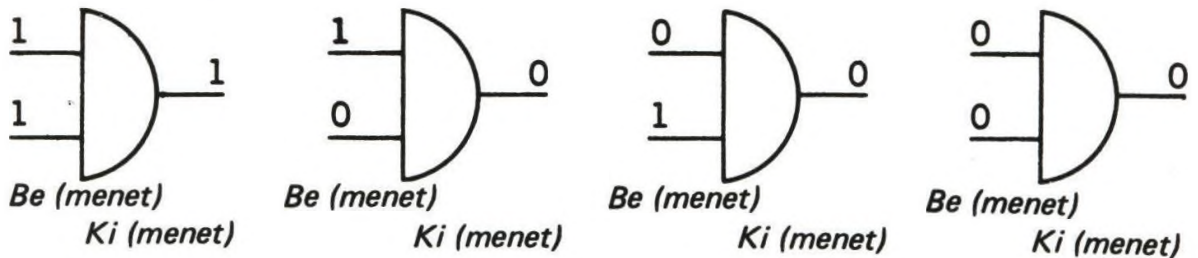
32. ábra A játékbabában játékbaba, abban is játékbaba, . . . A tartalom formája itt a göngyöleg formája; a forma tartalma az azonos, de kisebb méretű forma. Az információnál is jellegzetes összefüggés van a forma és a tartalom között. A jelsorozatok azonosnak látszanak, de különböző a tartalmuk – majd újra úgy tűnik, mintha különböző lenne a tartalmuk, holott ugyanazt az információt tartalmazzák csak más formában

Ha valakinek két kalapácsa van, akkor legfeljebb két szomszédjának tud egy-egy kalapácsot kölcsön adni. Fordítva könnyen megtörténhet, hogy ugyanaz a szomszéd újra és újra megjelenik, s ugyanazt a kalapácsot *még egyszer* kölcsön kéri.

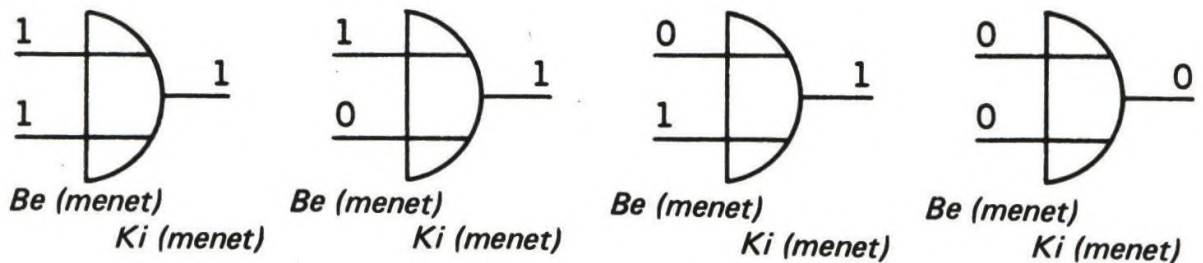
TAGADÁS



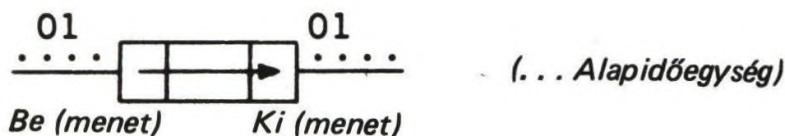
KONJUNKCIÓ (LOGIKAI ÉS)



DISZJUNKCIÓ (LOGIKAI VAGY)



KÉSLELTETÉS



33. ábra A négy logikai áramkörű kapcsolás, amelyre valamennyi logikai struktúra visszavezethető: a tagadás, mely a 0 és 1 értékét ellenkezőjére változtatja; a konjunkció, amely csak akkor ad eredményül 1-et, ha mindkét bemeneten 1 van; a diszjunkció, amely csak akkor ad eredményül 0-át, ha mindkét bemeneten 0 van; a késleltetés, amely az időben egymás után beérkező információt egy alapidőtartammal késlelteti

Ha ezzel szemben, két egymástól különböző pletykát tudunk, azt tetszés szerint igen sok szomszédunkkal közölhetjük, mindegyiknek mindkét történetet. Ugyanazt a történetet viszont tetszés szerint akárhányszor elmondhatjuk, de jobb ha nem ugyanazoknak az embereknek. A szomszéd újra eljöhet kölcsön kérni a kalapácsot, de bizonyára nem kívánja ugyanazt a mesét még egyszer hallani; a gyerekek viszont igen, de ez már a kérdésnek egy másik oldala.

Az információ tetszés szerint másolható. A másoláshoz szükséges energia- és információhordozók többnyire oly kis költséget okoznak, hogy akár el is hanyagolhatjuk azokat.

A számítógépnek azt az alkotóelemét, amelyet tetszés szerint lemásolhatunk – mely nem kapcsolásokból, hanem programokból áll – angolul software-nak nevezzük. Ez az angol nyelvben is egy új szó, a hardware szó analógiájára; hardware eredetileg vasárut jelent, az információfeldolgozásnál azonban ezalatt a számítógép tárolóját és áramköri rendszerét értjük, vagyis a fizikailag megragadható részeket. A hardware és software funkcionális szempontból egymással felcserélhető. Ez érthető abból a tényből, hogy a számítógépnél minden tekintetben a legegyszerűbb alkotóelemekből indulunk ki; a kapcsolásnál éppúgy, mint a programban, a hardware-ban éppúgy, mint a software-ban. Valamennyi szerkezeti elem és struktúra – függetlenül attól, hogy térben egymás mellett, vagy időben egymás után valósul meg – a számítógépen logikai alap-kapcsolásokra vezethető vissza. Ezek: a tagadás, a konjunkció, a diszjunkció és a késleltetés.

E háromféle időtől független működésű építőelemből mindenfajta kombinatorikus logikai struktúra előállítható. Az állandóan változó információk feldolgozása érdekében azonban ezeket ki kell egészíteni egy egyszerű negyedik logikai elemmel, amely semmi mást nem tesz, csupán a *nulla* és *egy* formában érkező információt, egy fázisnyi időelemmel késlelteti. Nem feltétlenül szükséges, hogy a számítógép maga is a négy alapelemből épüljön fel, szerkezeti elemként összetett logikai áramköröket is használhatunk, ezek azonban minden esetben az alapelemek összekapcsolásával helyettesíthetők.

Mivel az áramköri elemek és a programozás teljes mértékben ezekre az alapvető logikai kapcsolatokra vezethetők vissza, ugyancsak teljes mértékben igaz, hogy az áramkörök és a program alkotóelemei elvileg egymással felcserélhetők, és a hardware egyik rendszerelemét a megfelelő software rendszerelemmel helyettesíthetjük, s ugyanez fordítva is áll. Ugyanazt a tartalmat más és más formába önthetjük. Az, hogy tényleg melyik utat válasszuk, vagyis a problémát a hardware, vagy software segítségével oldjuk meg, legtöbbször gazdasági megfontolások függvénye.

Gép + program = számítógép

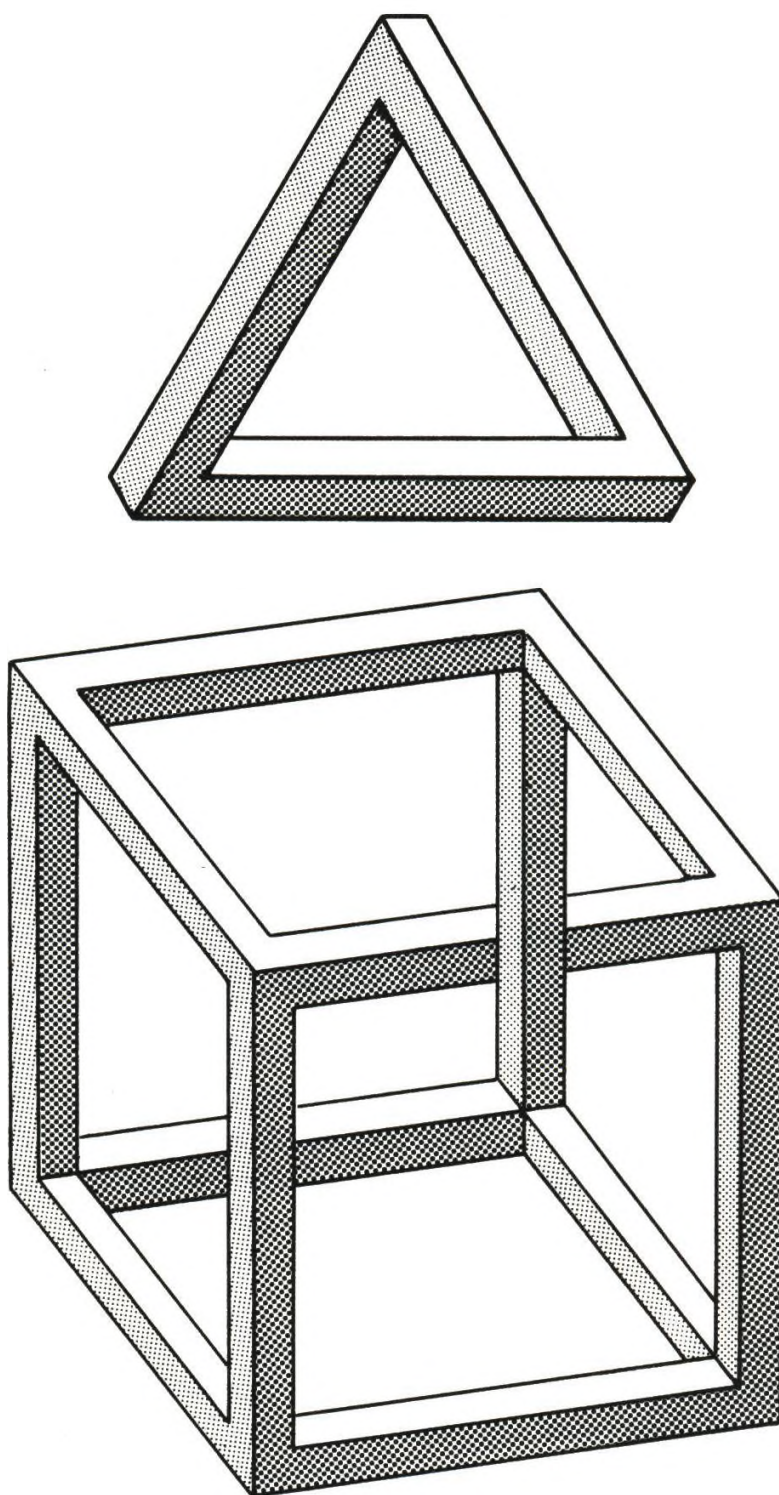
Magától értetődik, hogy nem minden hardware alakítható át software-ré, mert természetesen olyan áramköröket használunk, amelyekben a folyamatok elektronikus sebességgel zajlanak le. A gazdasági optimum úgyszólván a középen van. A szállítócégtől a hardware és software kombinációját az elektronikus berendezést alapprogramjaival együtt vásároljuk meg, ezzel biztosítjuk nemcsak a logikai és matematikai kifejező eszközöket, hanem azok üzemszerű alkalmazását is. A software területén nagy a választék, a különböző számítógépes vállalatok, a számítástechnikai software-szolgáltató vállalatok programjai és a vállalatnál helyben készített programok között.

A hardware-hez képest a software esetében még nehezebb áttekintést nyernünk. Egy program teljesen absztrakt valami, s ezért igen nehéz áttekinteni lényegét. Hogy az áttekintést, e nehézségnek a jellegét szemléletessé tegyük, hadd idézzünk egy pszichológiai trükköt, a *lehetetlen tárgyak* trükkjét. A 34. ábra az első pillantásra egy háromszöget és egy kockát ábrázol. Közelebbről megvizsgálva az ábrát, azt találjuk, hogy részleteiben minden a helyén van, a szögeket jól szerkesztették, és semmi sem görbe. Együtt szemlélve azonban mégsem azt kapjuk amit várunk: sem háromszöget, sem kockát, mert valami helytelen a rajzon.

A programoknál is találkozhatunk azzal a jelenséggel, amely e rajzoknál fordult elő. Az egyedi elemek önmagukban helyesek lehetnek, rendben lehet a részletek logikája is, s mégis, maga a program a *lehetetlen tárgyak* kategóriájába tartozhat, mert nem ad egy egészet. Az ilyen hibák kiküszöbölése azért nehéz, mert a forma és tartalom szétválhat, mert a kívánt tartalmat nem tudjuk mindig a megfelelő formába önteni, vagy az adott megjelenési forma alapján nem tudunk mindig teljes bizonyossággal a tartalomra következtetni. A számítógép ellenőrző, vizsgálati módszerei mindenekelőtt legfeljebb csak a megjelenési forma helyességét biztosítják, de nem garantálják a tartalom helyességét is. Ehhez gépet ellenőrző emberre van szükség, akinek értenie kell, hogy mire ügyeljen.

2 + 3 a számítógép szerint is 5,
de hogy számolja ezt ki?

A programozás az elektromérnökök gépi utasításaitól az általános, formális programnyelvekig nagy utat tett meg. Ezt a fejlődést legalábbis a fejlődés alapjellegzetességeit egy igen egyszerű példán a $2 + 3 = 5$ kiszámításán szeretném bemutatni. Hogyan jut a számítógép erre az eredményre? Ehhez a három számhoz három tárolórekeszre van szükség (35. ábra). Legyenek ezek a 4711, 4712 és 4713 számú rekeszek. Ezután beszélhetünk arról, hogy melyik tárolórekeszbe helyezzük el az információkat, azaz a 4711, 4712 és 4713 címekről. Először helyezzük el a 2 és 3 értékeket két tárolórekeszbe. Most kell megkérdezni, hogy milyen utasítás áll



34. ábra Két „lehetetlen tárgy”. Egyszerű szerkezetnek tűnnek, mégis lehetetlenek, mert az első szempillantásra a vonalas rajzok megszokása szerint szuggerált várakozásunkat nem teljesítik. A programok az első pillantásra gyakran az egyszerűség és korrektség benyomását keltik, sőt a részletekben is minden a helyén van, mégis sok program bizonyul egészét tekintve absztrakt „lehetetlen” tárgynak

rendelkezésünkre ahhoz, hogy egy információt a tárolórekeszből a számológépbe, az aritmetikai egységbe vigyünk, ahol a műveletet elvégezhetjük. Ezen kívül az elektromérnök rendelkezésére áll még egy utasítás az összeadásra, amelynek hatására egy újabb érték kerül az aritmetikai egységbe, és ezt a már ottlévő értékhez a gép hozzáadja. Végezetül van még egy utasítás, az új értéknek a tárolóba való visszajuttatására, azaz a kiszámított eredmény egy rekeszbe töltésére. Ezek az utasítások az ún. gépi-kódnak nevezett nyelven, számokkal írhatók le. Jelöljük a tárolóból való kiemelésre vonatkozó utasítást a 0815 számmal, a két másik utasítást pedig a 0816 és 0817 kódokkal. A program tehát a $2 + 3 = 5$ művelet elvégzésére a következő: A 0815 utasítást a 4711-rekesz kapja, a 0816 utasítást a 4712 és a 0817 utasítást pedig a 4713 rekesz:

- | | | |
|-----|------|------|
| (1) | 0815 | 4711 |
| (2) | 0816 | 4712 |
| (3) | 0817 | 4713 |

A program maga külön meghatározott tárolórekeszekben van elhelyezve, emlékeznünk kell arra, hogy a gépben minden esemény binárisan megy végbe. Ez a program a számítógépben ténylegesen nullák és egyesek sorozataként jelenik meg, pl. így:

- | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| (1) | 0110 | 1011 | 0100 | 1000 | 0111 | 1010 | 0100 | 0100 |
| (2) | 0110 | 1011 | 0100 | 1001 | 0111 | 1010 | 0100 | 0101 |
| (3) | 0110 | 1011 | 0100 | 1010 | 0111 | 1010 | 0100 | 0110 |

Az előzőekben leírt programban az ún. háromtöbbitű kódot használtuk, amelyet a „Mailüfterl” (májusi szellőcske) elnevezésű gépnél alkalmaztak.

E számítógéppionír elnevezése egyébként abból a megjegyzésből származik, amely egy nemzetközi kongresszuson hangzott el: „Nem lesz se *tájfün* se

$2 + 3 = 5$				
4711	4712	4713	$HOL = 0815$	$x = 4711$
2	3	5	$ADD = 0816$	$y = 4712$
			$ABS = 0817$	$z = 4713$

08154711	$z := x + y$	$HOL\ x$
08164712		$ADD\ y$
08174713		$ABS\ z$

35. ábra Így számolja ki a számítógép a $2 + 3 = 5$ értékét. A 4713 című rekesz a számolás előtt üres, azt követőleg ott helyezhetjük el az eredményt, 5 értékét. A program három utasításból áll: kihozni, összeadni és tárolni. Ezek számformában jelenhetnek meg (baloldalt alul) vagy – ha a számítógép a jobboldali fenti szimbólumoknak megfelelően dolgozik – szimbolikus formában. (Jobboldalt alul.) Ha valamely programnyelvet használunk, felírhatjuk a programot egy sorban is, mint az algebrában (az ábra közepén) $z := x + y$. Egy fordító programnak kell ezt a jelölést számalakra transzformálnia

forgószelel. – Tájfunnak és forgószelelnek hívták ugyanis az akkori híresen gyors amerikai gépeket, míg a hallókészülék-tranzistorokból megépülő bécsi gép csak szerény sebességeket ígért. – Ez az elnevezés oly jól sikerült, hogy rajta is maradt a gépen s a bécsi számítógépet ettől kezdve „Mailüfterl”-nek, májusi szellőcskének hívták.

Térjünk csak vissza azonban programunkhoz. A három utasítás

- | | | |
|-----|------|------|
| (1) | 0815 | 4711 |
| (2) | 0816 | 4712 |
| (3) | 0817 | 4713 |

a következőket jelenti:

1. utasítás: hozd ki a 4711 rekeszből a rekesz értékét (ez 2);
2. utasítás: hozd ki a 4712 rekeszből az ott lévő számokat,
és add hozzá az aritmetikai egységben lévőhöz (ennek értéke 3),
az eredmény: 5;
3. utasítás: tárold az eredményt a 4713 számú rekeszben.

A legtöbbször a soron következő utasításra az aritmetikai egységben lévő legutolsó eredmény törlődik, ez azonban már egy tárolóegységben is megvan s így a 4713 számú rekeszből lehívhatjuk. A számítógép elvégezte kis számításunkat. Mindenesetre az utasítások írásának ez a módja nem túl kényelmes. A programozónak ügyelnie kell az utasítások és a tárolórekeszek számaira, s közben igen könnyen tévedhet. Az utasítások listája segítségére van munkájában. Az utasítások számait mnemotechnikailag alkalmas rövidítésekhez rendeljük s a címszámok helyett, ezeket az elnevezéseket használjuk. A gyakorlati programozás során ezeket az elnevezéseket az általuk jellemzett tartalomnak megfelelő nagyságúra választjuk, pl. SZIG = személyazonossági igazolványszám. Példánk esetében a következő rövidítéseket alkalmazzuk.

0815 = HOL (holen = kihozni)	4711 = X
0816 = ADD (addieren = összeadni)	4712 = Y
0817 = ABS (abspeichern = tárolni)	4713 = Z

Most már a három utasítást a következő alakban írhatjuk fel:

- | | | |
|-----|-----|---|
| (1) | HOL | X |
| (2) | ADD | Y |
| (3) | ABS | Z |

Ha a programot gépre visszük, nem közvetlenül hajtja végre, hanem egy segédprogram a szimbolikus utasítási jeleket utasítás- és rekeszszámokra cseréli.

Szimbolikus kódokkal igen sok programot készítenek ma is; mégis tovább haladtunk egy lépéssel. A telefonfülkére vonatkozó példa megtanított bennünket arra, hogy egy csaknem egyszerűnek tűnő utasítás elemzése néha arra utal, hogy az utasítás lényegében véve részutasítások sorozatából áll. Bizonyos rutinműveletek, számítási folyamatok, adatátvitel, függvényérték meghatározás és más formális kiértékelés, gyakran azonos módon mennek végbe. Az ilyen programelemeket lehetőleg egyszerűen kell felírunk, s a számítógépre kell bízni a rutinszámítások

elvégzését. Ennek az eljárásnak az általánosítása vezet a magasabb szintű programnyelvekhez, amelyek alkalmazásával ily módon egyetlen utasításra zsugorodik, mely nem más, mint a szokásos algebrai jelölésmód, nevezetesen:

(1) (2) (3) $Z = X + Y;$

illetve a számítógép esetében ezzel a jelölésmóddal nem egyenletet, hanem utasítást szimbolizálunk, a programnyelvekben ez még világosabban így írható:

$Z := X + Y$

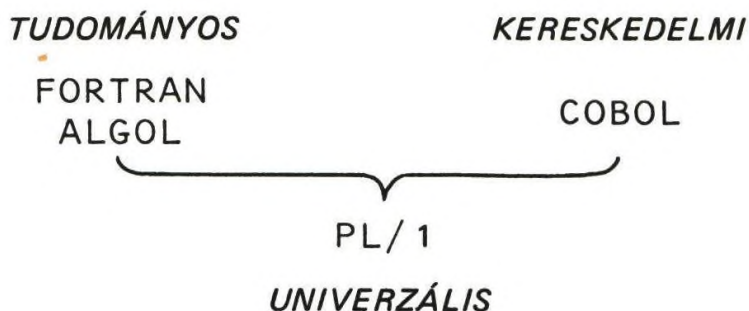
Ez az írásmód azt fejezi ki, hogy Z szimbólum felveszi mindazokat az értékeket, amelyek az X és Y szimbólumoknak megfelelő értékek összegezeként állnak elő.

Egy fordítóprogram, szaknyelven szólva *compiler* gondoskodik a megoldáshoz szükséges (esetünkben összesen 3) részutasítás gépi kódra fordításáról és végrehajtásáról.

Egész sor programnyelv áll rendelkezésre, melyek egymástól különböző szempontból térnek el: a felhasználási cél és egyetemességük szintje szerint (36. ábra). A legrégebbit FORTRAN nyelvnek nevezik, amely az angol *Formula Translator* (magyarul képletfordító) szóból származik, mert e programnyelv kidolgozásánál a kiindulási pont a matematikai formuláknak gépi utasításokra történő átalakítása volt. A FORTRAN tudományos programnyelv, melyet elsősorban az IBM cég matematikusai ajánlottak, akik ennek megfelelően az iparban dolgozó programozók szükségleteit vették különösképpen tekintetbe, s a nyelvet az ipari termelés forgalomrendszeréhez szabták.

Ezzel szemben az ALGOL a tudományos programok nyelvává vált, melyet egy – főként a numerikus matematika professzoraiból álló – csoport alkotott. Ennek következtében az ALGOL a numerikus matematika egyetemi oktatására rendkívül alkalmas, és segítségével az algoritmusok szemléltetése is igen könnyű.

Kb. az ALGOL-lal egyidőben állt elő a kereskedelmi céloknak megfelelő COBOL programnyelv, amelyet egy amerikai bizottság terjesztett elő, s elsősorban a kereskedők gondolkodás- és írásmódját vette különösképpen tekintetbe. A bizottságot az iparban hozták létre, a kormány ösztönzésére. A kormánynak ugyanis



36. ábra A programnyelvek közelebb hozzák a számítógépet a felhasználóhoz. Ezek egyrészt felhasználóra, másrészt a felhasználási célra, problémára orientált nyelvek lehetnek

érdeke volt, hogy a kereskedelmi számítások programjait szövetségi szinten szabványosítsa. Az információfeldolgozás fejlődésével a magasabb szintű, univerzálisabb nyelvek megteremtése vált szükségessé. Az elkövetkező években a kereskedőknek is egyre több tudományos számítást kell elvégezniük, s a tudós sem élhet meg elég jelentős mennyiségű számviteli probléma ismerete nélkül. PL/1 annak a nyelvnek az elnevezése, amely e szükségleteket mind figyelembe veszi.

Sokféle hordozó – azonos jelek

Rámutattunk arra, hogy kis programunk: $2 + 3 = 5$ milyen sokféle alakot ölthet, a bináris ábrázolástól a programnyelvek szimbólumáig. Tartalmilag azonos feladatokat nemcsak hogy sokféle jelsorozattal írhatunk le, hanem e jelsorozatoknak sokféle hordozója is lehet. Még ma is a lyukkártya az egyik legelterjedtebb adathordozó. Előnye az, hogy a rajta tárolt információt olvasható szöveg formájában is rögzíthetjük, s ez megkönnyíti az ember és a gép között a közvetlen kapcsolatot. Ugyanakkor betöltheti a bizonylat funkcióját is, pl. kétszelvényes kártyák esetében. Az egyik szelvényt elismervényként meg lehet tartani, a megmaradó részt a számítógéppel feldolgozva egy kifizetéssel kapcsolatos művelet körfolyamatát zárhatjuk. Kartotékként, kikérőlapként vagy kódlapként használhatjuk az automatizált könyvtárakban könyvkölcsönzéskor. Jelentőségét – mint mondják – az IBM cég alapítója: Mr. Watson ismerte fel először. Amikor Hollerith különböző javaslatokkal állt elő a kártyák esetleges méretére vonatkozólag. Mr. Watson szó nélkül egy egydolláros bankjegyet vett elő tárcájából, s azt adta át mintának. Ezzel meghatározta a lyukkártya alakját.

A lyukkártya egy alkalmas műfogással bejelölhető bizonylatként is használható. Pl. a tíz számjegynek megfelelő kis mezők ceruzával megjelölhetők, és akár a fekete-fehér fénykontraszt alapján, akár a behúzott vonal elektromos vezetőképessége (vagy mágneses tulajdonsága) alapján a számok a jelolvasás által felismerhetők.

Itt a számítógép beszél . . .

Az emberi kommunikációnál az elmondott szó éppoly fontos mint a leírt. Vajon a számítógépből nyert információ is megjelenhet beszélt formában? Van olyan adatfeldolgozó rendszer, amelyet telefonon lehet feltárcsázni, s nem szabad egyáltalán csodálkoznunk, ha a tárcsázásra egy kissé rekedtes hang jelentkezik: „Itt a számítógép beszél, kérem tárcsázza a kérdésének megfelelő számot”. Az emberi hang megértése ugyanis még igen nehéz feladat a számítógép számára; csak a számítárcsa segítségével lehet kérdezni. Válaszolni azonban már tud hallható, emberi nyelven. A tőzsdei árfolyamokat, raktári készleteket, számlaadatokat, a repüléssel kapcsolatos információkat – melyek mindig a tárolóban vannak, és egyszerű

válasz-mondatokba foglalhatók – egy kiegészítő berendezés, a rejtett és tárolt, beszélt nyelvvé alakítja át (korlátozott szókinccsel). Szó sincs itt csodáról, csupán egy jó elképzelésről.

Már a II. világháború előtt kidolgozták a Bell laboratóriumban az ún. Vocoder (hangkódoló) berendezést, s nem sokkal 1950 után a bécsi műszaki főiskolán, egy kutatási program azt a célt tűzte ki, hogy az e téren végzett alapkutatás mellett, megvalósítsák a Vocoder digitális rendszerű üzemeltetését. A Vocoder az emberi fül és az emberi beszélő szervek erősen egyszerűsített, műszaki realizációja: a hangokat éppúgy mint a fül, a hangmagasság szerint bontja fel. Ebből egy kevésbé terjedelmes átvezető jelet nyernek, amelyet a fogadó oldalon egy hanggenerátor vezérlésére használnak fel, a szűrők áteresztőképességét szabályozva. Csak kissé deformálva jön a hang vissza: egy a természetes hanggal vezérelt műhang.

A számítógépnél nem a távolság, hanem az időtartam áthidalása okozza a problémát: a hangot tárolni kell, mégpedig digitális formában, s így a Vocoder tároló kapacitásának egyszerűsített jelformáit megtakaríthatjuk. A típusmondatokat és a felhasználható szókészletet (számokat, forma- és áruneveket) egy program segítségével ismerhetjük meg, és a tároló tartalmának megfelelően épül fel a válasz.

A Bécsben megkezdett munkát az IBM laboratóriumában folytatták mindaddig, míg tanácsosnak látszott a technikai megvalósítása is. A német, majd francia laboratóriumokban a további fejlesztő munka egy gyártásra alkalmas készüléket eredményezett, s így a végterméket az IBM 360 gépcsalád 7772 típusú, beszédre is alkalmas számítógépét Kingstonban egy nemzetközi vállalkozás eredményeként készíthették el. A tudós számára csak ritkán adatik meg, hogy az ős-eszmétől az ipari megvalósításig vezető utat ily közvetlenül követhesse, mint ahogy itt erre módja volt.

Időközben a Bell laboratóriumok kidolgoztak egy kísérleti rendszert is, amely meglepően érthető hangon és jó hangsúllyal könyvekből tud olvasni. Hogy csupán az alkalmazás egy lehetőségére utaljunk: ha valamely orvos egy vizit alkalmával diagnózisához szívesen nyúlna szakkönyvhöz, vagy lexikonhoz, a nem távoli jövőben csak fel kell tárcsáznia az orvosi kamara számítógépét ahhoz, hogy az általa megadott címszóhoz tartozó szöveget a gép beolvassa számára.

Az információ öt fajtája

Míg az adatfeldolgozás számos lehetősége nem utolsósorban abból adódik, hogy az azonos jelsorozatokot kódolni és különböző hordozókra rögzíteni tudjuk, a számítógép korlátai és veszélyei éppen abból adódnak, hogy ott a számok és a szöveg azonos formája mögött igen különböző tartalom rejtőzhet. Más szavakkal: a jelsorozatok a legelegánsabb módszerekkel lehet manipulálni, a jelek helyettesítését és a jelek átvitelét gyorsan és biztosan megszervezni, de nem vagyunk képesek mindig felfedezni azt, hogy az adott jelsorozat jelentése garantáltan az-e aminek

[illegible]

hisszük. Itt nem jöhetnek segítségünkre az ún. „lehetetlen tárgyak”, hogy felismerjük a csapdát, sőt, éppen ellenkezőleg, a látszólag magától értetődőnek esünk áldozatul.

Ma még talán egy kissé sötéten hangzik, de a különböző információtípusok rövid áttekintése rávilágít a bennük rejlő csapda veszélyeire. E célból az információkat – amelyek különböző módon válhatnak veszélyessé – öt csoportra osztjuk (38. ábra).

1. Numerikus információk: tiszta számértékek
2. Fizikai információk: fizikai dimenzióknak megfeleltetett számértékek (a dimenziók a fizikai egységeknek felelnek meg)
3. Kötött alakú szöveg: Meghatározott adatok számára meghatározott mezőket tartanak fenn, az adatok lehetnek számok, betűk, vagy szavak (táblázatok).
4. Kötetlen szöveg: Tetszés szerinti szöveg, bármiféle mezőre osztás nélkül, természetes nyelven.
5. Formanyelven írt szöveg: Az információfeldolgozás speciális eszköze, idetartoznak azonban az algebra szimbólumai is.

A *numerikus információk* esete a legtisztább, itt számértékekről van szó, és a számértékek közti kapcsolatról, melyeket a matematika szigorú szabályai definiálnak. E szabályok szigorú követéséről és semmi másról nincs itt szó. Minden olyan értelem, amit a számokhoz rendelünk a számítógépen kívül marad, a felhasználó kezében. Ez természetesen nem veszélytelen, ezért valaki egyszer szellemeskedve azt mondta, hogy a statisztika a hazugság magasabbrendű formája. A számok értelmezésénél mindig jogos az óvatosság, ha azt látjuk, hogy a tartalmi és végkövetkeztetések a számítási pontosságtól függenek. Másik ilyen szellemeskedés az a kijelentés, hogy a statisztika pontatlan számok precíz feldolgozása. Valóban, azzal az érvel, hogy valamit „gép számolt ki”, visszaélhetünk, az ugyanis ritka eset, hogy a számítási végeredmények a kiinduló adatoknál pontosabbak.

A *fizikai információk* ideális módon húznak hasznát a matematikai információkból. A fizikát ugyanis ügyes módszerekkel tiszta matematikává alakíthatjuk át, átmenthetjük tiszta matematikába. Egységei egy számérték és mértékegység szorzataként állnak elő (pl. méter, kg, Volt, $1/100$ km). A tiszta számfaktorokig a dimenzió fogalma szabályozza a mértékegységek közti viszonyokat. Egy helyes fizikai egyenletnél az egyenlőségi jel jobb és baloldalán azonos dimenziójú értékeknek kell állni; anélkül egyenlet nem lehet. A dimenziók fontossága dombozik itt ki, s a fizikai relációkat numerikus relációkra vezetik vissza. A számítógép csak a tiszta matematikával képes dolgozni, pl. a fizika differenciál egyenleteivel, melyek arról hírhedtek, hogy bizonyos problémák megoldásához a legtöbbször képes számítógépek válnak szükségessé. A jelentés és az eredményül kapott számérték dimenziója tekintetében nem lehet semmiféle bizonytalanság,

A *kötött alakú szöveg* azon az eljárásen alapul, amelyet a könyvelésnél és más adatrögzítő eljárásoknál már régóta használnak. A közmondás szerinti könyvelő számára a főkönyv rovatain és adatain kívül más nem létezik. A kereskedelmi

NUMERIKUS	635,41	
FIZIKAI	635,41 kg	
KÖTÖTT	kg	DÁTUM
	635,41	26.11.1969
KÖTETLEN	KEZDET BEN VALA AZ IGE	
FORMÁLIS SZÖVEG	GOTO KEZDET	
	KEZDET = SZÓ	

38. ábra Hogyan értelmezi a számítógép az információt? Nem úgy, mint az ember. A számok tiszta számértékek, könnyű kapcsolatba hozni azokat. Minden más csapdát jelenthet

adatfeldolgozásnál, a könyvelésnél, a formanyomtatványokat és formulákat szintén kedvelik, s jól tudják, miért. A formátum garantálja a feldolgozás biztonságát, mert az egy rovatba tartozó bejegyzés értelmezését nem lehet vitatni. A rutinfeldolgozás során ez helyes, általánosságban azonban ez sem mentes a buktatóktól.

A 39. ábra egy olyan formanyomtatványt mutat be, amelyen az egyes rovatok tartalmának a fontosságára lehet rávilágítani. A rovatokat kitöltő utazó, Pavel Kohout egyik színdarabjának címhőse: August August, August. Már a cím láttára el kell gondolkodnunk, hogy a három August szónak mi a jelentése, s örülhetünk ha rájövünk, hogy a család és keresztnévet meg a foglalkozást (August = bohóc) jelenti.

A bejelentő cédulán ezt az alapgondolatot még tovább fejlesztettük, és nem kell nagy képzelőerő ahhoz, hogy meglássuk, mennyire másként „értelmezi” az ilyen formanyomtatványokat az ember és a számítógép. A számítógép ugyanis képtelen a feltüntetett adatok értelmét megragadni. Még a gondolkodó ember számára sem könnyű némely formanyomtatvány kitöltése. Mily sok problémát kell megoldani, ha arra törekszünk, hogy a népszámláláskor alkalmazott formanyomtatványokon a helyes adatokat tüntessék fel.

A számítógép mindezekről a dolgokról tudomást sem vesz, mert nincs erre alkalmas programja. Csak az adatok logikai kapcsolataira vonatkozó összefüggéseket lehet programozni, s a programozó sem tehet mást, mint feltételezi, hogy helyes adatokat írtak be. Ha a leltárkor a tisztviselő egy kis mellékhelyiségben 4 mozdonyt vesz leltári tárgyként számba, ezt a számítógép elfogadja. Elvben elképzelhető talán egy olyan program is, amely a mennyiségek összefüggéseit automatikusan megvizsgálná, de gyakorlatilag ez kivihetetlen. A gondolkodó ember azonban azonnal felismeri a diszkrepanciát.

Vorname – <i>Keresztnév</i> AUGUST	Zuname – <i>Vezetéknév</i> AUGUST	Beruf – <i>Foglalkozás</i> AUGUST
Geburtsort – <i>Születési hely</i> PRAG	Geburtsdatum – <i>Születés időpontja</i> 20 AUGUST 20	Staatsburgerschaft – <i>Állampolgárság</i> CSSR
Wohnort – <i>Lakhely</i> PRAG	Adresse – <i>Cím</i> 20 AUGUST 20	Land – <i>Ország</i> CSSR
Einreisedatum – <i>Beutazás kelte</i> 10 AUGUST 70	Ausreisedatum – <i>Kiutazás kelte</i> 20 AUGUST 70	Unterschrift – <i>Aláírás</i> AUGUST AUGUST

39. ábra Ha egy formanyomtatvány mezőire vonatkozólag nem definiálnánk az információt, ki se lehetne tölteni, s a felvitt adatokat nem lehetne értelmezni; azok bizonytalanná vagy éppen értelmetlenné válnának. A számítógépnek kell a bevitt adatokat logikailag kapcsolatba hoznia, s csak kivételes esetben kell a bevitt adat értelmét felülvizsgálnia

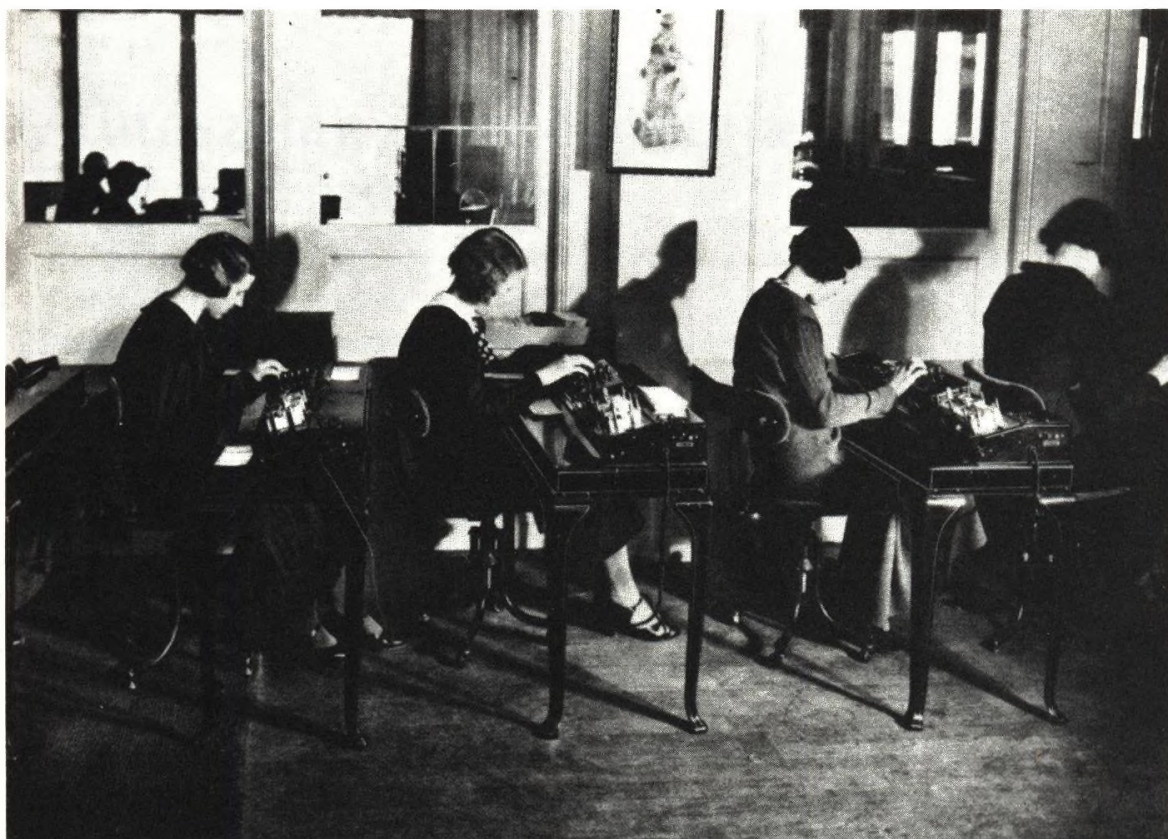
A *kötetlen szöveg* valamennyi közül a legnehezebb. Csak kivételes esetben lehet a jelentést mechanikus eszközökkel a számítógép számára érthetővé tenni. Némi fényt vet erre Goethe Faustjának ismert jelenete, ahol a János evangélium első versszakának a fordításáról van szó. („Kezdetben vala az Ige . .” Károli Gáspár fordításában. Ford.) Faust nincs megelégedve az „ige” szó rendelkezésére álló fordításával és három új jelentést is talál: „Kezdetben volt az *Értelem*, az *Erő*, a *Tett*”. Megkérjük az olvasót, hogy nézzon utána e három szónak egy általa ismert másik idegen nyelven. Az angol nyelvben pl. e szavak fordítására több mint 20 szó áll rendelkezésre. Hogyan kell a számítógépnek ilyen esetben dönteni?

Nincs semmi csodálkoznivaló azon, hogy a gépi nyelvfordítás körüli sürgésforgás észrevehető mértékben lecsöndesült. A tudományos munka tovább folyik, de az első szenzációk már elmúltak, s ma már nincs okunk feltételezni, hogy a közeljövőben emberi utánfésülés nélkül jó fordításokat kapunk. A gépi fordítást éppúgy, mint minden kötetlen szöveg feldolgozását az nehezíti, hogy a jelentés, az elmondottak tartalma formális szabályokba nem foglalható.

A *formanyelven írt szöveg*, az információ ötödik és egyben utolsó fajtája, tulajdonképpen a számítógép gyermeke. Éppígy az algebra képletei is ebbe a kategóriába tartoznak. A programozási nyelvben és más formanyelvben az összes fogalmat, szavakat és kapcsolatokat logikailag precíz módon definiálni kell (ami nem zárja ki azt, hogy ezek közül néhányat definiálhatatlannak deklarálunk).

A számítógéppel való kapcsolat bensőséges. A precíz definíció ugyanis egy absztrakt számítógépszerű modellre vezethető vissza. A teoretikus egy absztrakt

gépet agyal ki, amely számára a formanyelven írt szöveget építi. A gép belső állapota, a beérkező szövegtől függően, pontos szabályok szerint változik, és a gép állapotváltozói határozzák meg a teoretikus számára a szöveg értelmét. Minden szöveg jelentése tehát tökéletesen definiált. A 38. ábrán a GO TO utasítás a szöveg azon helyére ugrást jelenti, amelyet a KEZDET szó jelöl. A második sor azt definiálja, hogy a KEZDET változó a SZÓ értékét veszi fel, Mind az ember, mind a számítógép számára teljesen világos, hogy e program végrehajtásakor mi történt.



40. ábra A képen látható ifjú hölgyek egy stockholmi IBM hivatal lyukasztói és ellenőrzői 1934-ből. A számítógépnek el kell hinnie azt, amit lyukasztanak, s amit az általa ismert szabályok alapján nem talált hibásnak. Ha a lyukasztók és ellenőrök valamiféle ostoba adatot engednek át, baj történhet

A futószalag idegközpontja (Folyamatirányítás)

Mi is valójában az ún. második ipari forradalom?

A „mi időnk” fő problémája az idő

A szabadság: választás az alternatívák közül

Az összeadómű egy 10^{154} áramkörből álló kapcsolás sajátos esete

A valaha is vizsgált legnagyobb szám

Mi is valójában az ún. második ipari forradalom?

Az ipari kor Henry Ford autógyárában a futószalag üzembehelyezésével kezdődött. E termelési módszer gazdasági és társadalmi hatása igen nagy jelentőségű volt. Az újdonság nem az, hogy az ember egy munkaeszközt vagy gépet szolgál ki egy termék előállítására érdekében, hanem az, hogy a gép és az ember egymás mellé volt befogva az előre meghatározott munkafolyamat elvégzésére. A futószalagon dolgozó munkás mozgásait és munkaritmusát a szalag határozta meg. A futószalag diadalmenete és más technikai segédeszközök sikere az ipari termelésben ma már közhely. Értelmetlen lenne ennek az első ipari forradalomnak az előnyeiről és hátrányairól beszélni, mert mindez lezárult, s egy egészen más fejlődési tendencia érvényesült közben: a számítógépek alkalmazása az államigazgatási hivatalokban és a gyártócsarnokokban még nagyobb gazdasági és társadalmi hatást gyakorolt, mint annak idején a futószalag vagy az automatizált szövőszék. Az adatfeldolgozás következményei gazdasági tekintetben a futószalagéhoz hasonlítanak, azaz lehetővé teszik az olcsóbb gyártási folyamatot. Társadalmi hatása sem lesz kevésbé örömdetes, mint a futószalagé volt az első ipari forradalomban. A futószalag működési elve – az ember a gép segítője – az adatfeldolgozásnál kedvező módon megfordul: a számítógép veszi át a tulajdonképpeni munkát, s a döntések az alkotómunka marad az emberre. Az ember kiemelhető a közvetlen termelési folyamatból, s csupán a tervezésért, a gépek vezérléséért és a folyamat ellenőrzéséért tartozik felelősséggel.

Az ember így a számítógép vezetőjévé, menedzserévé válik. A számítógép veszi át a feladatok végrehajtásával kapcsolatos munkát. (Az a kissé ironikus definíció, miszerint *menedzsernek lenni azt jelenti: munkát másokkal végeztetni*, tényleg találó). Magától értetődő, hogy a számítógép a tervezésnél, vezérlésnél és ellenőrzésnél lényeges segítséget nyújthat. Nyilván az ember mindig is döntő szerepet fog játszani a tervezésnél.

Az ipari termelés termelékenységére egyre nő, s az egyes munkavállalók által termelt érték állandóan növekszik. Az iparban egy gyors helyettesítési folyamat játszódik le, amikor a munkaerőt mint termelési tényezőt a tőke mint termelési tényező helyettesíti gépek formájában, ez esetben számítógépek alakjában. Hosszú távon a fejlődés iránya arra mutat, hogy lényegesen több munkaerőre lesz szükség más területeken, mindenekelőtt a szolgáltató iparágakban, mint amennyit az ipari termelésnél e folyamattal meg lehet takarítani. A számítógép pozitív társadalmi hatásáról a következő fejezetben még szólnunk.

A második iparosítási hullám, a második ipari forradalom, az elektronikus adatfeldolgozás következménye. Ma már rendelkezésünkre állnak azok az eszközök, amelyekkel a nehézségeken az első ipari forradalomhoz képest könnyebben úrrá tudunk lenni. Ehhez azonban a mai problémák struktúrájának és nagyságrendjének az áttekintése éppúgy fontos, mint a felelősségérzet, a speciális képzés, s mindenekelőtt az, amelyet régimódi kifejezéssel élve: képzettségnek nevezünk.

Képzettség alatt egy olyan személyi ismeretanyagot és értékrendszert értünk, amely lehetővé teszi az ember számára, hogy a különböző, minden oldalról rázúduló problémákkal megbirkózzék.

A holnap problémáihoz a helyes hozzáállást és a megoldásokhoz szükséges ismereteket csak intenzív és állandó tanulással lehet elérni. Helytelen úgy vélekedni, hogy egy állandóan változó környezetben elegendő lenne az ember életének kezdeti szakaszában kapott egyszeri iskolázás. Egyre több ember ismeri fel és üdvözlí azt a lehetőséget, hogy szellemileg mozgékony legyen, örökké új eljárási módokat ismerjen meg, s egész életén keresztül sohase végezzen automatikus tevékenységet.

A „mi időnk” fő problémája az idő

Ami mindenkinek a legjobban hiányzik, az az idő. Ha szorít az idő, akkor az ember egyszerre sok mindenfélét szeretne elvégezni. Az autóvezetők példáján láthatjuk, hogy különböző feladatok egyidejű elvégzése lassan húsunkká és vérünk-ké vált anélkül, hogy erről tudnánk. Autóvezetőnk bekapcsolta a rádiót, s míg cigarettáját szívja és útitársnőjével cseveg, kocsiját a kanyarban kormányozza. Tudata és érzékei nem kizárólag egyetlen tevékenységre irányulnak, sokkal inkább mindegyik tevékenységre egyidejűleg, még akkor is ha különböző tudatszinteken. A látás, hallás, tapintás, ízlelés stb. érzékszervei folyamatosan jelentik észleléseiket, melyeket az agy fontosságuk szerint osztályoz és feldolgoz. A döntések a beérkező jelentésekre és a vezető tapasztalataira épülnek, s a végrehajtás (pl. kuplungozás és a sebesség visszakapcsolása kanyar előtt) részben öntudatlan és automatikus. Rendkívüli helyzetben, ha pl. megcsúszik a kocsi, a vezető abbahagyja a beszélgetést, figyelmét főként a kormányzásra fordítja, s ekkor már egyáltalán nem jut el tudatáig, hogy a rádió is szól. Egy további zavaró tényező, pl. az úton átszaladó csirke, azzal a következménnyel járhat, hogy elrántja a kocsikormányát, s az útszéli árokban landol. A vezető túl volt terhelve: végül nem volt abban a helyzetben, hogy a rendelkezésére álló idő alatt, magatartásának konzekvenciáit áttekintse. E rövid kis epizód alapján sok hasonlatosságot találunk az ember által követett eljárás, és az ipari folyamatok számítógépes szabályozása közt.

Vizsgáljunk meg pl. egy számítógép által vezérelt hengersort; a számítógép érzékelőszervei mérőműszerek. Ezek jelzik a központnak a hengerlésre kerülő áru hőmérsékletét, súlyát és méreteit, s számos más adatot. E központ végrehajtó szervei a szabályozó elemek: mechanikus, hidraulikus, pneumatikus villamos berendezések, amelyek a hengereket továbbítják, a hengersor sebességét megváltoztatják stb. A számítógép a beérkező mérési adatokat értékeli, és előre átgondolt és tárolt döntések alapján szabályozza az egész berendezést a már említett szabályozóelemek segítségével. Egyidejűleg lezajló események alkalmával a folyamatszabályozó a kevésbé sürgős feladatok elvégzését abbahagyja a fontosabbak kedvéért.

Melyek tehát az ember feladatai az automatizált folyamatnál? Minden következmény figyelembevételével előre át kell gondolnia azokat a döntéseket, amelyeket a számítógépnek hoznia kell. Valamely folyamat megértéséhez nemcsak a mérési adatok megfigyelhetőségét és vezérlését kell biztosítani valamennyi fázisában, de a folyamat automatizálásához az összes lehetséges beavatkozás hatásának ismerete is szükséges. A tervezéssel kapcsolatos szellemi munka elvégzése után, sőt az automatikus gyártóberendezés üzembehelyezése és próbajárata után, sem válik szükségtelenné az ember. A gépi berendezés kétségtelenül pontos, gyors, részleteiben aprólékos, rutinos, specializált lehet, de áttekintése csak az embernek van. Bár reakciója lassú, s a részletekről gyakran megfélelkezik, mégis intuícióval rendelkezik, alkotóképes, rugalmas; specialitása a specializálhatatlanság.

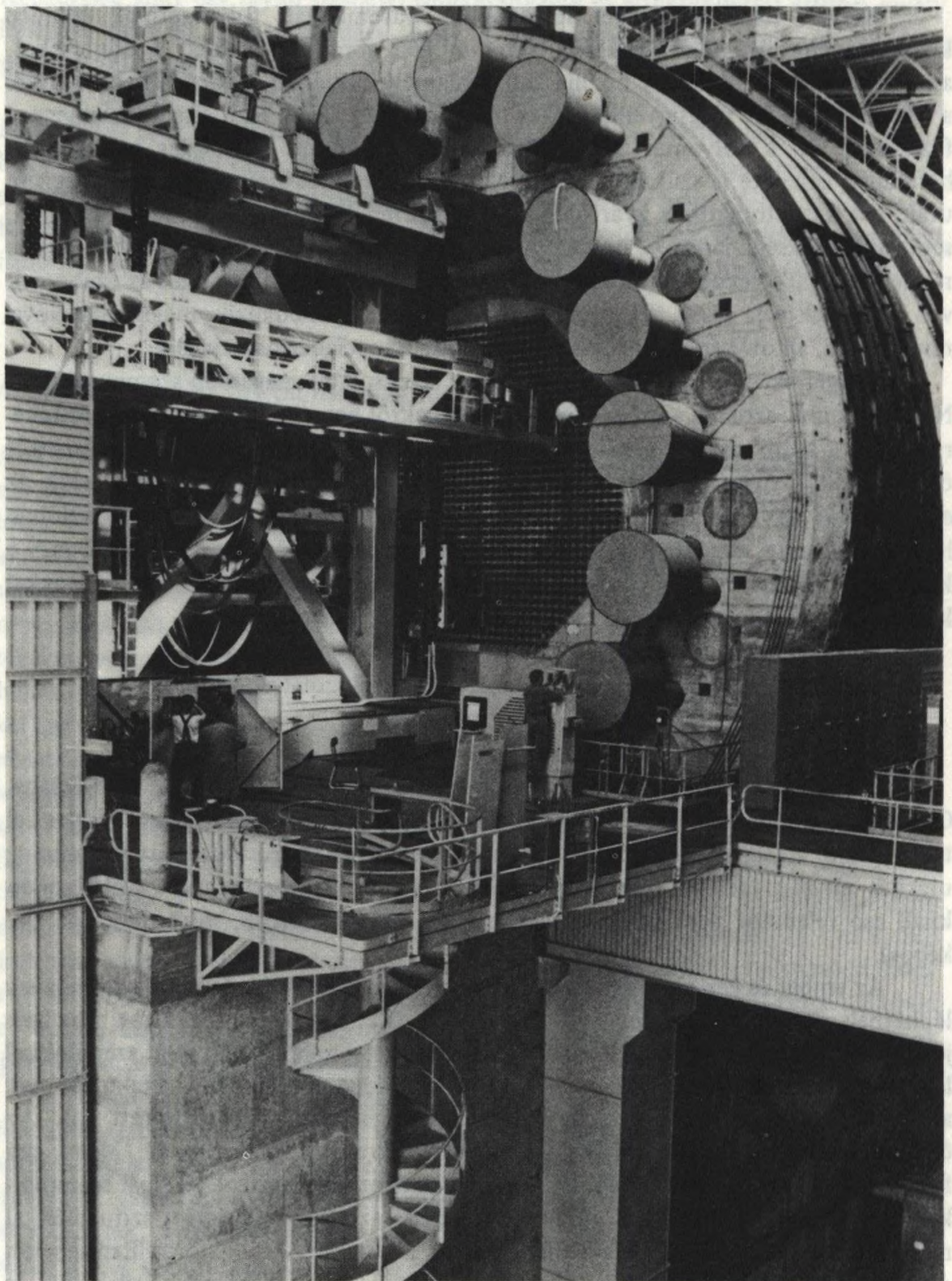
Vizsgáljuk meg a számítógép és ember kapcsolatát magasabb szempontból is. Nem kívánunk azokról a szélsőséges véleményekről beszélni, a superpesszimistákéról, akik a számítógépet tökéletes idiótának nevezik, amely csak a megparancsolt összeadásokat tudja elvégezni, s azokról a túlzott optimistákéról sem, akik az *elektronikus agy* kifejezést nem költői hasonlatként használják, hanem valóban hisznek is benne. Egyiküknek sincs igaza, mert a számítógép az összeadásnál vagy a közvetlen parancsok végrehajtásánál jóval többre képes, s ugyanakkor sokkal kevesebbre, mint az emberi agy. Találóból egy másik hasonlat.

Valaki egyszer az emberiséget három kategóriára osztotta fel:

1. a műveletlenek, akik a dolgokat csak egymástól izolálva látják;
2. a félműveltek, akik a szabályokat ismerik és
3. a műveltek, akik respektálják a kivételeket.

E csoportosítás szerint a számítógép tökéletesen beillik a 2. kategóriába. Olyan gép, amely szabályokat követ és semmi mást, csupán szabályokat. Mindent el tud végezni, amely e szabályokba foglalható (s ez magától értetődőleg több, mint az utasítás alapján történő összeadás), de semmi más, a programozott szabályokon kívül eső feladatot nem képes elvégezni (s ez jóval kevesebb, mint amire az agy képes).

Az ember és gép egymást eszményi módon egészítheti ki, s valódi szimbiózisra léphetnek. Az ember és a gép együtt rendkívül rugalmas, pedáns együttes, azaz igen jó keverék. Ennek a rugalmas és pedáns munkavégzési módszernek saját szemünkkel lehattunk tanúi 1970 áprilisában az Apollo 13 drámai útjánál. Ez a vállalkozás csak az ember és gép pontos összjátékának eredményeként végződhetett jól. Az űrrepülés – közelebbi vizsgálatánál – szintén folyamatnak bizonyult. Mivel egy folyamatot sohasem lehet a legkisebb részletességgel megismerni, itt saját szemünkkel győződhattunk meg arról, hogy az automata az előre nem látott szituációkkal nem tud megbirkózni, de legyőzheti azokat az ember. Az adatok villámsebességgel rendelkezésre állnak. A folyamatszabályozó számítógép legfontosabb jellemzője az a gyorsaság, amellyel az ilyen adatok készen állnak. Az űrhajósok semmi hasznát nem látták volna annak, hogy ha 15-én tudják meg azt, hogy 14-én már helytelen volt az űrhajó röppályája. A pályát és az űrhajónak a pályán elfoglalt helyét minden



41. ábra Atomreaktor. Ha láthatatlan is a számítógép, a háttérben lévő számítógép határozza meg, hogy mi történjék, az ellenőrzi a folyamatokat. A számítógép a fizikus és berendezések közé ékelődik

pillanatban ismerniük kellett. E kettő kiszámítása a houstoni vezérlőközpontban lévő számítógép egyik feladata volt a sok közül. Állandóan ide érkeztek az egész föld felületén szerte elhelyezett radar-állomásokról az adatok. A számítógép számította ki azokat az adatokat, hogy mi módon kell pályakorrekciót végrehajtani. A döntést, hogy a pályakorrekciót végrehajtsák, az ember hozta.

Vizsgáljunk meg egy harmadik folyamatot: az atommag energiájának elektromos energiává történő átalakítását egy atomreaktorban. Azok a bonyolult folyamatok, amelyek a beindításnál, üzemközben és a reaktor leállításánál a helyes sorrendben végbemennek, ma már ismereteseek és jól szabályozhatók. E sok részlet közül egyetlen egyet sem lehet elhanyagolni, s egy esetleges kivételes helyzetben sem szabad egyetlen egy műveletet sem kifelejtetni, ha el akarjuk kerülni a katasztrofális következményeket. Az ember e feladatokhoz egyedül alig nőhetne fel. S egyetlen, akármilyen jól és gondosan programozott számítógép sem elég itt, mert a gép kiesése, az egész folyamat ellenőrzésének és szabályozásának a végét jelentené. Egyetlen pillanatra sem szabad a reaktort felügyelet nélkül hagyni. Beállíthatunk azonban egy másik számítógépet, amely az első kiesésekor automatikusan a legfontosabb, vagy az összes feladat végrehajtását átveszi. E második számítógép igen fontos kapacitás-tartalék. Mint már az autóvezető példáján láttuk, egyetlen kis többlet igénybevétel annyira túlterhelheti a rendszert, hogy annak következménye a fontos feladat elhanyagolása s ezzel esetleg a folyamat megszakítása lehet.

A szabadság: választás az alternatívák közül

A számítógép nem pótolja az embert. Sokkal inkább olyan munkaeszköz, amely az embert bizonyos tulajdonságaival túlhaladja. Az előző századok SCI-FI szerzői fantasztikus gépezeteket találtak fel. Egyikük se jött rá azonban arra, hogy a számítógép feltalálását megjövendőlje. Még ma is lemaradnak a komputer-történetek a valóságtól. A való világ fantasztikusabb az író megírt világánál.

A szociológiai vizsgálatnál nem szabad abból az elképzelésből kiindulni, hogy egy szép nap robotemberek jelennek meg, az ember mesterséges helyettesítői: acélból, vasból készült szolgák, szolgálólányok, rabszolgák. Attól sem kell félni, hogy az emberek a tömegesen gyártott „vasszolgák” miatt, elvesztik kenyerüket. Aki ezt hiszi, saját maga vagy mások tévedésének áldozatává válik. Az írógép feltalálása miatt sem veszítették el az addigi írnokok munkájukat, csupán sokkal gyorsabban tudták ezután azt végezni, sőt azóta még többet is írnak. Ha a gépek üzembehelyezésével kapcsolatos hatásokat vizsgáljuk, nem szabad abból a feltevésből kiindulni, hogy az adott társadalmi javakkal szembeni szükséglet állandó marad. Ha valamely eddig fáradságos tevékenységet könnyebben el lehet végezni, akkor ez a munkavégzési folyamat ugrásszerűen növekedni fog. Pontosan úgy, mint a számítógépnél; mert üzembehelyezése óta sokkal több mindent számítanak ki, mint

azelőtt. Nehéz az ember életét a számítógépre átállítani. Mindenekelőtt az idősebbek számára jelent komoly problémát. A hivatásában egyhelyben maradó ember – legyen az munkás vagy alkalmazott – elmarad. E téma központi jelentősége miatt, még egyszer rá kell mutatnunk arra, hogy nemcsak a diplomások, de minden munkaterületen dolgozó ember számára fontos az állandó továbbképzés, fontos, hogy az emberek előre felkészüljenek az eljövendő fejlődésre. A számítógép az alkalmazottak és a vezetők számára éppoly nagy kihívást jelent, mint a munkásosztálynak. A tőlünk megkövetelt mobilitás viszont – másrészt – jelentős fizikai és szellemi szabadságot biztosít.

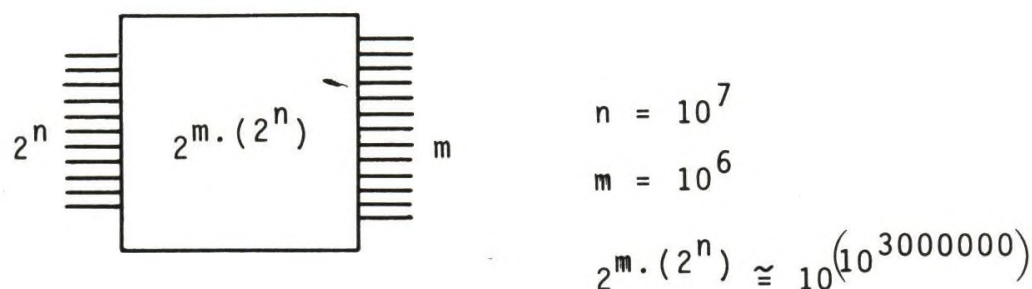
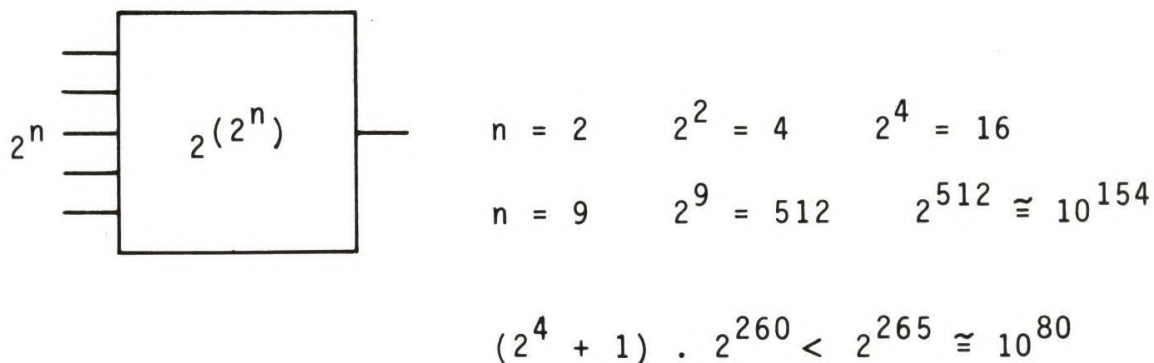
Erről már gyakran hallottunk, s inkább közhelynek hangzik, mint magabiztos előrejelzésnek. A számokkal folytatott hatásos és igen alapos játék feltárhatja azokat a távlatokat, melyeket a számítógép számunkra nyit, melyeket az emberi agy fáradtság nélkül túllépni képes. Azok az olvasók, akik számára a kettes és tízes számrendszerbeli hatványokkal való műveleteink érthetetlenek, az itt következő kis kitérőt – és nagyzási hóbortunkat – megbocsáthatják, s szemrebbenés nélkül továbblapozva olvashatják a könyvet. A matematikai jelrendszert egyszerűen lépésről-lépésre borzalmasan növekvő absztrakt szörnyeknek tekinthetik, s bizony meghaladják ezek még a matematikusok képzelőerejét is. (Ők csupán már jobban hozzászoktak ehhez.)

Csak az áramkörök sokrétű kombinációját és az emberi agy sokrétűségét kívánjuk felbecsülni. Az áramköröknél megadott számok pontosak, de az agy esetében nem alkalmazzuk sem az IGEN – NEM logikai döntéseket, s nem tekintjük teljesen támadhatatlannak a be- és kimenő adatok számára vonatkozó feltételezéseinket sem. A feltételezések minden merészsége ellenére ez a kis összehasonlítás helyesen sejteti meg a teremtés nagyszerűségét mind a technikában, mind a természetben.

Az összeadómű egy 10^{154} áramkörből álló kapcsolás sajátos esete

Induljunk ki most adott számú kétértékű változó összes lehetséges függvényéből. A kapcsolásalgebraiban függvény alatt olyan összefüggést értünk, ahol behelyettesített, vagy odavezetett IGEN – NEM döntésekhez (bemeneti változókhoz) meghatározott IGEN – NEM döntések (kimeneti változók, azaz a függvényértékek) tartoznak. A legegyszerűbb ilyen összefüggés az egykimenetű függvény. Ezt szemléletesebben így írhatjuk le: Képzeljünk el egy n -bemenetű kapcsolást, ahol minden bemenet kétállapotú, azaz egy IGEN – NEM döntést reprezentál. Minden bemenet így egy 2-es szorzóval járul hozzá ahhoz, hogy összesen 2^n bemeneti szituáció állhasson elő. Ha feltesszük, hogy a kapcsolásnak csak egy kimenete van, ez azt jelenti, hogy minden egyes bemeneti változathoz vagy egy IGEN, vagy egy NEM döntést hozzárendelve $2^{(2^n)}$ különböző függvényt kaphatunk, ezek ugyan-

ennyi dobozzal, vagy kapcsoló áramkörrel realizálhatók. Ez a szám nem tűnik túl nagy, és n kis értékeire valóban nem is az. Két bemenet esetén $2^2 = 4$ -féle bemeneti változat képzelhető el, így az összes kétbemenetű-egykiemenetű logikai alapfüggvény $2^4 = 16$ dobozzal valósítható meg. Ez még egy jól érzékelhető, belátható szám, a 16 alapfüggvényt még akár meg is lehet jegyezni.



42. ábra Fent: egy áramköri kapcsolási rendszer n bemenet (tiszta IGEN – NEM döntés) 2^n bemenő szituációt és ehhez $2^{(2^n)}$ különböző áramkört igényel. Két bemenet csak 16 kapcsolást (alapfunkciót) ad. 9 bemenet esetében azonban több a kapcsolási lehetőségek száma, mint a teremtésben lévő elemi részecskéké. Lent: az emberi agy analóg rendszere; számos bemenet és számos kiemenet összehasonlíthatatlanul nagyobb számot ad

Menjünk most tovább egy lépéssel, és legyen $n = 9$. E szám választása alkalmas arra, hogy 4–4 bemenettel jellemzett két decimális szám és egy esetleg figyelembe veendő tízes-áthozat számára összeadóművet állítsunk elő. A 9 bináris bemenet $2^9 = 512$ -féle szituációt jelenthet. 9 bemenő változóhoz tartozó különböző kapcsolások száma 2^{512} , ez pedig egy 154 jegyű szám. A decimális összeadómű így 10^{154} kapcsolóelemet tartalmaz. Teljesen értelmetlen lenne az összes olyan kapcsolat megrendelése, amely 9 bináris kapcsolóelemből megépíthető. A legyártáshoz ugyanis több kapcsolóelemre volna szükség, mint ahány elektron létezik a világegyetemben! * Azt egyébként, hogy hány elektron van a kozmoszban A. Edding-

*Ez az állítás nem természettudományos tételként, hanem pusztán az illusztráció kedvéért szerepel itt. Szerk.

ton angol fizikus becsülte meg egyszer. Ő úgy vélte, pontosan is megadhatja számukat és erre a következő formulát adta:

$$(2^4 + 1) \cdot 2^{259}$$

Ez a szám kétszer nagyobb lesz, ha az elektronokhoz tartozó protonokat is hozzá vesszük. Ez a kitevőt 259-ről 260-ra változtatja. Messzire vezetne, ha Eddington – egyelőre még sikertelennek tartott – kombinatorikus meggondolásait itt részleteznénk. Eddington képletének kiszámításakor csak 1/16-oddal kapunk többet mint 2^{263} . Könyvének egyik fejezete ezzel az elrettentő szám-szörnyvel kezdődik, holott ez még csak 80 és nem is 154 jegyű szám:

15 747 724 136 275 002 577 605 653 961 181 555 468 044 717 914 527 116 709 366 231 425 076 185 630 031 296

A valaha is vizsgált legnagyobb szám

A kozmosz elektronjainak száma csak 80 jegyű, a 9 változós logikai függvényeké pedig 154 jegyű. Imponáló ez? Még nem! Az emberi agy logikai képességének a felbecsüléséhez ugyanis nagyobb számú kimenettel kell számolnunk, s ilyenkor a 2^n bemeneti változathoz m kimenet tartozik. Így a különböző áramkörökre vonatkozó képlet a következő módon változik meg:

$$2^m(2^n)$$

Bowman kémikus használta ezt a képletet egy kongresszuson 1952-ben, hogy az emberi agy egyedülállóságát felértékelje. Abból a feltevésből indult ki, hogy a bemenetek száma $n = 10^7$. Ez kereken 10 millió idegrostnak felel meg egyetlen olyan idegszálban, amely az agyat a szemmel összeköti. A kimenetek számát, m értékét 1 millióra becsülte. Helyettesítsük mindkét számot a képletbe, s megkapjuk az emberi agy lehetséges „logikai áramköreinek” szörnyűségesen nagy számát a következő becsléssel:

$$2(10^6 \cdot 2^{(10^7)})$$

Talán ez lehet a legnagyobb szám, melyet az elméleti matematikusok tudományos szempontból megvizsgáltak. Messze túlhaladja ez már képzeletünket is. Nagyságát talán jobban szemléltetnénk, ha decimális számrendszerben íránk le:

$$10(10^{3\,000\,000})$$

E számnál egyetlen egyest $10^{3\,000\,000}$ nulla követ, mely e borzalmasan nagy szám helyértékeit jelzi.

Világunk rendszerének sokrétűsége és komplex volta a térben és időben végbemenő folyamatok szabályozásával, ellenőrzésével kapcsolatos problémák váltak életünk központi kérdéseivé. Ezért kell újból feltennünk a módszerekre, a helyes, a problémának megfelelő eljárásra vonatkozó kérdéseket, s ezeket életünk stratégiai fontosságú kérdéseinek tartanunk. Ezzel tárulhat fel egy új kor kapuja.

A technika főként emberi probléma (Ember és gép)

Részlet az „Értekezés a gépekről” című 1869-ben megjelent műből

A robotember tévkonstrukció

Az új gép

A számítógépnek emberre van szüksége

A XX. sz. végére Európának 3 millió

számítógépes szakemberre lesz szüksége

A közeli jövő követelménye: az ember és a gép közti
közvetlen kommunikáció

A pontosság és érthetőség áthidalható ellentmondás

Részlet az „Értekezés a gépekről” c. 1869-ben megjelent műből

„Az a tény, hogy a gépek ma még csekély tudatossággal rendelkeznek, még nem jelenti azt, hogy végül kifejleszthető bizonyos mechanikus tudatosságuk. Ha majd valamely gép képes arra, hogy egy másik gépet szisztematikusan előállítson, bizonyossággal kijelenthetjük, hogy szaporodási képességgel rendelkezik. Ha igaz az, hogy a burgonya élettevékenysége csupán kémiai és mechanikai folyamatból áll, mely a napfény és a hő kémiai és mechanikai hatásából származik, szerintem ez a legjobb érv arra, hogy megvizsgáljuk vajon az érzékelés is csupán kémiai és mechanikai folyamat-e — . . . ismételten rá szeretnék arra mutatni, hogy nem félek egyetlen egy ma meglévő géptől sem. Amitől félek az a rendkívüli gyorsaságuk, mellyel egészen mássá fejlődnek, mint amilyenek ma. — . . . hogy minden további műszaki haladásnak véget tudnak majd vetni, s képesek lesznek az utolsó háromszáz év valamennyi technikai találmányát és újítását megsemmisíteni.”

Az előbbi idézet a Samuel Butler által 1869-ben Darwin származástanára írt, „Értekezés a gépekről” c. satírájából származik. Hogy hangzana a fenti idézet, ha Butler mai formájában ismerhette volna a számítógépet és az információfeldolgozás folyamatát? A gépek tényleg rendkívüli gyorsasággal alakulnak át valami egészen mássá, mint amik Butler korában voltak. A számítógép hat erre az átalakulásra, valamint az automatizálás, a rutinmunkák gépek által történő átvétele — még akkor is, ha ez a rutinmunka szellemi munka vagy legalábbis annak tűnik.

A számítógép hallatlan mértékben fogja a rutinmunkát átvenni, de ennek ellenére még ma sem némultak el azok a hangok, amelyek a technika szemére vetik, hogy az alkotómunkát és a személyi iniciatívákat megöli. Ez ellentmondás. Vizsgáljuk meg egy kicsit közelebbről is ezt.

A számítógép a *technika játékszere*? Az emberi reakciók és a természetes életkörülmények veszélyes ellensége? Mindezek után, mint már jeleztük, s most újból hangsúlyozzuk, nem lehet kétség afelől, hogy a számítógép szerszám éppúgy, mint minden más munkaeszköz, amely az ember bizonyos képességét és erejét felerősíti, de ugyanakkor más képességeit elhanyagolja; olyan munkaeszköz, amelynek szüksége van emberi vezetésre. Működése attól függ — mint az a programozásból is látható —, hogy a programozó milyen folyamatokat gondolt ki a legkisebb részletekig előre.

A robotember tévkonstrukció

A számítógép minden tekintetben különbözik a robotembertől. A mérnök nem próbálta az egész embert imitálni: túlságosan is jól tudja, hogy milyen nehéz az; a robotember inkább a költők és álmodozók, az írók és művészek ideája. A mérnök számára zsákutca, hibás konstrukció. Idézzük Homéroszt, aki az Iliász 18. énekében

leírja Héphaisztoszt és robotembereit, melyek nemcsak dolgoznak, de műalkotásokat is képesek létrehozni:

„ . . . s üllőjétől fölkel nagysebten az órjas
és bicegett, odalent két hitvány lába botorkált.
És elvitte fuvóit a lángtól, majd valamennyi
dolgos szerszámát az ezüst ládába berakta;
majd pedig orcáját s a kezét letörölte szivaccsal,
és mellét, a bozontosat, és jóizmu nyakát is;
vette khitónját, vastag botját fogta kezébe,
és bicegett kifelé: szolgálók gyámolították;
drága aranyból vannak ezek, de akárcsak az élők.
Van szívükben erő és ész, és szólani tudnak,
és őket munkára az égilakók tanították.”

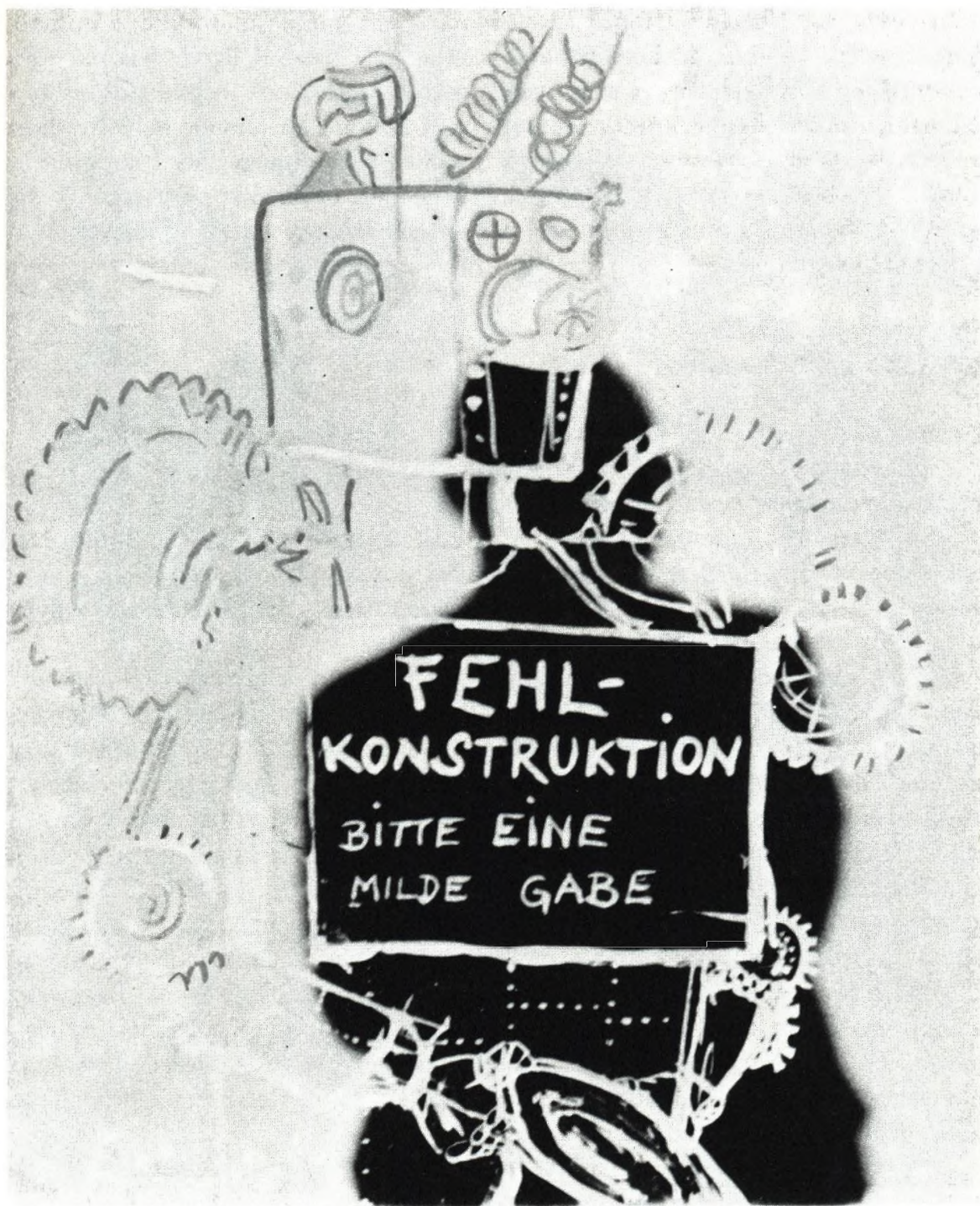
(Devecseri Gábor fordítása)

A robot szót egyébként Homérosszal kapcsolatban használni anakronizmus, mert az Karel Čapek cseh író révén került be a világirodalomba, s onnan a világ szókincsébe, amikor 1923-ban megírta „Rossum Univerzális Robotjai” (R. U. R.) című drámáját, és ezt számos idegen nyelvre lefordították. Tulajdonképpen a *robot* szó a cseh nyelvben a *munkás* szó gyökével azonos, amely szó a mesterséges ember ideájának a kifejezésére rendkívül alkalmasnak és tetszetősnek bizonyult. A számítógép külsőre nem hasonlít a bádogból épült szolgára, s ez a megjelenési formája nem szándékos. A mérnök gépével az ember tulajdonságait egy bizonyos cél szempontjából kívánja túlszárnyalni, és nem akar olyan általános tulajdonságokat megvalósítani, amelyekkel az emberi test az életben úgyis egyszerűen rendelkezik. Ha egy mérnöknek sikerül egy műkutyát szerkesztenie, nem lenne vele elégedett, mert kutya már van sokféle változatban és sokkal olcsóbban is mint egy azt utánzó szerkezet. A mérnök ezt a mesterséges kutyát inkább egy porszívóval keresztezné, hogy valami hasznos célt érjen el. A robotember az ő szemében hibás konstrukció, hamis célkitűzés.

Az új gép

Azáltal, hogy a gép fogalmába az információ is beépült, e fogalom igencsak megváltozott. A klasszikus gépeknél van anyag és energia. A be- és kikapcsolás, a gép kiszolgálása és vezérlése, minden, aminek valami köze van az információhoz, az emberre marad.

A számítógép az összes rutinmunkát magára vállalja, adatokat tárol, átalakítja azokat, sőt a beérkező jeleket a régebbi információkkal kombinálja, s így



(TÉVKONSTRUKCIÓ VAGYOK, KÖNYÖRADOMÁNYUKÉRT ESEDEZEM)

43. ábra A robotember nemcsak azért elhibázott konstrukció, mert legfeljebb csak könyöradományokból élhet (az ábrán is ezért esedezik), de a robotember, mint elképzelés is helytelen a mérnök szemében. Drága pénzért nem kell utánozni olyasvalamit, amelyet szerény befektetéssel, kis munkabérrel is el lehet végezni. A mérnök speciális feladatok megoldásához megfelelő munkaeszközt tervez. Jó példa erre a számítógép

szabályozza a technológiai folyamatot. Ezzel a gép autonómmá válik, s érthető, hogy úgy tűnik, mintha az embert helyettesítené. Ha azonban úgy fogjuk fel, hogy a számítógép csak szerszám és az is marad, akkor a szerszámok megsokasodásából a felhasználó növekedésére következtethetünk. A számítógép tényleg helyettesíti az embert, legalább is bizonyos képességei tekintetében, éppúgy, mint ahogyan az emelő helyettesíti az ember teherhordó képességét, de ugyanakkor szükségük is van egymásra. A számítógépnek szüksége van az emberre, és ez már önmagában is problémát jelent.

A számítógépnek emberre van szüksége

A számítógépet felhasználó személyek három fő csoportját különböztetjük meg:

- mindenekelőtt azokat, akik munkamódszereiknél gondolati síkon közelítik meg a számítógépet, és azt tudatosan használják;

- a második csoportba azok a felhasználók tartoznak, akik a számítógépet csak mint információ-előállító vagy információ-tároló eszközt használják, s nem törődnek azzal, hogy a számítógépben milyen struktúrák vannak és milyen folyamatok mennek végbe.

A jövőben még egy harmadik csoport is kialakul: a hivatalos felhasználók csoportja, ezek szintén a számítógép ügyfelei; azok akik a nyilvános számítógép-hálózatot használják, pont úgy mint a telefont. Lesz egy előfizetői állomásuk, egy készülék, amely írógép és képernyő kombinációja, talán másológépre csatolva, amely valahol majd a lakásban áll, esetleg egy kis információfeldolgozó hivatali helyiségben. A mindennapi élet számos, száz – meg száz tevékenységét lehet erről az előfizetői állomásról elvégeztetni, vagy vezéreltetni: iskolai feladatokat megírni, adóbevallást, bevásárlási rendeléseket összeállítani, mindennek utánanézni, utána kérdezni, mindent megtervezni, s az egészet a számítógép-hálózat felhasználásával, azoknak a programoknak a segítségével lehet elvégezni, amelyeket a hálózat nagy számítógépéből kapunk. Természetesen előfizetői díjat is kell majd fizetni, éppúgy mint a telefontól, s a különböző szolgáltatásoknak más és más díjtétele lesz. Lesz mindehhez elegendő programozó? Itt ismét egy kis történeti kitérőt kell tennünk, hogy a fejlődést felbecsüljük.

A század elején a Bell-laboratóriumokban vizsgálatot végeztek, mert az amerikai távbeszélő társaságok igazgatóságai nyugtalankodtak a telefonközpontok kezelő személyzete iránt mutató nagy igények miatt. Trend-görbéket kezdtek elemezni, s végül egy teljesen lehetetlennek tűnő eredményre jutottak: a XX. század 70-es éveiben az amerikai lakosság felének a telefonközpontban kellene dolgoznia, ha a trend-görbe tovább így fut. Bizonyára jól szórakoztak ennek az előrejelzésnek a nyilvánvaló értelmetlenségén. Mégis az az igazság, hogy valóra vált ez a jövődőlés. Az automatizálás és az egész kontinensre kiterjedő közvetlen hívási rendszer bevezetésével, az egyes telefonelőfizetők saját maguk váltak telefonközponti



44. ábra Az Eton Kollégium műhelye. Az elegánsan felöltözött ember és piszkos gép: el-
lentmondás. A számítógép nemcsak maga tisztább az embernél, de megtisztíthatja a techni-
kát is

kapcsoló-személyzetté, mert maguk kapcsolják az előfizetőket az Atlanti Óceántól a Csendes Óceánig és Kanadától Mexikóig. Minden telefonelőfizető telefonközponti kezelőszemélyzetté vált, mégpedig az amerikai lakosságnak nem csak a fele, hanem az össz lakosság.

A XX. század végére Európának három millió számítógépes szakemberre lesz szüksége

A jövő fejlődési irányát kívánjuk felmérni. Ehhez három előfeltételből indulunk ki.

1. Feltételezzük, hogy hosszútávon valamennyi ország, amely túljutott a „komputerizálás” kezdeti szakaszán, eléri azt a fajlagos számítógép felhasználási arányt, amelyet jelenleg az USA-ban már elértek, azaz egymillió lakosra háromszáz számítógép jut.
2. Átlagban egy-egy számítógépre négy egyetemet végzett és tizenkét egyetemet nem végzett szakember esik. Ez igen óvatos becslés, különösen akkor, ha a szolgáltatásra és a szervizre gondolunk.
3. A számítógépek számának növekedési rátáját 30%-nak vettük, s ez azt jelenti, hogy a kezdeti időszak után a számítógépek száma háromévenként megkétszereződik.

Ezek a feltételezések természetesen bizonyos kockázattal járnak, de nyugodtak lehetnek Önök, hogy nem túlságosan helytelenek, hacsak valami katasztrofális helyzet nem áll elő. Ha ezeket a számértékeket egy kis számítással táblázatba foglaljuk, a következőt kapjuk:

	Ausztria 1976	NSZK 1975	Európa 1995
Számítógépek száma	2 100	18 000	180 000
Egyetemet végzettek száma	8 000	70 000	700 000
Egyetemet nem végzettek száma	24 000	210 000	2 100 000

Bár ezek a számok a jövőre érvényesek, még ha egy kissé nagyra is választottuk volna őket, jelzik, hogy milyen rendkívüli oktatási problémával állunk szemben. Hol képezik ki ezeket a szakembereket és honnan vesszük hozzá az oktatószemélyzetet? Sok vita folyik az iskola és egyetem problémáiról. A nevelésnek, oktatásnak a számítógép a legfontosabb korlátozó tényezője, s komoly gazdasági következményekkel járna, ha ettől eltekintenénk.

A közeli jövő követelménye: az ember és a gép közti közvetlen kommunikáció

Tegyük félre azonban a közgazdaság kérdéseit, s így is marad egy másik, olyan technikai probléma, amely az információfeldolgozás széleskörű elterjedése és fejlődése szempontjából nem kevésbé fontos. A gép és ember közti együttműködést meg kell teremteni, és ehhez a számítógép és felhasználók közti egyszerű kommunikációra van szükség.

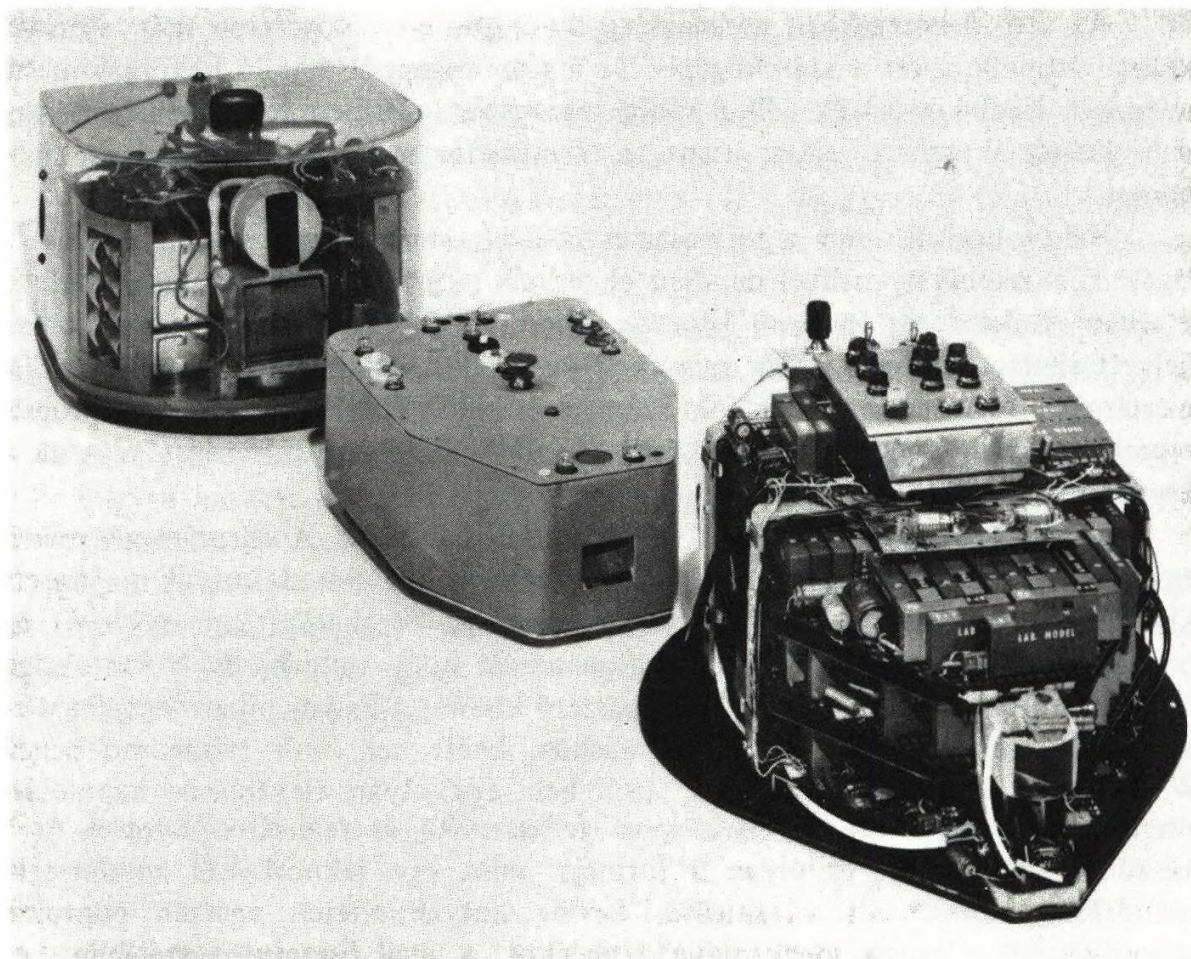
Az úttörő korszakban szokásos egyszerű gombnyomogatáson már régen túl kellett jutnunk, mert a számítógépbe és a számítógépből áramló hírforgalom túl nagy lett. Nyelvi eszközök nélkül többé ezt legyőzni már nem tudjuk. Ez ismét egy régi ellentét aktuálissá válását jelenti; a természetes és mesterséges nyelvek közti harcot.

Nehéz belátni, hogy a természetes nyelvet, minden emberi munkaeszköz e legcsodálatosabbikát, mellyel mindent el tudunk mondani, le tudunk írni, amellyel utasítani és kérdezni vagyunk képesek, miért kell olyan mesterséges módszerrel helyettesíteni, amelyet előbb meg kell tanulnunk, s amelynek konstrukciója, mesterséges formája nem mindenki számára érthető? Röviden: miért nem programozzuk a számítógépet németül, vagy angolul? Ezzel ugyanis véget vetnénk a kommunikáció okozta fejtörésnek!

Mindkét kérdésre válaszként egy kis kitérőt teszünk. A válasz megértésénél egy kis kibernetikai modell segít. Pavlov szovjet fiziológus kutyákon végzett kísérleteivel rámutatott arra, hogy bizonyos, az ideghálózatban meglévő, az összeköttetést szolgáló mechanizmusok nemcsak hogy vannak, de létfontosságú funkciót töltenek be. Egy ilyenfajta egyszerű kísérletet Pavlov olyan formában írt le, amely igen hasonló egy algoritmushoz. Ezért nem volt túlságosan nehéz W. G. Walter angol neurológusnak 1950-ben egy olyan elektromos kapcsolást összeállítani, amely ezt az algoritmust felhasználta és realizálta. S mivel ez a készülék úgy mozog, és olyan a formája, mint egy teknősbékaé, *mesterséges teknősbéka* néven vált világhírűvé. Pavlov kutyakísérleteit egészen pontosan utánozza: ha a kutya megkapja a táplálékot, a nyál összefut a szájában – ez feltétlen reflex, melynek hatását mérni lehet. Ha többször harangot szólaltatunk meg akkor, amikor a táplálékot a kutyának megmutatjuk, akkor a kutya feltételes reflexet épít ki magában. Hamarosan akkor is nyál képződik a szájában, ha csak megszólal a harang, de még nem látja a táplálékot. A kutya megtanulta, hogy a harangszó a táplálékot jelenti (de gátlás épül ki benne, ha a táplálék tekintetében túl gyakran csalódik). Walter modellje a fény- és hangimpulzusokat hasonló séma alapján kombinálta. (A gátlásokat azonban nem építette be.)

Tíz évvel ezelőtt a bécsi műszaki főiskolán egy továbbfejlesztett modellt készítettek, ez a feltételes reflexre épülő viselkedés valamennyi alapelvét felhasználta, beleértve a feltételes reflex, a gátlás, a sokk és az éber alvás viselkedési tényezőit is. Itt már a természetes és mesterséges nyelvek közti feszültség

akadályaiba ütközünk. Az orvosok és viselkedés-lélektani kutatók, akik a feltételes reflexszel foglalkoznak, fogalmaik leírásához a természetes nyelveket, németet vagy angolt használják, míg a modellkonstrukciók fordításnak tekinthetők valamely mérnöki, konstruktív nyelvezetre. A természetes nyelv alkotó és univerzális, de nem egészen pontos, gyakran nem teljes, nem tárja fel az összes ellentmondást, amely megtalálható benne. Éjszakákon át tartó viták előzik meg a feltételes reflex magatartás pontos és ellentmondásmentes modelljének a papírravetését.



45. ábra A feltételes reflex bemutatására szolgáló „mesterséges teknősbéka” automata három különböző Bécsben készült formája (1954 – 1960 – 1966). Ha van valami hasonlóság ezek és a teknősbéka között, akkor az csak felszínes. Az algoritmusok írják le a tipikus reflexmagatartást. Az algoritmus felismerése és nem a készülék formája a fontos

A pontosság és érthetőség áthidalható ellentmondás

A mesterséges nyelvek éppúgy mint pl. az algebra, kevésbé alkotó jellegűek, mert a bennük megtalálható fogalmakat rendkívül pontosan definiálták. A fizika és

technika sikeres és gyors fejlődése mindenekelőtt a konstruált nyelvek alkalmazására épült, mert egy folyamatnál a következő lépés megbízható módon kell, hogy épüljön az előző lépésre. Az információfeldolgozás magától értetődőleg szintén konstruált nyelvet használ, mégpedig nemcsak a program formába öntéséhez, hanem annak az adatfeldolgozó berendezésnek a leírásához is, amelyen a programok futnak.

Mivel a számítógép mechanikai műszer, használatánál precíziós munkára van szükség. A számítógéppel történő kapcsolatteremtés természetes nyelven éppen ezért nem biztosítja a helyes funkcionálást. Csak arra kell gondolnunk, hogy a vevő a pultnál miként fejezi ki magát, s fel tudjuk mérni a természetes kifejezésmód és a precíziós számítógép közti diszkrepanciát. Mivel az alkalmazott a pult mögött már sejti, hogy mit akar az ügyfél, felfogja a mondottak értelmét, még akkor is, ha a szöveg egészen mást, sőt éppen a kívánt dolog ellenkezőjét jelentené.

Az információfeldolgozásnál ugyanez a probléma másodszor is jelentkezik magasabb szinten, nevezetesen akkor, ha a programnyelveket definiáljuk, vagyis magáról a nyelvről kell beszélnünk. Itt sem elegendő a természetes nyelv precízítése. Egy formális programnyelvről csak formális nyelven beszélhetünk. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a programnyelveket formálisan kell definiálni. Nem csak a nyelvtant kell logikai kifejezésekkel deklarálni, de azt a jelentésformát is, amely adott programszöveghez kapcsolódik. Ezeket logikai eszközökkel lehet és kell kifejezni. 1965 és 1970 között ezt a feladatot a bécsi IBM laboratóriumban a PL/1 programnyelvénél végezték el.

A nyelvtant könnyebb felfogni. Már csaknem húsz éves tapasztalatból indulhatunk ki. Egy egész sor szabály definiálja mindazt, hogy mi is formális nyelven a helyes és jól formált mondat. A PL/1 szabályrendszert viszonylag nemrég állították össze. Az 523 szabálynak 169-re csökkentése csak egy tökéletesített eljárás alkalmazásával sikerült. A jelentés definiálása lényegesen nehezebb volt. Egy olyan fogalomból indultak ki, amely a matematikában már több mint száz éve jól bevált: a kalkuláció fogalmából.

A kalkulációt egy – csupán elméletileg megkonstruált – gépre vezettük vissza, melyet a gép belső állapota, valamint az egyik állapotról a másikba történő átmenetre vonatkozó szabály definiált. E speciális célra egy absztrakt gépet terveztek, amelyben a program PL/1 szövegét és a program által feldolgozandó adatokat beadták. Az absztrakt gép kezdeti helyzetében felvette, magába fogadta ezeket az adatokat. Ezután az adatok a program és a fiktív gép pillanatnyi állapotának a függvényében az átmeneti formula határozta meg következő állapotát. A gép belső állapotának egymás utáni változása lehetővé tette a program jelentésének felismerését, amely nem egyszerű, direkt folyamattípus, de ugyanakkor az egyetlen, a feladat megoldására alkalmasnak ismert folyamat. A formális definíciók teljes dokumentációja 1200 oldal. Tömve van logikai képletekkel, amelyek nem ritkán több oldalra terjednek, így talán ez a legnehezebb szöveg, amelyet elképzelhetünk.

Ez egy további mellékfeltétel feltárásához vezetett: a dokumentumot a számítógépnek kellett kinyomtatnia, azért hogy a nyomdai hibák ördöge — mely az ilyen logikai szövegeknél különösen furcsa szerepet játszik —, ne űzhessen valamilyen csínyt ez alkalommal. Ha egyszer a szöveget a számítógépben tároltuk, kinyomtathatjuk az egészet vagy csak részleteiben új módon, más lapformátumban, betoldással és húzással. Ennek nyilván az az előfeltétele, hogy megfelelő nyomtató-programmal rendelkezünk. Nos az IBM 360 rendszer rendelkezik ilyen programmal a prózai szövegekre, így egyszerűen ezt kellett átvenni. A logikai formulák esetében azonban mindez nem ilyen egyszerű. Ha nem úgy kerülnek nyomtatásra, hogy szerkezetük, struktúrájuk felismerhető maradjon, gyakorlatilag olvashatatlanokká válnak. Ezért egy olyan formanyomtató algoritmust dolgoztunk ki, amely figyelembe veszi a szöveget, a leíró nyelv nyelvtanát (Lay-out), és automatikusan gondoskodik a formulák, képletek helyes elrendezéséről.

A formális definíciók kidolgozása a magasabb szintű programozás területén az utóbbi években végzett legeredményesebb munkákhoz tartozik. Biztosak lehetünk abban, hogy az e problémákkal foglalkozók közül senkinek sem támad az az érzése, hogy a gép helyettesítheti, vagy kiszoríthatja őt, hogy kiszolgáltatott állapotba kerül, vagy hogy nem tudja szilárdan kézbentartani a gépet. A gondolkodásnak és a gondolati munkának messze meg kell előznie a gépi tudást, mire egy gondolat program formájában realizálódik és használatra kerül, az emberi szellem már újabb lépést tesz előre. Az ember a mechanizmusnál különbnek érzi magát. Nyilvánvaló, hogy inkább azok fejében járnak ilyen sötét gondolatok, akik gépen még nem eleget dolgoztak, vagy csak egyszerű problémák megoldásával foglalkoztak. Aki érti munkáját, ura lesz szerszámának, a számítógépnek is.

Gépművészet (Számítógépművészet)

Az automaták művészettörténete dióhéjban
Alkotóművész-automaták mint álom és valóság
A klasszikus kottairás már majdnem formális programnyelv
A klasszikusok az automaták számára komponálnak
A véletlen a művészet segédeszköze
A kompónium komponológép 1821-ből
Elektronikus zene: az áramkörök hangja
Zeneszerzés algoritmussal
Folyamatszabályozás a művészetben
Művészet és számítógép
A véletlen és a racionális esztétika
Számítógépes grafikai alkotások
Programozott filmek
A dodekafon zene mint grafikai alkotás

Az automaták művészettörténete dióhéjban

- 1660 Kircher leír egy komponológépet
- 1738 Vaucanson két zenélő automatával hozza tűzbe Párizst
- 1739 Euler megírja a zeneelméletét
- 1757 Kirnberger leírja a zeneszerzés első algoritmusát, véletlengenerátorként dobókockákat használva fel
- 1772 Haydn egy zenedarabot ír a fuvalázó óra számára
- 1774 Jaquet-Droz rajzoló automatát szerkeszt
- 1790 Mozart zeneszámot ír a fuvalázó óra számára
- 1792 Beethoven műveket ír a fuvalázó óra számára
- 1793 Mozart bevezetője megjelenik a „Componiren von Walzern vermittelt zweier Würfel” („Keringők komponálása két dobókocka segítségével”) c. műben
- 1805 Mälzel megszerkeszti az első pánharmóniumot
- 1813 Beethoven megírja a „Wellington győzelme” c. sztereofónikus zeneművét két automatára
- 1814 Winkel feltalálja az első használható metronómot
- 1815 Mälzel ellopja ezt a találmányt
- 1821 Winkel viszonzásul megépíti a Componium elnevezésű komponológépet, mechanikus véletlengenerátorral
- 1903 A Welte-Mignon villanyzongorát szabadalmaztatják
- 1928 Trautwein feltalálja a Trautoniumot
- 1948 A konkrét zene kezdete
- 1953 Megnyitják a kölni stúdiót az elektronikus muzsika előtt
- 1955 Bemutatják a RCA Synthesizert
- 1956 Hiller az ILLIAC számítógép segítségével megalkotja az Illiac szvitet
- 1957 Badings a Philips laboratóriumokban komponál
- 1963 A számítógép által előállított filmek kezdete
Nake Stuttgartban megkezdi kísérleteit a számítógépes grafikákkal
- 1968 A Serendipity kiállítás Londonban
- 1969 Számítógépes műalkotások (grafika, plasztika, film és zene) kiállítása Hannoverben.

Alkotóművész-automaták mint álom és valóság

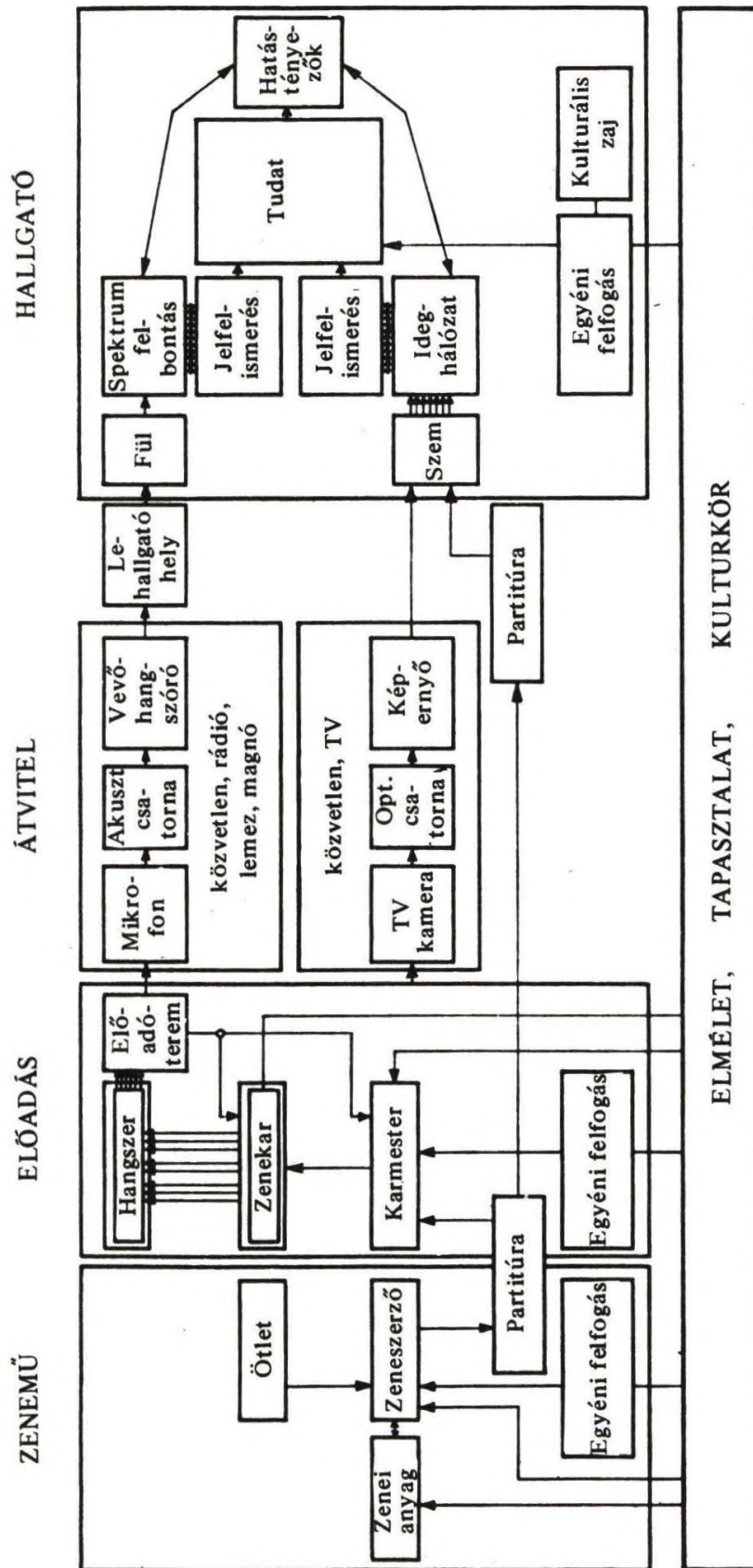
Az automaták csaknem annyi idők mint a technika, s ezért majdnem egyidősek magával az emberiséggel. Régóta nem húzható azonban éles határvonal az álom és a tudás között. A költők és írók jóval megelőzik a mérnökök való világát, igen sokszor túlságosan is, Homérosztól kezdve Čapeken át a sci-fi regényekig.

A klasszikus kottairás már majdnem formális programnyelv

A művészet valamennyi ága közül a zene kapcsolódik a legszorosabban az automatákhoz. A klasszikus kottairás már csaknem formális programnyelv, amelynek a segítségével a zeneszerző a szólistát és a zenekart zenedarabjának az előadására programozza. Aki ura e nyelvnek, első látásra képes leénekelni, vagy lejátszani egy olyan darabot, amelyet még sohasem hallott. Mégsem mindig azonos azonban az eredmény; a zenei műalkotásnak csupán egy részét foglalja magában a hangjegyzírás, a másik részét alkotó módon kell kiegészíteni.

Egy szimfóniának a partitúrából történő előadásakor különböző aspektusokból tevődik össze az a komplikált információfolyam, amely maga a műalkotás. A karmester felfogásától, a hangszerek minőségéig, a zenészek hangulatától az adott, közös zenetörténeti környezetben történő zenei nevelésükig a különböző tényezők széles spektruma járul hozzá az előadás egyszeri élményéhez. Az elektronika és a számítógép egyrészt végtelenül megnövelte a technikai lehetőségeket, valószínűtlen sőt csaknem lehetetlen hangszínek – mechanikusan elő sem állítható hangszerhangok – állnak az előadók és a zeneszerzők rendelkezésére. Ezzel egyidejűleg a hanglemezek és magnetofonok tetszés szerinti számban teszik lehetővé az előadás reprodukálását, melyek egyre kevésbé fognak az eredetitől különbözni, s ahol a zavaró hatás sokszor jobban kiszűrhető mint az eredeti, hangversenytermi előadásnál; mert a hangversenyteremhez vagy operához képest a stúdiót tetszés szerint lehet zajmentessé tenni. Az emberek által ma hallgatott zene több mint 90 százaléka a hangszórókból hallható.

A műalkotás egyéb területeinek produktumai nem oly könnyen reprodukálhatók. Csupán idő kérdése azonban, hogy mikor követik a zenét, amikor is valamennyi művészeti ág műalkotását az elektronika és számítógépek segítségével lehet létrehozni és reprodukálni. Hiábavaló is lenne emiatt panaszkodni. Helyesebb, ha megpróbáljuk az új művészeti világ előnyeit felismerni és kihasználni. Természetesen a számítógépnek nevezett szerszám az embert a művészetben éppoly kevésbé helyettesítheti mint más területen; csupán új távlatokat nyit.



46. ábra A zene nem olyan egyszerű dolog, amint azt az elektronikus zeneművek alkotása érdekében elvárnánk. Az ábra azt az információ-áramlást (az átviteli csatornákat) és az információfeldolgozást mutatja be, mely a klasszikus zene komponálása, előadása, átvitele és a zene élvezete közt jön létre

A klasszikusok az automaták számára komponálnak

A klasszikus zeneszerzők a legkevésbé sem riadtak vissza attól, hogy zenét szerezzenek az automatákra. Händel, Haydn, Salieri, Cherubini, Mozart és Beethoven zeneszámokat írtak a fuvalázó órára, s különösen Beethoven hallgatta szívesen ezeket a zenélő automatákat. Az akkori idők játékdobozzaiból, a zenélőórából, vagy kintornából nem ritkán saját zeneszámuk hangzott fel. Így 1825 körül Bécsben a Lichtenstegen, a *Zum süßen Löchl* (Az édes börtönhöz) címzett vendégfogadóban a kintorna a Prométheusz nyitányt játszotta. A *Zum goldenen Strauss* (Az aranystrucchoz) címzett étteremben a hallását egyre jobban elvesztő Beethoven a kintorna közelébe telepedve tanyázott, hogy kedvenc számát Cherubini Médea c. nyitányát hallgassa.

Beethoven alkotta meg az automaták számára írt zenedarabok közül a legnagyobb szerűbbet. A két automatára írt sztereofon szerzeményt egyébként sohasem adták elő ilyen berendezésen. Ezért Beethoven gyorsan átírta Wellington győzelme c. szerzeményét két zenekarra és az ősbemutatóra 1813. december 8-án került sor Bécsben, a régi egyetem dísztermében. (A VII. szimfóniával együtt, Spohr és Moscheles közreműködésével.) Az előadás oly nagy sikerű volt, hogy december 12-én megismételték. Mindkét hangverseny bevételét, több mint 4000 guldent a Legfelsőbb Haditanács a sebesült osztrák és bajor katonáknak ajándékozta. A további előadások időpontjai: 1814. február 27, november 29 és december 25. E programzene programja a Regensburgban született Johann Nepomuk Mälzel mechanikustól származik, aki a zeneszerzőnek viszonzásul egy tökéletesített hallócsövet ígért.

Már 1812 tavaszán egy búcsúvacsora alkalmából, mielőtt Beethoven Linzbe és Mälzel Londonba utazott volna, a zeneszerző egy kánonnal csúfolta ki a mechanikust, melyet az egész társaság azonnal lelkesen dalolni kezdett:

ta – ta – ta, Kedves, Kedves Mälzel

ta – ta – ta, Órjas, órjas metronóm!

A téma a VIII. szimfónia második tételében jelenik meg ismét. Mälzel tehát már 1812 előtt, minden valószínűség szerint foglalkozott a metronómmal, s nem is sikertelenül, mert mint Anton Schindler írja: „Salieri, Beethoven, Weigl és más zenei notabilitások nyilatkozatot tettek közzé a mechanikus által kitalált ütemjelző gép hasznosságáról”.

Valószínűleg azonban neki sem sikerült sokkal jobban, éppúgy, mint számos más elődjének: vagy a megvalósítás került sokba, vagy maga a készülék volt értéktelen. Ha Mälzelnek ezt a pszichikai helyzetét szem előtt tartjuk, a következő történet érthetőbbé s talán kissé megbocsáthatóbbá is válik.

Amikor Mälzel 1815-ben az automatáit bemutató kiállítás kapcsán Amszterdamban vendégeskedett, meghívta magához egy ott élő Westfaliából származó mechanikus, Diederich Nikolaus Winkel, aki hogy felhívja magára a figyelmet, egy olcsó és használható konstrukciójú metronómot mutatott be. Mälzel azonnal fel-

ismerte e találmány értékét, szabadalmi engedélyt kért a maga számára, s Párizsban és Bécsben Winkel találmányát Mälzel-metronóm elnevezéssel kezdte gyártani. Amikor Winkel, ez a reklámban kevésbé otthonos ember, Mälzel lopásának teljes jelentőségét fel tudta mérni, megpróbált ellene védekezni. Jóllehet egy döntőbíróság a skála kivételével az egész konstrukciót neki ítélte, és Mälzelnek egy ilyen értelmű nyilatkozatot alá is kellett írnia, mégsem volt az ellen jogorvoslat, hogy a termék további gyártását megakadályozza. Így a metronómot mind a mai napig Mälzel találmányaként tartják számon. Winkel elhatározta, hogy ellenfelét saját területén veri meg; az automatikus kintornákkal. Jóllehet nem tudta felülmúlni azt a 259 hangszert, amelyet Mälzel pánharmóniuma magában egyesített, Winkel Componiuma a reprodukálásnál többet tudott: egy véletlengenerátor segítségével komponált is.

A véletlen a művészet segédeszköze

Már egy egész sor szerző rámutatott a véletlenre, mint a zeneszerzés segédeszközére. 1660-ban Athanasius Kircher jezsuita páter egy *Arca Musarithmica* elnevezésű komponálásra alkalmas zenedobozt szerkesztett, amelynél kis rudacskákat kellett tetszés szerint beállítani, hogy a hangot, ütemet és ritmust négy szólamra le lehessen olvasni. William Hayes 1751-ben egy szatirikus könyvben javasolta, hogy fogkefével tintát kell a kottapapírra fröcskölni és az így előállt tintapontocskákat utólag kottaszárral kiegészíteni, ami néhány perc kérdése csupán. 1757-ben Johann Philip Kirnberger a berlini zeneelmélet tanára megírja *Allzeit fertigen Polonaisen- und Menuettenkomponisten* (A mindig kész polonéz- és menüettkomponista) c. munkáját, melyben javasolja, hogy az automatikus komponálásnál dobókockákat használjanak véletlengenerátorként. Hasonló módszeren alapszik az „*Anleitung zum Componiren von Walzern*” (Bevezetés a keringők komponálásába) c. mű is, amely Mozart neve alatt röviddel halála után jelent meg, s amelyet egy egész sor kiadóvállalat újra kiadott. Az akkor még nem lévő szerzői jogvédelem miatt, kételkedhetünk abban, hogy vajon tényleg Mozart volt-e a szerző, található azonban néhány utalás, amely szerint szerzősége valószínű.

A kompónium komponológép 1821-ből

A kompóniumban 1821-ben Winkel egyesítette az első technikai véletlengenerátor automatikus kompozícióját és a szerzemény visszajátszására szolgáló szerkezetet egy dobvezérlésű kintornában. Természetesen csak korlátozott értelemben vett kompozícióról volt itt szó; egy két ütem hosszúságú, dobon tárolt, zeneszerző által komponált elemekből nyolc variáció véletlenszerű összeállításáról.

Az első, technikai véletlengenerátor szellemes berendezés, amelyet Winkel már előzőleg szövetminták tervezésénél alkalmazott. A számítógépes grafikának erre az előfutárára vonatkozólag, sajnos, nem található pontosabb leírás. A komponiumnál két-két taktusonként egy kerék indul el, s áll meg (49. ábra), s a döntés annak megfelelően történik, hogy a fékezésnél milyen helyzetben áll meg. Ezt egy letapogatókar *Dobot továbbítani*, vagy *Dobot nem továbbítani* döntéssé alakítja át, a mai számítógépre jellemző *feltételes utasítás* elvének megfelelően.

A komponiumban nemcsak egy, hanem két vezérlődob található: két ütem van az egyikén és a következő két ütem a másik dobon. Mialatt az egyik dobon



47. ábra A véletlen segítségével előállított zeneszámok divatosak voltak már a XVIII. században is. Neves teoretikusok foglalkoztak ezzel



Mozart „Bevezetés” c. munkája alapján dobókockákkal (véletlengenerátor) előállított keringő-kompozíció

tárolt ütemet lejátsza a gép, a véletlengenerátor befolyásolhatja, hogy a másik dobot a darab következő variánsára állítsa át vagy se. Egy ütközős kerék gondoskodik arról, hogy ez az átállítás megfelelően jöjjön létre, és valamennyi variáció egytől-nyolcig és nyolctól-egyig azonos valószínűséggel kerüljön felhasználásra. Az Institut de France vizsgálóbizottsága Párizsban – melynek tagja volt Biot, a nagy fizikus és Catel, a zeneszerző is – teljes csodálattal számította ki, hogy néhány millió évig tartana valamennyi lehetséges kombináció előadása.

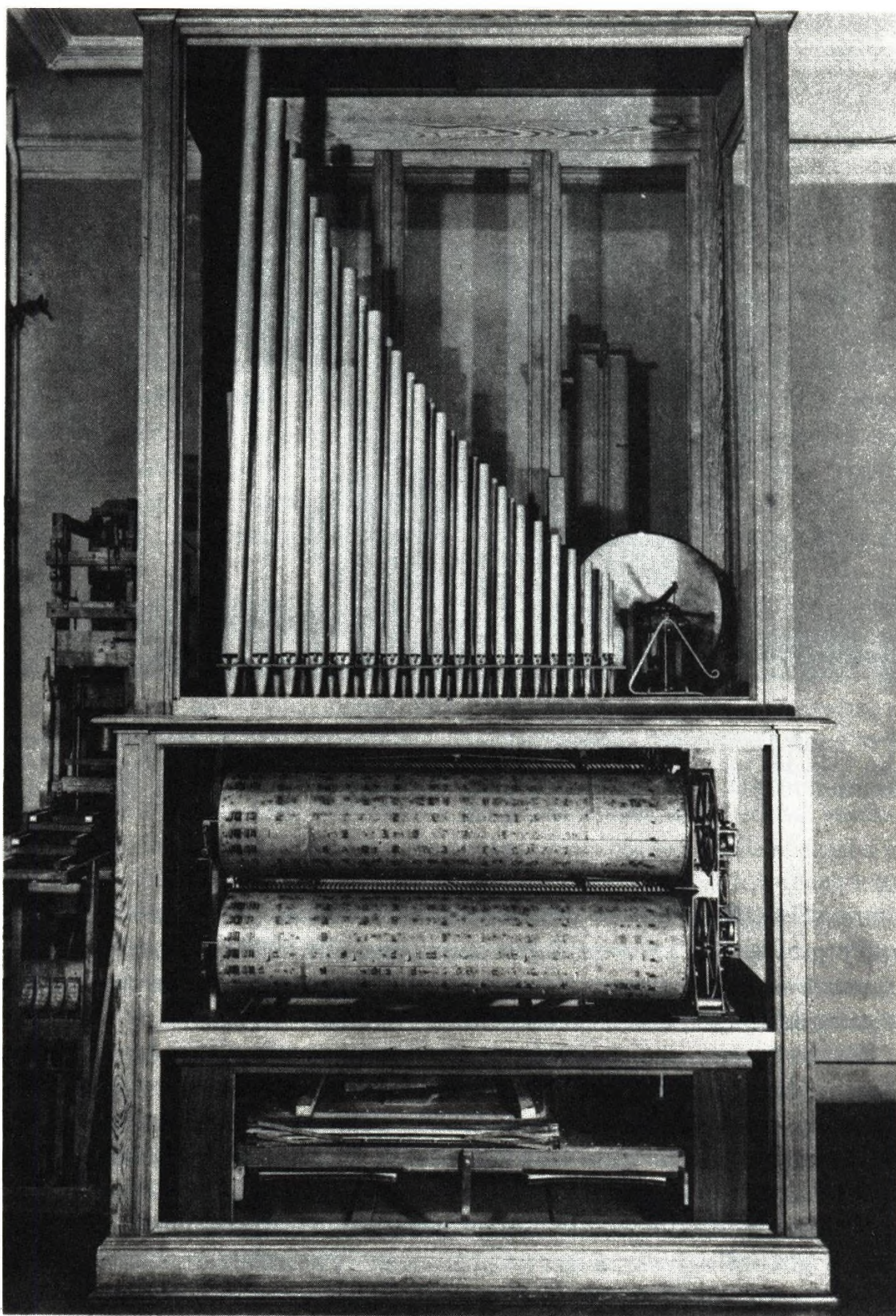
Nem teljesült azonban Winkelnek az a reménye, hogy Mälzelt legyőzze. Üzleti képességei nem érték el Mälzelét, a kompónium már az első benyomásra unalmasnak bizonyult. A párizsi út, bár tudományos szempontból sikeres volt, pénzügyi csődöt jelentett. Winkel megszomorodva, betegen halt meg 1826-ban Amszterdamban. A bécsi Krcal mester által restaurált kompónium ma a brüsszeli Királyi Konzervatórium Hangszergyűjteményének büszkesége.

A XVIII. és XIX. században számos zenélő automata jött létre a kakukkos órától a legfényűzőbb kivitelű zenélő dobozokig, s még ma sincs olyan, magára valamit is adó emléktárgykereskedés, ahol ne árulnának kakukkos órákat, vagy zenélő cigarettatárcát, sőt van olyan whiskysüvegbe öntött balett-táncosnő is, amely zenélőóra hangjaira forog, ha megemelik a flaskót.

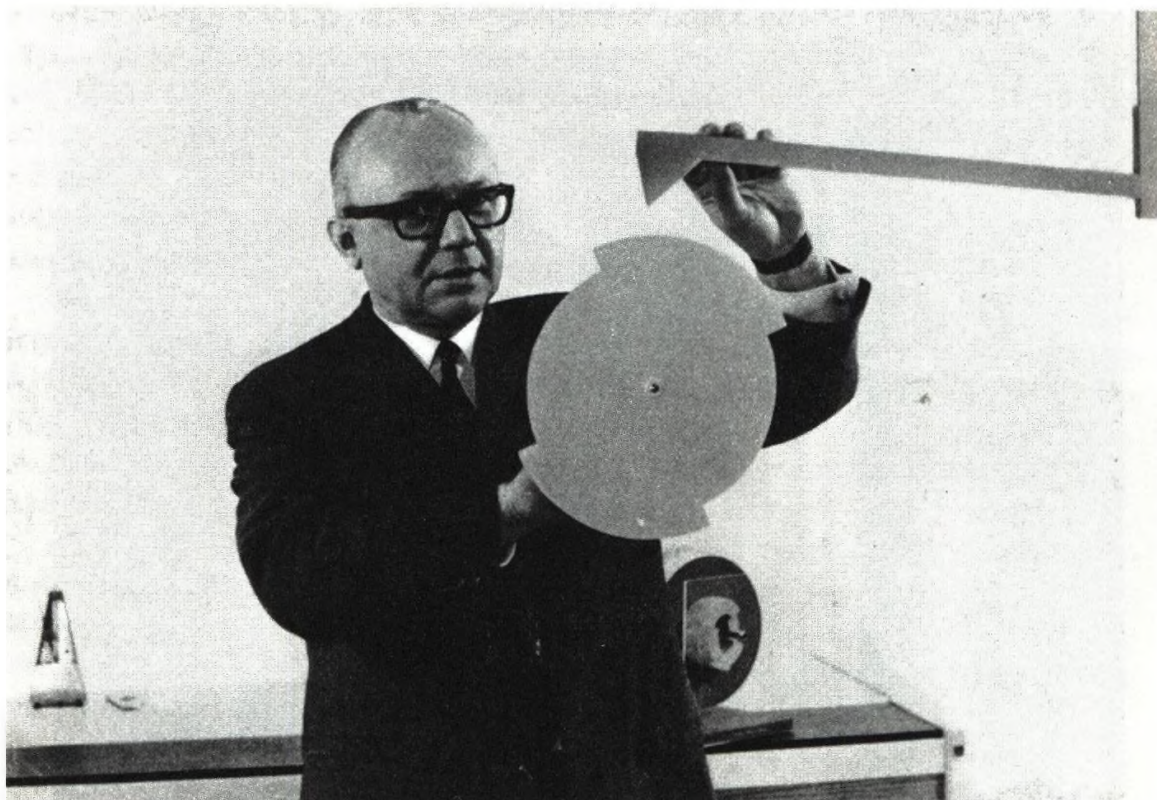
Elektronikus zene: az áramkörök hangja

Az elektronika először a zenei hangzás világát bővítette ki. Alig hogy feltalálták a multivibrátort – azt a csőkapcsolást, amely négyszög-feszültség-hullámok révén adott hangmagasságot valamennyi félhangjával együtt megszólaltatni képes – felismerték zeneszerszámként történő felhasználásának lehetőségét is. A megfelelő szűrők lehetővé teszik a hangok modulálását, az énekhangok és hangszerek imitációját, és segítségével pedig eddig még soha nem hallott hangszínkeverékeket lehet létrehozni. Friedrich Trautwein postai tanácsos és orgonista konstrukciója, a trautónium a kereskedelembe is megjelent, melynek felhasználási lehetőségeit Oskar Sala jelentős mértékben bővítette. Közben az elektromos orgona széles körben elterjedt, és igen sok filmzene elektronikus eredetű.

A zeneszerzők és az elektronika közt új viszony állt elő: szükségessé vált az elektronikus áramkörök és készülékek megismerése – sok zeneszerző ennek következtében mérnöki oklevelet is szerzett költséges képzéssel. Éppen ezért a legjelentősebb fejlesztő tevékenység az anyagilag jól ellátott stúdiókban folyt. Egyik első példa erre a nyugatnémet rádió által 1953-ban alapított kölni stúdió volt, következőkben pedig a Philips laboratóriumok. Stockhausen, Boulez és Badings zeneszerzők ott dolgoznak. Nem lehet mindet felsorolni, de Európában talán Párizst kell megemlíteni a konkrét zene kapcsán, ezenkívül Milánót, Münchent, Varsót és Rómát. Ma már Amerika vette át a vezetést, s nemcsak a világszerte ismert Illinoisi



48. ábra A Comptonium, a Winkel által 1821-ben szerkesztett komponológép: egy orgona véletlengenerátorral, amely 8 variációt vezérel



49. ábra A Comptonium véletlengenerátora: a bemutatott formára készített kerék, amely minden második taktusnál kioldódik, lefékeződik és állva marad. Az érzékelő továbbítja a véletlenszerű IGEN – NEM döntéseket a dobra, mely vagy tovább megy, vagy állva marad

Egyetem stúdiójában (Hiller professzor), a Columbiái (New York állam, Ussachevsky professzor), valamint a Princetoni egyetemen (Babbitt professzor) végeznek intenzív munkát, hanem más helyeken is folytatnak hasonló tevékenységet, erről igen sok lemezfelvétel is tanúskodik.

A számítógép nemcsak azokat az elektronikus áramköröket képes helyettesíteni, amelyek hangok keltésére alkalmasak, de zeneszerzésre is fel lehet használni. Mint mindig, most is, először egy speciális készülékkel kísérleteztek. Az ún. Synthesizer (hangszintetizáló) – mely születésnapi ajándékként készült Sarnoff tábornok, az RCA (Radio Corporation of America) akkori elnöke számára – jelentős lépésnek számított. Ez egy elektroakusztikus, univerzális berendezés, melynél a zenedarabot, partitúrát igen széles lyukszalagra programozzák. A készülék a lyukszalagnak megfelelően rezgéseket kelt, amelyeket hangszóró tesz hallhatóvá. A Synthesizer első nyilvános bemutatkozása 1955-ben történt. 10 évvel később rendkívüli sikert ért el az ún. *Moog-Synthesizer*, egy inkább hangszereszerű, zongorabillentyűkkel ellátott, elvben az előzőhöz hasonló, nagy hangterjedelmű készülék. Az általa játszott zenéről készített hanglemez „Switched-on-Bach” (Bachra kapcsolva) bestseller lett.

A Bell laboratóriumokban számos bonyolult számítógépprogramot írtak hangszerek hangjainak tárolására és egy speciális programnyelv segítségével, e hangoknak dallamokká és kompozíciókká való összeállítására.

Zeneszerzés algoritmussal

Az információelmélet és automatizálás nagy mestere, Claude Shannon volt az, aki a számítógépet először használta fel zeneszerzésre, cowboy dalokat gyűjtött, megállapította statisztikailag jellemző tulajdonságait, és ezek alapján már az ötvenes évek elején, új cowboy dalokat állított elő. További, ezirányú vizsgálatok azt a figyelemreméltó felismerést tették lehetővé, hogy van optimum a vizsgált zenedarab statisztikai adathalmazában a túl kis részletek és túl nagy tételek közt, mert csupán kis statisztikai elem figyelembevétele esetén a zene jellege elvész, túl mély analízis alkalmazásánál pedig plagizáló idézet-gyűjteménnyé válik. Igen sokrétű módszert kell alkalmazni.

A számítógépes zeneszerzés legjelentősebb úttörője Lejaren A. Hiller, jr., az illionisi egyetem elektronikus zenelaboratóriumának vezetője, 1955-től kezdve Leonard N. Isaacson matematikussal együtt, programokat ír az Illiac-számítógépre. Ezek a programok algoritmus alapján komponálnak; olyan algoritmus alapján, amelyek ismert elemeket és a véletlent használják fel hangsorok komponálására. Különböző szempontok szerint még szűrik és kombinálják ezeket, végezetül pedig ki nyomtatják. Ezekben a kiadványokban a megjelent számokat kézírással viszik át a hangjegyírásra és zenészek játszik le a darabokat. 1956 végén készült el ezzel a módszerrel az ún. *Illiac Suite*, amely a számítógépes zeneszerzés történetének jelentős határköve. Utolsó műve 1967-től 1969-ig John Cade közreműködésével készült el, melynek különös címe HPSCHD, amely a cseballó (angolul: „Harpsichord”) „számítógépes” rövidítése. Ez a mű tulajdonképpen 51 magnószalagból és 7 cseballó szólószámból áll, mindegyik valamivel tovább tart 10 percnél és szabadon kombinálhatók egymással. Mivel e kombinációk egyetlen lemezjátszón nem, csak több magnón állíthatók elő, a róluk készített sztereolemezt legalább a két csatorna kihasználására alkalmassá tették. A hanglemezhez mellékelt számítógépes nyomtatvány felhívja a hallgatót, hogy maga is vegyen részt a komponálásban, a hangerő és a csatornák közti elosztási arány vezérlésével.

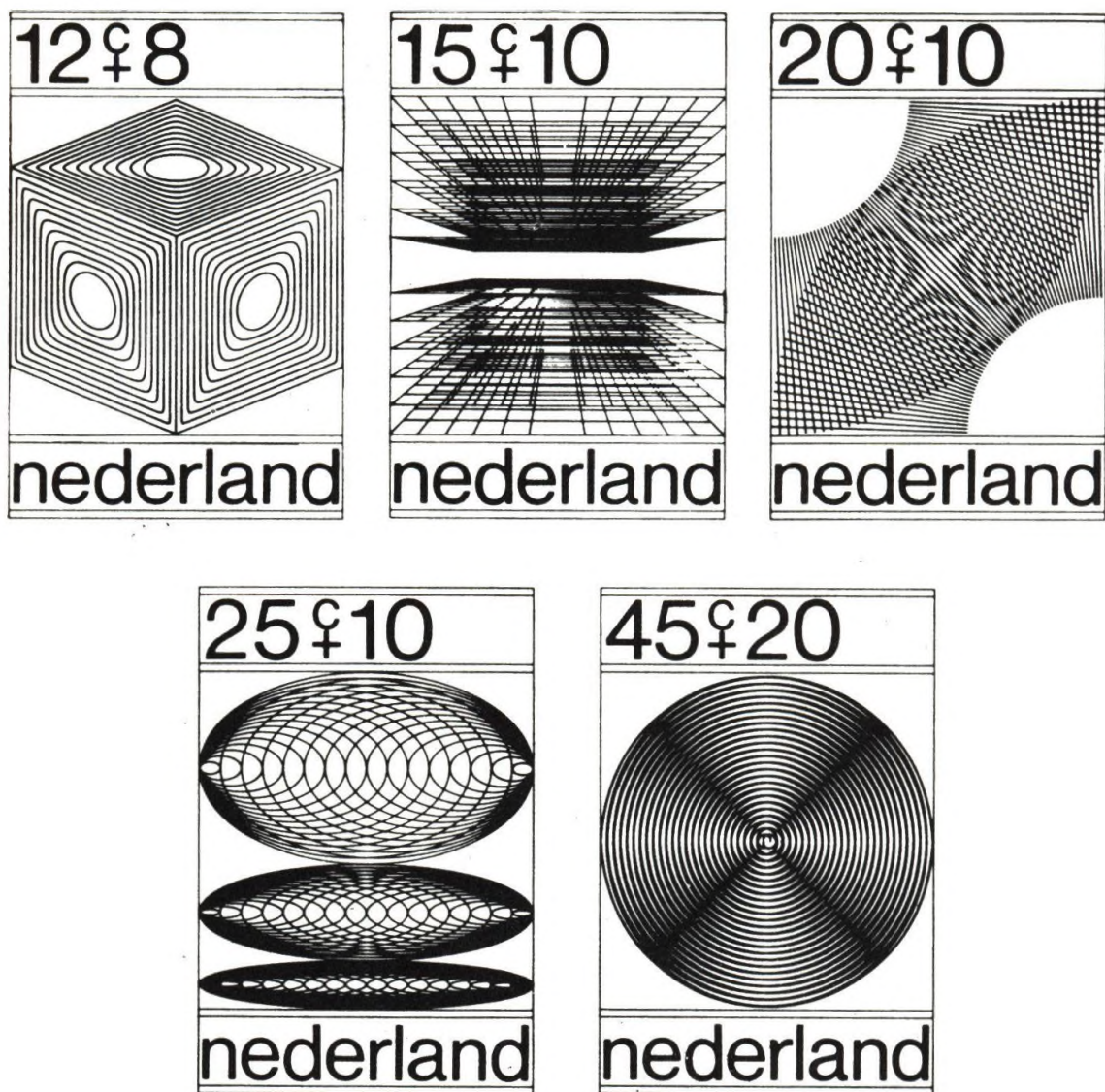
Csupán röviden megemlíjtük még Iannis Xenakis nevét, aki Párizsban számítógépet alkalmazott a zeneszerzéshez, Peter Zinovjevet, aki egy londoni stúdióban dolgozik, Lambert Meertenst, aki az amszterdami matematikai központban tevékenykedik, Hubert Kuppers nevét, aki Düsseldorfban végez kísérleteket. Meertens annál inkább is figyelemreméltó, mert algoritmusát, amely Haydn és kora zenéjének statisztikai jellemzőire épült, ALGOL nyelven írta, s ennek megfelelően aki az ALGOL nyelvet használja, segítségével komponálni is képes.

Franz Wagner 1955-ben egy elektronikus kapcsolás segítségével – melyet ma inkább hibridszámítógépnek neveznénk – már komponált, és a komponálással egyidejűleg hangot is teremtett. Wagner abból indult ki, hogy a zene valamiféle közbeeső állapot, a szabályosság és a véletlen között. Addig kombinálta tehát egymással az impulzussorozatokot, míg azok szabályszerűsége alig maradt felismerhető. Ez viszonylag könnyen megy, ha az áramlökések periódusát, időtartamát és helyzetét megfelelően választjuk ki. Két, vagy ennél több impulzus-menet egy kondenzátort tölt fel. A hangmagasságot, a hangerőt és a hangok időtartamát a kondenzátor feszültségétől függően állíthatjuk be. Az áramkörök véletlenszerű (intuício) csatolásával egy rendkívül egyéni berendezést kapunk, amelyet nem lehet megbízható, stabil készülékké alakítani, de ennek ellenére érdekes dallamokat és kevésbé dallamos zeneszámokat képes előállítani. Rudolf Leitner diplomamunkájában a Wagner által készített berendezés szabadságát a klasszikusok négyszólamúságára korlátozta. Ez a kísérlet ugyan még gyerekcipőben járt, de már kellemes, hagyományos modulációk előállítására volt képes. A *'Mailüfterl'* számítógép fejlesztési munkájával kapcsolatos tevékenység nem tette lehetővé e kísérletek folytatását. Tulajdonképpen kár érték.

Folyamatszabályozás a művészetben

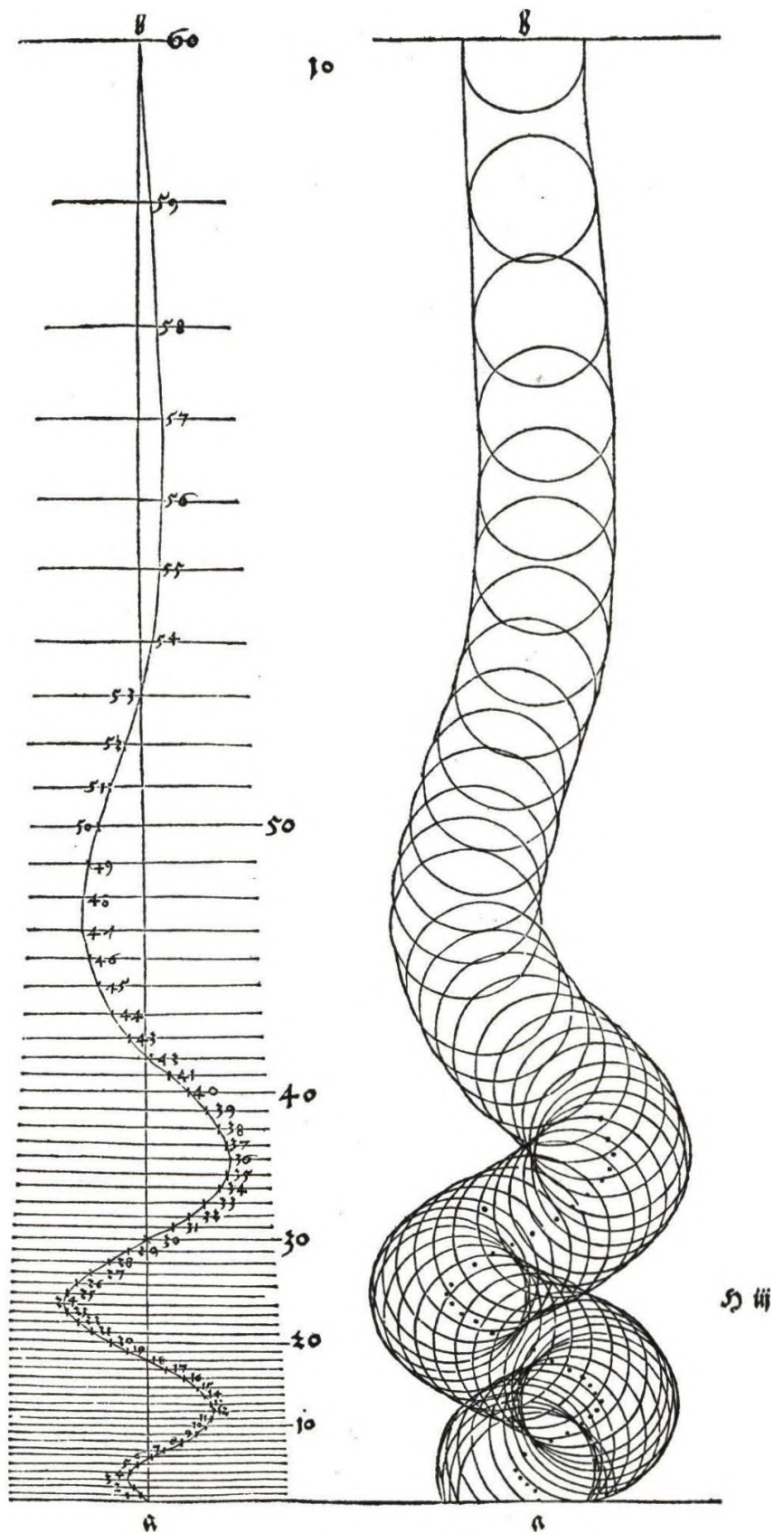
A zene absztrakt és matematikai jellege megkönnyíti a számítógépbe való betáplálását, hangjai pedig már az elektronika történetének is tárgyai. A számítógépnek más művészeti ágakban történő felhasználását az nehezíti meg, hogy e művészeti alkotások létrehozásához mechanikai segédeszközökre van szükség, ezért bonyolultabb és drága folyamatszabályozást kell alkalmazni. Az alkalmazástechnika fejlődésével azonban fokozatosan más művészeti ágakban is lehetővé válik a műalkotási folyamatok gépi vezérlése. A rajzológépek és a képernyő, melyek a műszaki munka területén már régóta megtalálhatók, és éppen ezért a számítógépes grafikák jelentik a számítógépes művészet második legfontosabb terénjét.

Kezdjük egy kis történeti visszapillantással. Induljunk ki Albrecht Dürer egyik „számítógépes” grafikájából (51. ábra). Kissé különösen hangzik ez, de jó alkalom arra, hogy rámutassunk: nem feltétlenül szükséges a számítógépnek „gép”-nek lenni, az ember aki igen szigorúan, egy adott algoritmus alapján jár el, maga is számítógép, éppúgy, mint az IBM/370. Dürer rajza egy matematikai szabály szigorú leképezése, 1525-ből származik *Unterweisung der Messung* (A méretezés oktatása) c. könyvéből. Dürer természetesen nem tekintette ezt a rajzát műalkotásnak; korábban ez a rajz senkinek sem tetszett volna. Azonban mégis műalkotás az, amit Dürer a művész biztos kezével könyvében lerajzolt. A mai számítógépes grafika fel is használta ezt, éppen azért, mert a rajz előállításának módszere a gépihez hasonló. Az 1970-ben kiadott „számítógépes” holland bélyegrajzokig már csak igen kicsi a távolság (50. ábra).



50. ábra Számítógépes rajzokat ábrázoló holland bélyegek 1970-ből

51. ábra Dürer egyik „számítógépes” rajza. Az ember is lehet számító-gép: egy algoritmust pontosan le tud képezni



Művészet és számítógép

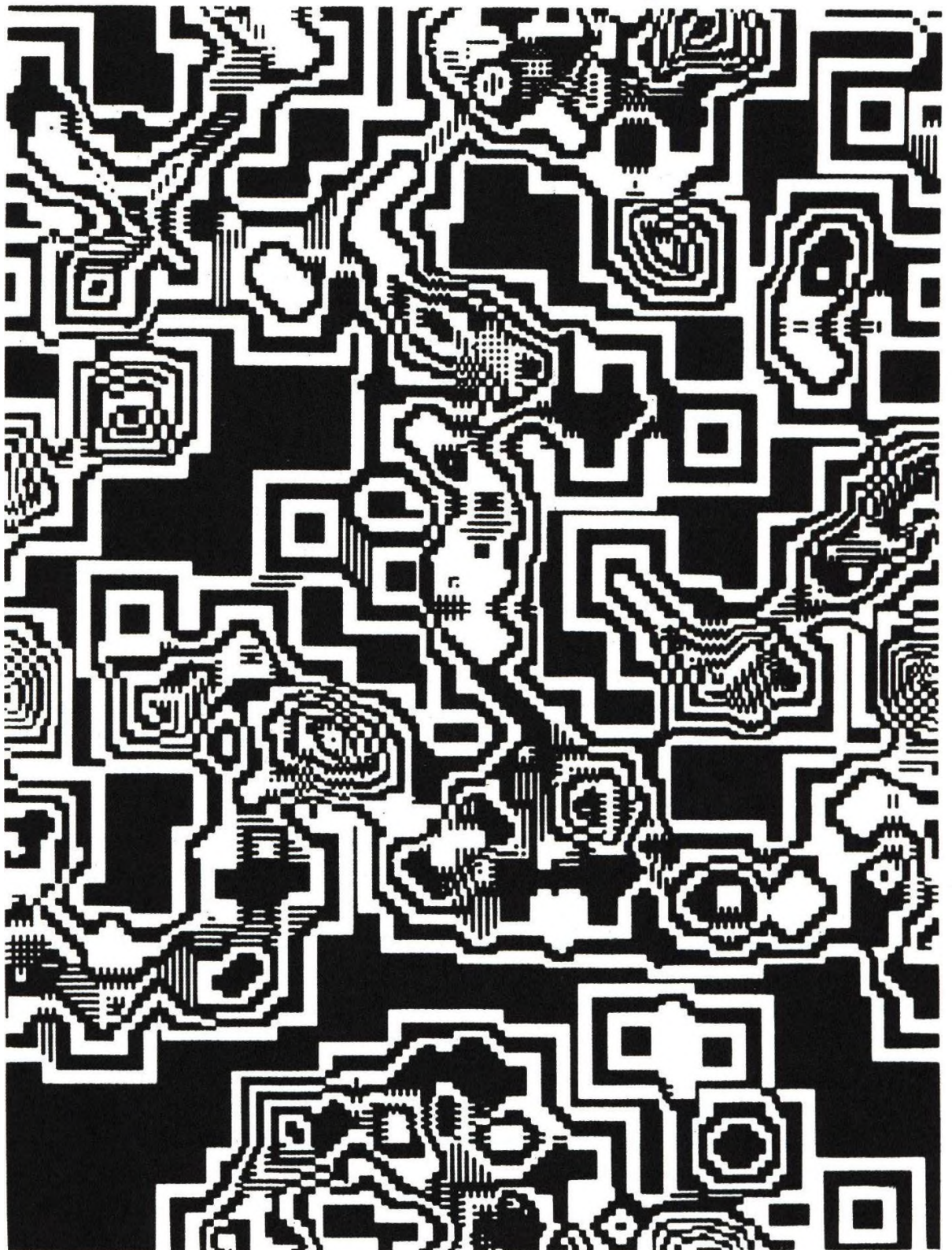
A fejlesztő munka kezdetén a mérnök volt inkább az, aki a szó jobb, vagy rosszabb értelmében dilettánsként tevékenykedett, vagy meglepő tréfákat programozott. Példa erre egy matematikus portréja, melyet a matematikus által bevezetett jelzés-rendszer felhasználásával a számítógép lágy és mégis pontos tónusokkal rajzolt.

A művész az ilyenfajta kísérletekre jogos bizalmatlansággal tekint. A laikusok mindig azt hiszik, hogy könnyű a modern művészet alkotásait előállítani. Lehet, hogy ez a látszat, de az aki behatóan foglalkozik e dolgokkal (mindenekelőtt maga a művész), igen jól meg tudja különböztetni a művész kezevonását a laikusétól. Az elektronikus műalkotásokon érezhető még ráadásul egyfajta „gyári szag” is, az áramkörök és a berendezés nyomait magukon viselik, és csak lassan fokozatosan válhatnak majd művészi munkaeszközzé.

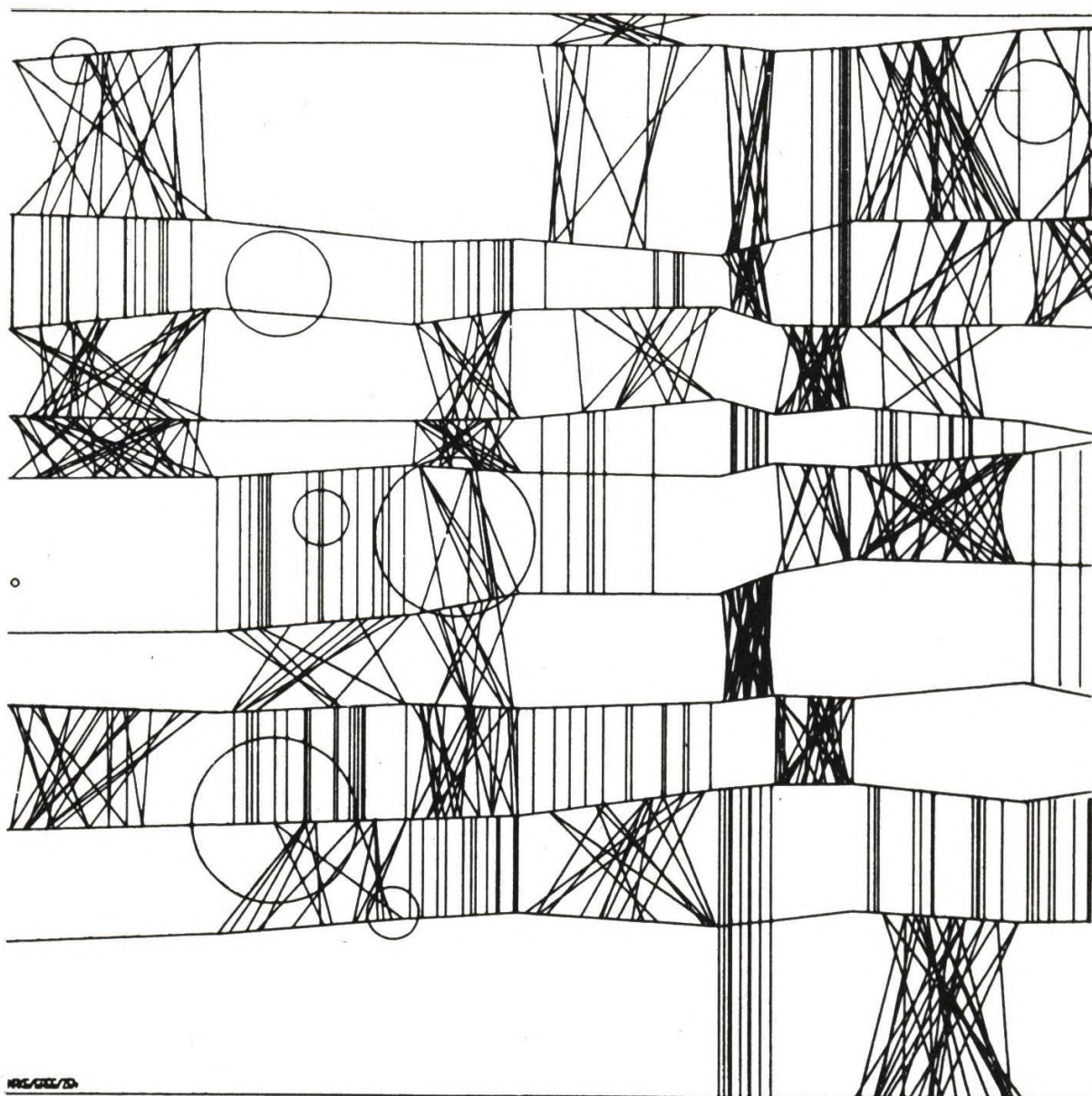
Igen érdekes módon, az elmúlt évtizedek művészete mégis előkészítette az elektronikus művészetet, miközben az elektronika „gyári–gépi” jellegét úgyszólván szabadkézzel megteremtették. Webern a hegedűt egyenesen elektronikus módon használja és Mondrian a kép elemeit úgy osztja fel, mint egy elektronikus véletlen-generátor. A számítógépes művészet nem azért jött létre, mert van elektronika, hanem azért, mert a számítógép képes folytatni és továbbfejleszteni mindazt, amit enélkül – és róla tudomást sem szerezve – már elkezdtek.

A szerszám, a gépi jelleg nyomai, melyek a számítógépes művészetéhez szorosan tapadnak, nem utolsó sorban a gépi berendezés ügyetlenségének, esetlenségének a következményei; mert ma csak ilyen gép áll a művész rendelkezésére. „Bahnhofs-halle, nicht für es gebaut . . .” („A pályaudvar nem arra épült . . .”) mondja erről Morgenstein olyan szépen.

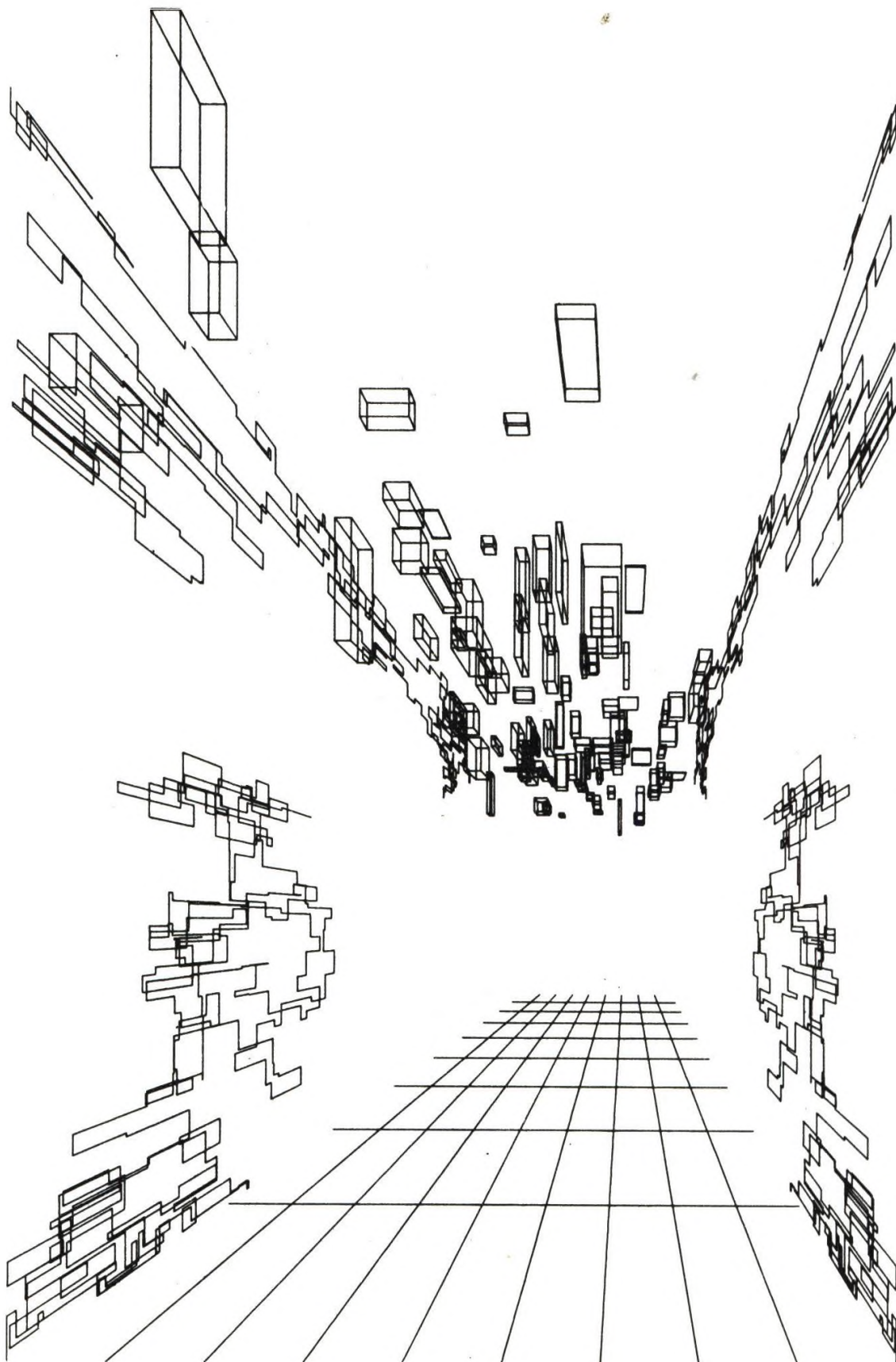
A számítógép a szokásos felhasználók számára nemegyszer valóban praktikus szerszám, a művész számára azonban olyan, mint az öt tonna súlyú, ötezred milliméter átmérőjű ecset. John Whitney – akiről még majd a továbbiakban szólunk – filmjének készítése közben arra panaszkodott, hogy a felhasznált számítógép olyan orgona, amelynek a hangját csak a billentyű leütése után két hétre lehet hallani. Azt is mondja, hogy bár a számítógép sebessége és emlékezőképessége nagyobb az emberénél, s egyre olcsóbb is, a művész számára azonban még mindig túl lassú, emlékezőképessége is túl kicsi, s mindenekelőtt túlságosan drága. Találó kritika ez, mert ezt a hiányosságot nem lehet könnyen és gyorsan megszüntetni. Mindezeket figyelembe kell venni, ha ítéletet alkotunk a számítógép művészetéről. A gép és ember közti együttműködés olyan követelményeket támaszt, melyeket korunk minden látszólagos gyorsasága ellenére csak lassan lehet elérni. A művész számára – akinek a logika és a programozás terén szerzett előképzettsége éppoly kevés lehet mint számos olvasóé – a számítógép lényegének megértése csaknem megoldhatatlan probléma. A tudományban a csoportmunka segíthet, mert ott helyes ez a munkamódszer. A művészetben a csapatmunka nemcsak hogy problematikus, de bizonyos mértékig ellentmond a művészet lényegének is.



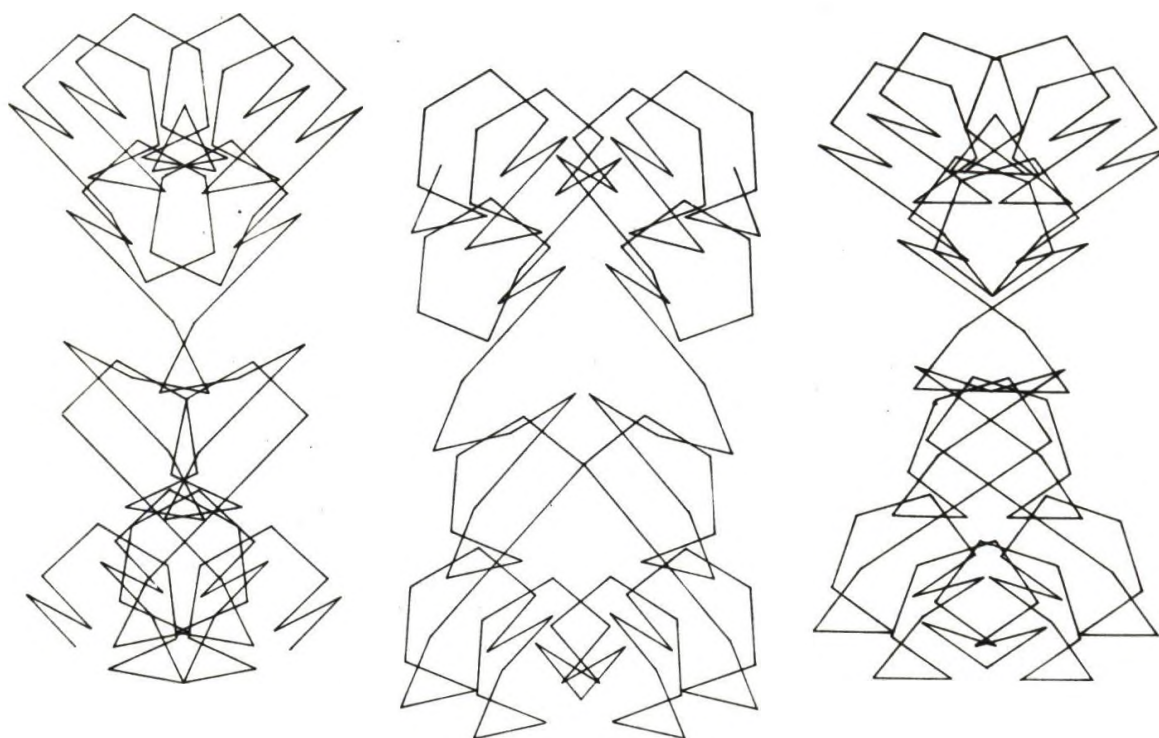
52. ábra „Tapestry I” (I. faliszőnyeg) Lillian Schwartz és Ken Knowlton számítógépes grafikai alkotása első díjat nyert a „Computers and Automation” című folyóirat 8. számítógépes művészeti versenyén 1970-ben



53. ábra Frieder Nake számítógépes grafikai alkotása, amelyet egy Siemens számítógépen, és egy Zuse rajzoló automatával készített



54. ábra Georg Nees számítógépes grafikai alkotása



55. ábra Josef Hermann Stiegler számítógépes grafikája: „A kibernetikus pillangó”

A véletlen és a racionális esztétika

Korunk művészetét két tendencia jellemzi: a véletlenbe vetett hit és a racionális műalkotáselmélethez való vonzódás. A műalkotásokban fellelhető kaotikus szerkezet teremtette-e meg korunk káoszát, vagy éppen fordítva? Olyan kérdés ez, amelyre nincs válasz, és sem a panasz, sem a helytelenítés nem megfelelő reakció. Ugyanez érvényes azoknak a munkaterületeknek a racionalizálására, amelyeknél a racionalizálás nem magától értetődő.

A véletlen mint már utaltunk rá, nem új a művészetben. Az elektronika és a számítógép segítségével csupán jobban ki lehet használni, hatását azonban nem szabad túlbecsülni. Érzékszerveink a véletleneloszlású információk óriási tömegét úgy észlelik, hogy nagyvonalúan redukálják, és igen sok lehetséges benyomást egyetlen osztályba sorolnak: ezért hasonlítanak egymásra a véletlenre épülő műalkotások, s ezért olyan rövid életűek.

Sok művész és filozófus úgy véli, hogy a számítógépes művészet racionális esztétikával párosul, és a műalkotást létrehozó algoritmust egy ilyen esztétikai elméletből lehet levezetni. Éppúgy, mint egyszerű esetben az a dodekafon és szeriális zene, amely egy matematikai törvényszerűségből vezethető le, s a művész egyéni-

sége csak magasabb szinten válik felismerhetővé. Találkozhatunk ilyen elméleti munkákkal is; Birkhoff és Bense a két legfontosabb szerző. Az ilyen egyszerű egyenlettől azonban hosszú még az út a műalkotásig, és az ilyen esztétikai elméletből levezetett műalkotás nem sokkal lehet jobb, annál az elméletnél, amelynek segítségével a művet megalkották. A művészet a tehetségből, teremtő erejéből és nem a véletlenből, vagy az elméletből keletkezik. Régi bölcsesség ez, amelyet a számítógép sem helyezett hatályon kívül.

Számítógépes grafikai alkotások

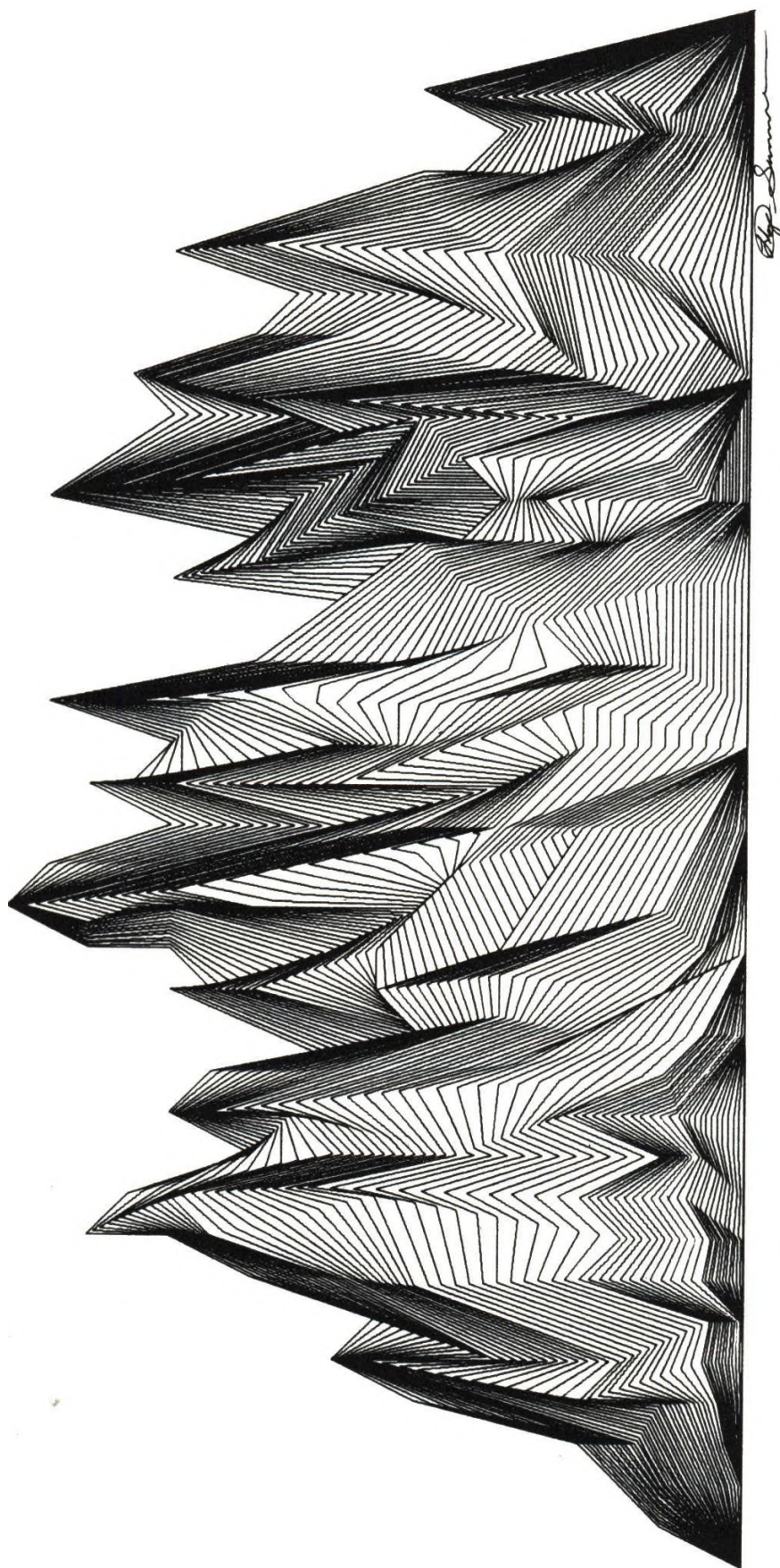
A grafikai műalkotások az oszcilloszkópon úgyszólván maguktól keletkeznek; ezek az ún. Lissajou-ábrák, melyek az elektronikus szakemberek munkája során sokszor jelentkeznek, amikor a fénypont mintákat rajzol. Ezek egymással szomszédos rezgések hatására állnak elő, örömet okoznak, s éppen ezért ösztönöznek az ilyen jellegű alkotások folytatására. Nem szabad csodálkoznunk azon, hogy az első elektronikus grafikák kiagyalt Lissajou-ábrák voltak. Ben Laposky már 1952 óta ezekkel foglalkozott, s kiállításával a számítógépes grafika előfutárjának tekinthető.

A mérnök szívesen használ differenciál-egyenleteket, ha azok számára hasznosak, de a mérnöki munka nemcsak a zárt matematikai elméletre támaszkodik, az igazi, valóságos alkotómunka akkor jön létre, ha az egyenletek illeszkedés nélkül, úgyszólván ellenségesen és ellentmondásos módon találkoznak. Itt jut szerephez a mérnök művészete, itt mutathatja meg, mekkora mestere ő a használható kompromisszumoknak. A számítógép korábbi formájában ennél a tevékenységnél nem használható, mert csak a differenciál-egyenleteket tudja a mérnök számára kiszámítani. A konstruktív munkához nem numerikus információk feldolgozási hátterére van szükség; ehhez a képernyő a jó segédeszköz. Az ilyenfajta grafikus információfeldolgozás a számítógépes grafika második forrása.

1960 körül azonban a számítógépes grafikai műalkotások kiszabadulnak a technikai nehézségek csapdájából. A mérnököket, matematikusokat és programozókat valódi művészek váltják fel, szobrászok, festők és grafikusok kutatják a technológia titkait, megértik azt és úrrá lesznek rajta. Már a nagybetűk nélküli szöveg esetében felismerhetjük, hogy új korszak kezdődik.

Természetesen a legszívesebben mégis azokat a grafikákat állítatják elő, amelyek elkészíthetők az elektronikus, számítógépes vezérlésű rajzasztalon, mert őket is megbabonázta már a precízió és a jelfelhasználás tömörsége.

Egy Mondrian-kép Noll által készített imitációja mutatja, hogy mint a zenében, a grafikában is tovább folytatja a számítógép azt, amit nélküle kezdtek el. A továbbiakban még Herbert W. Franke nevét kívánjuk megemlíteni, aki elméleti munkáiban és publicisztikájában foglalkozott a számítógépes művészettel, Lloyd Sumnert, az első olyan művészt, aki kizárólag a számítógépes művészetből él, valamint Marc Adriant, aki grafikáiban a betűket használja formaelemként.



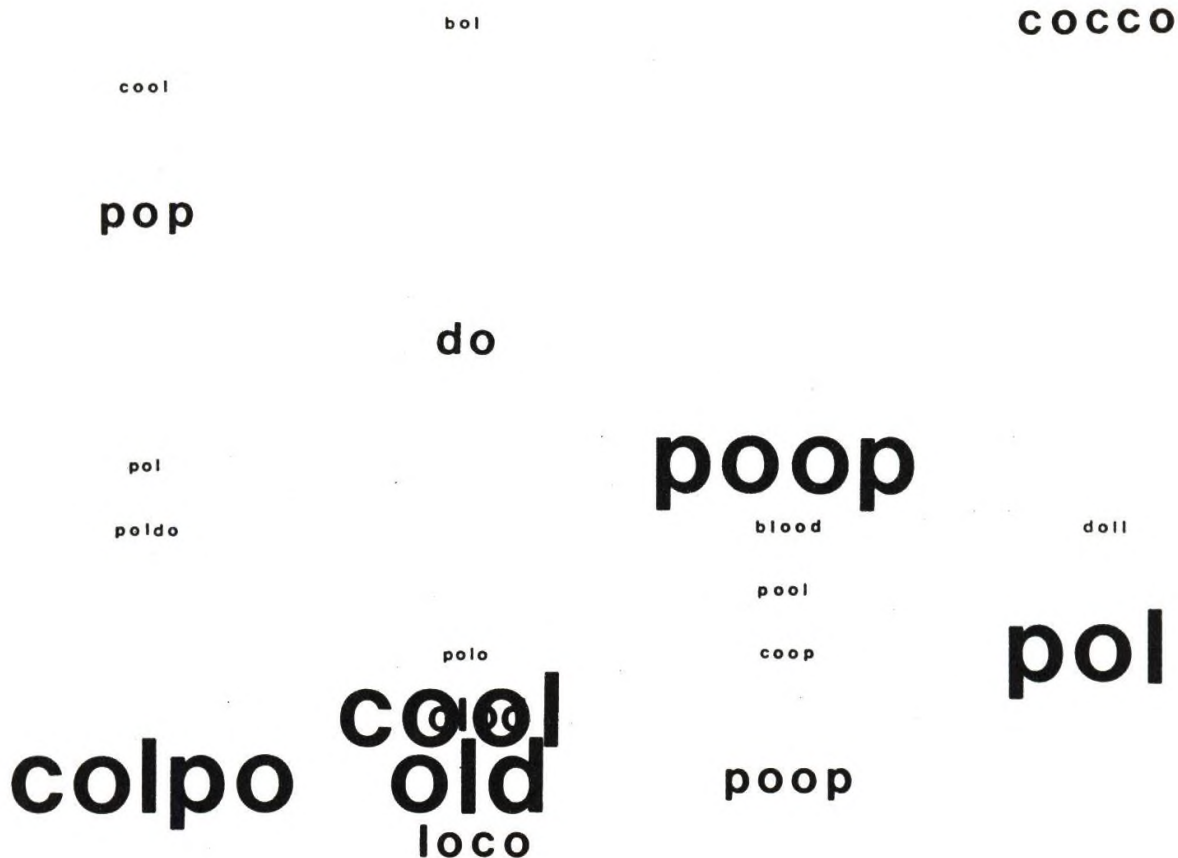
56. ábra Lloyd Sumner számítógépes rajza: „A vadonban”, amelyet az ALGOL nyelven programozott Burroughs B 5500 számítógép és egy CalComp 565 plotter segítségével állított elő

Otto Beckmann és Alfred Grassl a véletlent használja sajátos módon. A véletlengenerátorokból, e speciális számítógépből indulnak ki, melyeket a bécsi műszaki főiskolán technikai alkalmazásra dolgoztak ki. Műveiket reprodukciós eljárással készítik az oszcillográf képernyőjéről.



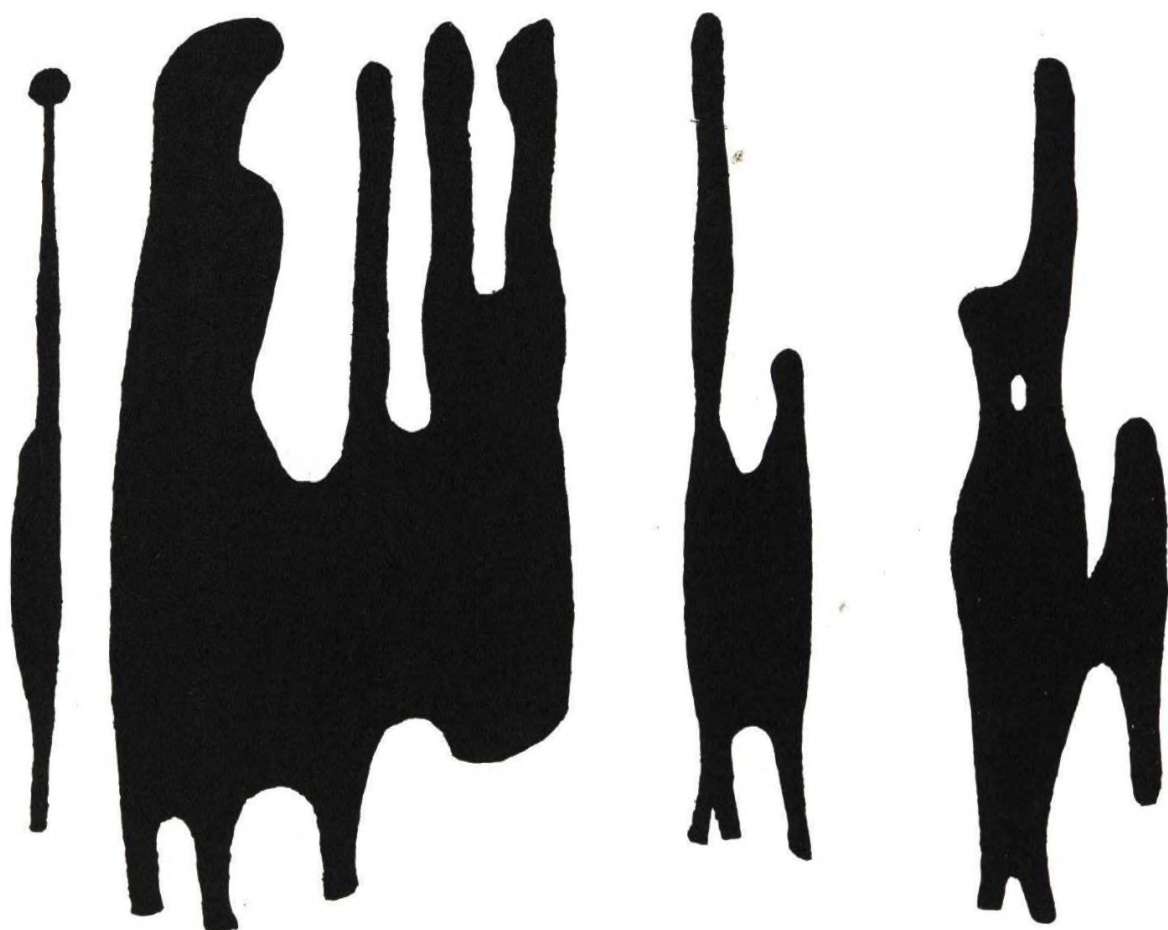
57. ábra A baloldali kép Piet Mondrian alkotása. Összehasonlíthatjuk a jobboldalival, A. Michael Noll statisztikai megközelítéssel számítógépen készült rajzával

Ben Laposky 1953-ban 103 amerikai városban mutatja be oszcillogramjait. A tulajdonképpeni számítógépes grafika azonban csupán 1965-ben jelenik meg először kiállításon: a sort Amerikában A. Michael Noll, Németországban pedig Frieder Nake és Georg Nees nyitja meg. A Howard Wise Gallery New Yorkban még ugyanabban az évben, kissé később bőséges gyűjteményt mutat be. Meg kell említenünk még a *Computers and Automation* c. folyóiratot, mely 1953 óta pályázatot hirdet a számítógépes grafikák számára, s minden évben, az augusztusi számában bemutatja a díjazott műveket. 1967-ben New Yorkban a Modern Művészet Múzeumában rendezték meg *The Machine* (A gép) címmel azt a kiállítást, amely néhány számítógépes grafikai alkotást mutatott be. Erős lendületet vett a munka e téren Európában 1968-ban, mikor Londonban megnyitották a *Cybernetic Serendipity* c. kiállítást és Agramban a számítógépes vizuális kutatás kollokviumát. 1969 és 1970-ben a „Számítógépes Művészet – Grafika, Szobrászat, Film, Zene” c. kiállítás több német városban mutatkozott be, itt már képet lehetett nyerni a számítógépes grafika sokrétűségéről.

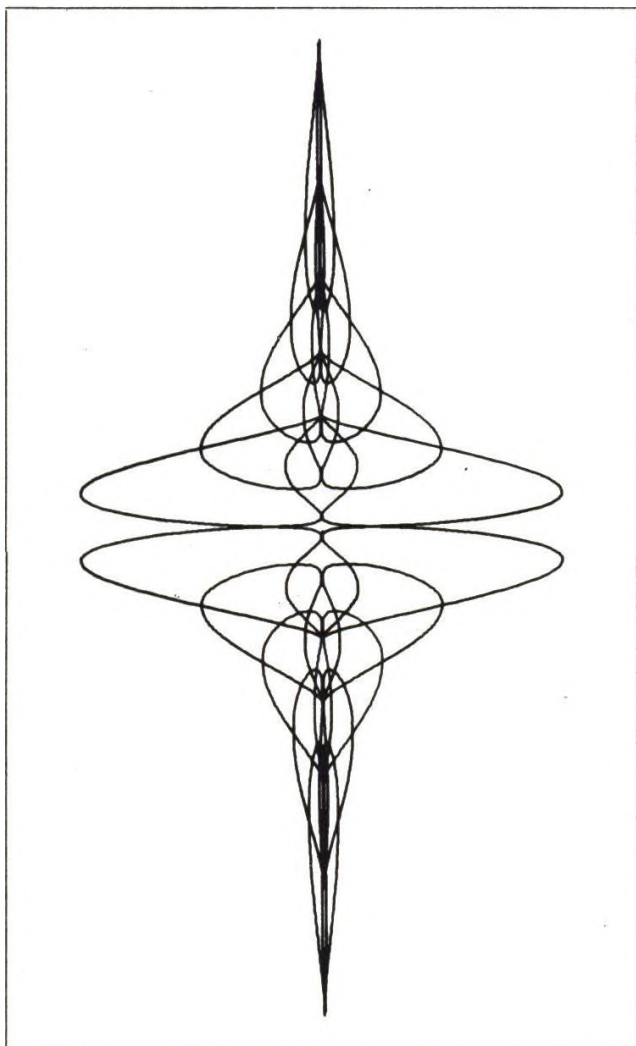


58. ábra Marc Adrian számítógépes grafikája.

A *Cybernetic Serendipity* figyelemreméltó műszó. *Serendip* Ceylon mohamedán neve, amely talán a szanszkrit *Sinhaladvipa* szóból vezethető le, vagy esetleg a *szingaléz* szóból származik. Horace Walpole, a neves angol író 1754-ben írta meg „A három serendipi herceg” c. meséjét. Ennek a főhőse véletlen és gyors felfogása révén állandóan olyan dolgokat fedez fel, melyeket nem is keresett. Jól rátalált a lényegre az, kinek az az ötlete támadt, hogy a *Serendipity* szót a kibernetikával hozza kapcsolatba és a számítógépes művészetre alkalmazza, mert a számítógépes művészet még jó ideig a véletlen és a jó elképzelések folytán olyan eredményeket ad, amelyeket nem szándékosan tűztek ki célul.



59. ábra Elektronikus számítógépes grafikai alkotás, amelyet Beckmann és Grassl 1969-ben egy technikai véletlengenerátorral és oszcillográffal, speciális reprodukciós eljárással állított elő



60. ábra Herbert W. Franke oszcillogramja, melyet egy analóg számítógéppel és egy oszcillográf segítségével állított elő

Programozott filmek

Nem hatolhatunk mélyebbre azoknak a kezdeményezéseknek ismeretében, amelyek a már leírottak szerint a számítógépes művészetnek más művészeti ágakban történő alkalmazására vonatkoznak. Nem térünk ki a számítógépes szobrokra, számítógépes balettekre, sőt a számítógépek által írt költeményekre sem. Csupán egy területet kell röviden érinteni és ez: a számítógép segítségével készült film. Már egy egész sor ilyen alkotás készült, példaként csupán John Whitney számítógép segítségével készített filmjét a *Permutations* (Permutációk) c. alkotását hozzuk fel.

Whitney a film felépítésénél a nyelv struktúrájának a koncepcióját alkalmazza. Alapelemként az abc betűjeleihez hasonló struktúraelemet használt, amelyből *szavakat* és mondatokat képzett és dinamikus grafikai alkotásainak egyéb elemeit alkotta. Kedveli a párhuzamot a zenével és ezért a kontrapunktot (ellenpontot) grafikailag, azaz a film nyelvén értelmezi. A szerkezeti elemeket kamerájával képről képre filmezi. Ezek a képernyőn jelennek meg, melyeket különböző színre hív elő, másolja és összevágja – rendkívül körülményes eljárással –, mely érthetővé teszi Whitney már említett panaszait.

A film a különböző emberekre igen eltérőleg hat: a mérnökök jobb kritikusok, mint a művészek. Ez valószínűleg azért van, mert a „*Permutations*” filmhez az elektronikus gépek „izzadságszaga” tapad. Maga Whitney is elismeri ezt.

A film ismertető részében ezen kívül még azt is elpanaszolja, hogy milyen nehéz a filmhez megfelelő zenét szerezni, vagy ahhoz hozzájutni. Saját megoldását, hogy ütőhangszeres kíséretet alkalmaz, ő maga sem találja megnyugtatónak. A zenekari muzsika aláfestő zeneként történő felhasználására vonatkozó kísérlet klasszikus zenével sikertelen lenne, ez egyszerűen nem való hozzá; a modern műveknél pedig adódnak ugyan időnként megfelelő zenei részletek, ezeket azonban teljesen oda nem illőek követnek. A képet és a zenét közös programmal kellene létrehozni.

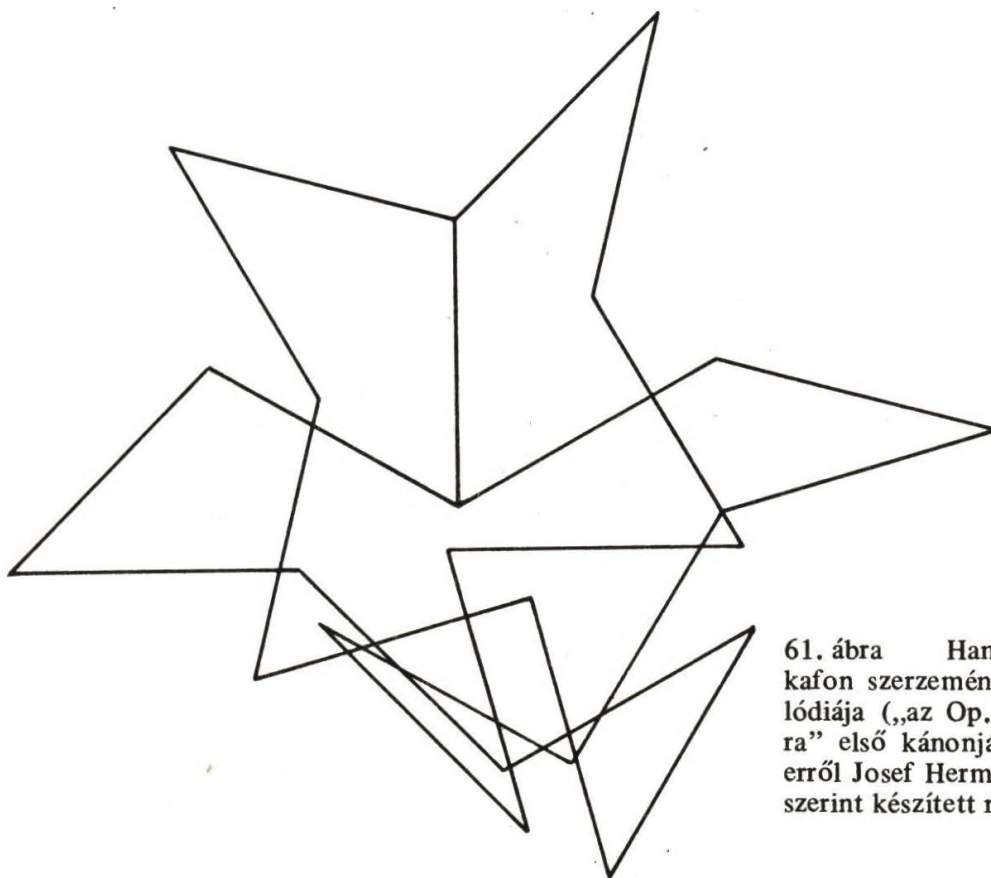
A dodekafon zene mint grafikai alkotás

Egy egészen egyszerű példán tudjuk bemutatni, hogy a hang és kép, a grafikai mű és a zenemű közti koordináció miként jöhet létre. Nem a művész kezenyomán készült ez az alkotás, hanem mérnöki kísérlet egy TV sorozat számára. Igen primitív alapkö ez, amely legfeljebb csak kezdete lehet egy lehetséges módszernek.

Hanns Jelinek egyik dodekafon zenei alkotásának a részletét Josef Hermann Stiegler algoritmikus grafikai alkotásával kombináltuk. Összehasonlítás végett bemutatjuk Stiegler egyik grafikai művét (lásd 55. ábra). Kísérletünknel csak egyetlen egy vonalból állt a rajz.

1920-ban Bécsben Arnold Schönberg és Joseph Matthias Hauer egymástól függetlenül dodekafon zeneművet írt. A dodekafon hangsor az oktáv 12 hangjából állt, véletlen sorrend szerint. A felhasznált motívum két 12 hangú skálából áll:

e	d	a	h	g	b	f	c	disz	cisz	fisz	gisz
e	fisz	h	a	cisz	b	esz	asz	f	g	d	c



61. ábra Hanns Jelinek dodekafon szerzeményének egyik melódiája („az Op. 15/6 két fuvalára” első kánonjának kezdete) és erről Josef Hermann Stiegler elvei szerint készített rajz

Stiegler alapgondolata az volt, hogy ezt a hangsort egy grafikai vonalrendszerrel képezi le. Anélkül, hogy elmélyednénk elképzelésének részleteiben és rendszerében, csupán a módszert vesszük át. Az ABC itt 12 hangból áll, s minden egyes hang a sík egy adott irányának felel meg. Valamennyi vonaldarabka azonos hosszúságú. A bemutatott két dodekafon hangsor a 61. ábra rajzának felel meg.

A hang és rajz közti koordináció csak úgy jöhet létre, hogy a dodekafon dallam minden egyes hangjának egyidejűleg egy vonalelem felel meg a rajzon,

amelyet pl. a bécsi műszaki főiskola rajzgépére lehetett programozni, és optikai berendezés segítségével filmre venni. Természetesen gyakran készítettek rajzokat zenei dallamokhoz, sőt filmeket is bizonyos zenedarabokhoz már a hangosfilm történetének kezdeti időszakában. A számítógép itt az egyszeri feldolgozástól a legbonyolultabbakig nyújt ígéretes felhasználási lehetőséget, mikor a közönségesen felülemelkedni képes, és igazi művészi alkotási lehetőségeket teremt.

E példa is azt bizonyítja, ami a számítógép esetében általánosságban is érvényes: az alapok egyszerűek lehetnek, sőt azok is kell hogy legyenek, a hatás és a probléma mindig a komplikációk és kombinációk révén áll elő.

A számítógép a vezetők munkaeszköze (Az irányítás művészete)

A nélkülözhetetlen karmester

A döntés művészete

Az abakusztól a számítógépig

A számítógép fejlődésének öt évtizede

A számítógép futurologiája

A számítógép paramétereinek fejlődése

Az adatbanktól a tervszerű vezetésig

Magánélet – ahol a számítógép veszélyessé válhat

A nélkülözhetetlen karmester

Bizonyára már nem egyszer feltették olvasóink a kérdést egy-egy, figyelmüket le nem kötő, hangverseny hallgatásakor, hogy mi a zenekart teátrális mozdulatokkal bővülő karmester funkciója, miközben az embernek az az érzése, hogy csak időnként méltatja őt egyik-másik muzsikussal egy-egy pillantásra. A karmester a zenekar-nak csupán formális reprezentánsa; az előadás kezdetekor jelt ad, s befejezésekor a közönség tetszésnyilvánítását, vagy sokszor felháborodását fogadja? Nem volnának képesek a zenészek nélküle jól játszani? Hiszen a dallamot és a tempót a partitúra már előírja. Ha csak egy alkalommal is résztvettek már egy zenekari próbán, e két utóbbi kérdésre – ha ugyan nem tekintenék abszurdnak azokat – bizonyára nem-mel felelnének, mert a partitúrában megadható pontos előírások ellenére, a karmes-ternek tág tere nyílik az adott műre vonatkozó sajátos felfogásának a realizálására.

E célra összpontosítva kell a karmesternek a zenekari próbán a zenekarral saját – tapasztalatain, intuícióján és ítélőképességén alapuló – elképzelését elfogad-tatni. Magától értetődő, hogy ez nem megy mindig kímélő és kímélő módon. A zenekar több zenésze nem érthet egyet a karmester felfogásával, véleménykülönbség állhat elő a szólisták közt is. A karmester feladata, hogy ezeket az ellentéteket elsimítsa, az egyéni törekvéseket az össz célra, nevezetesen a jó előadás megvalósítására össz-pontosítsa. Még ezzel sem merül ki azonban funkciója. Az előadás során a karmester ellenőrző és vezérlő szervként működik, amikor a koncert során folyamatosan összehasonlítja és felülvizsgálja az adott teljesítményt elképzeléseivel, azért hogy ha attól eltérnek, a zenekar számára megfelelő korrekciós utasítást adjon.

Ezek a gondolatok megvilágítják azt is, hogy milyen követelményeknek kell eleget tennie a vezetőnek, akinek a feladatai a karmesteréhez hasonlóak. Mind-ketten feladatokat tűznek ki, a döntési szabadságuknak megfelelő keretek közt, s ezt követően ellenőrzik, hogy e feladatokat optimálisan oldották-e meg?

A döntés művészete -

A következőkben a vezető tevékenységét kívánjuk kissé részletesebben elemezni, hogy megismerjük milyen segédeszköze van szüksége feladatának ellátására.

A vezető általánosságban vett feladata az, hogy az információt tevékenységgé alakítsa. Az információ a vezetőhöz érkezik, az utasítások pedig tőle indulnak ki. Ez az átalakulási folyamat folyamatos döntéshozatalból áll. Mivel a mai, bonyolult gazdasági struktúrában a tényleges és manipulált, az áttekinthető és áttekinthetetlen információk tömege áll rendelkezésre, az információk kiválasztása és értékelése a helyes döntés legfontosabb kiindulási pontja. Minél komplikáltabb és sokrétűbb a probléma felvetése, annál terjedelmesebbnek kell lenni az információnak is, amely az össz célkitűzéseket tartalmazó tervek készítéséhez és megvalósításához szükséges. Ezeknek az ésszerű résztervekre történő felosztása, tagolása, az összefüggések és

függőségek áttekintése a vezető tevékenysége szempontjából elengedhetetlenek. Megnehezíti a helyes döntéshozatalt az igen gyakori időhiány, amely szükségessé teszi, hogy speciális esetekre már *tömörített* információ álljon a lehető legrövidebb idő alatt rendelkezésre. Éppen e téren nyújt a számítógép kitűnő felhasználási alkalmat. Segítségével átfogó információrendszereket lehet felépíteni, amelyek lehetővé teszik az egyes adatok gyors rendelkezésre bocsátását, sőt az egyes döntések elemzését is, gyűrűző hatásukat is figyelembevéve.

Mielőtt mindezt közelebbről megvizsgálánk, fel szeretnénk tenni azt a kérdést, hogy a számítógép milyen mérvű fejlődésével számolhatunk, mert a vezetéstechnika eljövendő lehetőségei ettől nem választhatók el. Vessünk azonban ezt megelőzőleg egy pillantást a múltra.

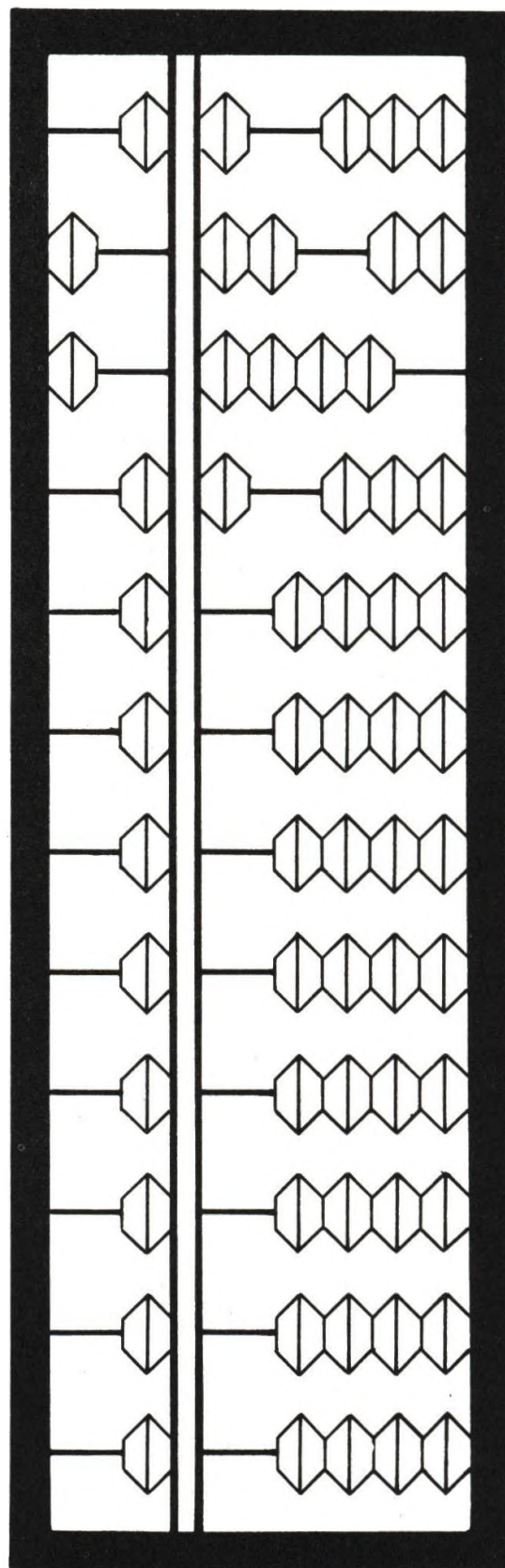
Az abakusztól a számítógépig

A vezető legrégebbi segédeszköze is számológép volt, nevezetesen az *abakusz* (62. ábra). Egyszerű szerkezete ellenére a négy alapműveletet rendkívül hatékonyan és gyorsan lehet rajta elvégezni, s még ma is konkurenciaképes számológép. Ez abból is kitűnik, hogy a japánok a számítógépekről szóló útmutatóikban nagy élvezettel mutatják be a náluk *szorobán*-nak nevezett golyós számológépüket. Az amerikai fegyveres erők lapja, a *Stars and Stripes* 1946. november 12-én egy számolóversenyt rendezett, egy japán golyós számológép és egy asztali villanyszámológép között. A számológépek kezelői voltak: Kiyoshi Matshuzaki abakuszmester, a japán postahivatal takarékpénztárának alkalmazottja és Thomas Nathan Wood közkatona, a Mcarthur tábornok főhadiszállásán működő 240. számú pénzügyi csoport tagja. Woodot egy válogatóverseny során választották ki a haderő számológépkezelői közül. A golyós számológép, az abakusz oly hatásos győzelmet aratott az asztali villanyszámológép fölött, hogy a katonaujság a „számológépkorszak hanyatlásáról” írt. Csak a szorzásnál nyert az asztali számológép, a másik négy feladat-csoportban a golyós számológép mestere gyorsabb volt. Álljon itt példaként néhány adat:

	Golyós számológép	Villanyszámológép
Összeadás	1 perc 15 mp	2,00 perc
Kivonás	1 perc 00 mp	1 perc 50 mp
Szorzás	2 perc 44 mp	2 perc 22 mp
Osztás	1 perc 36 mp	1 perc 48 mp
Vegyes feladatok	1 perc 21 mp	1 perc 27 mp

Nyilvánvaló, hogy a számítógép műveletvégző sebessége mind az elektromos számológépeket, mind a kézi, golyós számológépeket felülmúlta, de az abakusztól mindenekelőtt nem a gyorsaságot, hanem az ember és a gép közötti együttműködést kell megtanulni. A villanyszámológépnél nem tehetünk többet, mint

62. ábra Abakusz – szuanpan – scsoti – szoroban. A számoló pálcikák Kínában már i. e. 1100-ban ismertek voltak. Az európai ókorban az abakusz terjedt el. A Szovjetunióban a scsotit még ma is gyakran használják. Japánban a képünkön ábrázolt szorobant a számítástechnikai gondolkodásba és tudományba integrált eszköznek tekintik



hogy az adott értékeket mechanikusan beállítjuk, a műveleti utasítást végrehajtó gombot lenyomjuk és az eredményt leolvassuk. A golyós számológépnél a mechanikus és szellemi tevékenység közt nincs éles, pontosan meghúzható határvonal, míg ujjaink a golyósszámológép golyóit mozgatják, agyunk vele együtt dolgozik, rövidítési lehetőségek után kutat, képzelettársítás révén, amely nemcsak gyorsíthatja a munkát, de a számolás megbízhatóságát is növeli, s ugyanakkor ébrentartja a műveletet végrehajtó belső, szellemi együttműködési készségét. A golyós számológéppel történő számolás e sajátossága az oka annak, hogy a japánok többnek tekintik ezt egy célszerű hobbynál; a szellemi tréning filozófiáját teremtik meg segítségével.

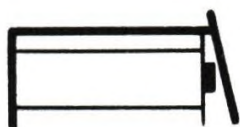
A számítógépet az elkövetkezendő tíz évben – különösen ott, ahol a vezetés eszközeként alkalmazzák – az emberrel ily módon együttműködve fogják felhasználni. A számítógépes előfizető rendszer lehetővé teszi ezt mind műszaki, mind gazdasági szempontból: az abakusz kis számológolyói helyébe a képernyők segítségével megjelenő jelek és képek lépnek, s míg agyunk tizedmásodperces lépésgyorsasággal dolgozik, a számítógép a feltett kérdésre egy milliárdod másodperces sebességgel válaszol, s időközben felhasználja a várakozási időt egy másik felhasználó számára.

A golyós számológéppel szemben az első, valóban döntő előrehaladást a XVI. században érték el. Wilhelm Schickart a matematika, a csillagászat és a bibliai nyelvek professzora, Kepler unszolására megszerkesztette az első számológépet. Ez már igen figyelemreméltó képességekkel rendelkezett. Négyműveletes gép volt, azaz mind a négy alapműveletet el lehetett vele végezni. Ezenkívül már használták az automatikus tizedesátvitel alapelvét is. Ha az egyik fogaskerék egy teljes fordulatot tett, akkor a 9-ről 0-ra való fordulásakor a mellette haladó fogaskerekeket is egy értékkel továbbította. Pascal és Leibniz is ekkor készített számológépeket, az utóbbinak sikerült a bináris számrendszert újra felfedezni. Leibniz a variációkról szóló „*I-CHING*” c. kínai könyvben talált rá. Mindebből nyilvánvaló, hogy a kettes számrendszer már jó néhány ezer éves. A XVIII. század végén kezdték meg a számológépek szerkesztését s ezzel rohamos fejlődés indult el.

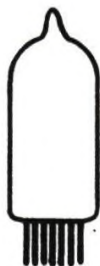
A számítógép fejlődésének öt évtizede

Valamely technikai tárgy története nem más, mint a technológiájának története. A technológia története pedig elsősorban az egyes alkotóelemek történeti fejlődésétől függ. A számítógép esetében több évtizedre terjedő fejlesztő tevékenység ez, amelyet a 63. ábrán vázlatosan mutatunk be. Ennél az ábránál nem térünk vissza a XIX. századra, csupán 1935-től kezdjük, amikor az első, relékből összeszerelt számítógépet elkezdtek építeni. A relék milliszekundumos sebességgel (ezredmásodperces gyorsasággal) dolgoznak. A számítógépkorszak igazi kezdete – legalábbis a technológia oldaláról nézve – 1945-re tehető, amikor a reléket felváltották az elekt-

1935 msec



1945



1955 μ sec



1965

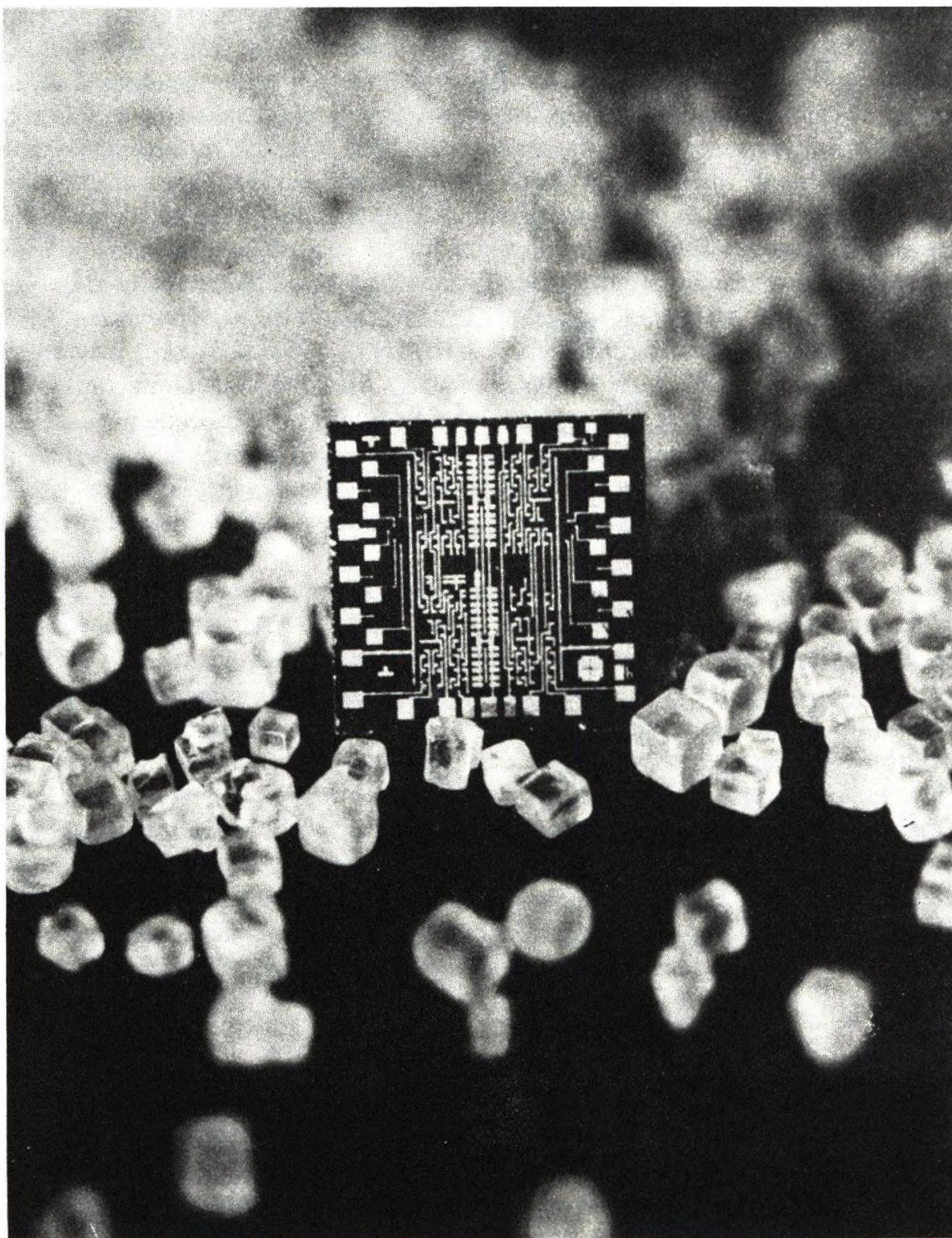


1975 nsec

1985

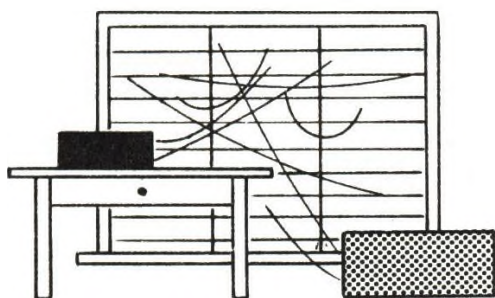
1995 psec

63. ábra Az egyes áramköri kapcsolóelemek egyre kisebbek lesznek, egyre gyorsabbá válnak. A fényláb időegység: 1 nsec, azaz a másodperc milliárdnyi része. A másodperc egybilliomod része alatt a fény csak egy női hajszál vastagságának megfelelő utat tesz meg. Ha nem akarjuk, hogy a fénysebesség határa miatt a számológépekben a műveletek késlekedjenek, akkor a számológép mérete sem lehet ennél nagyobb

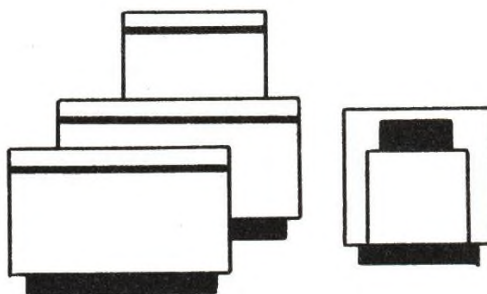


64. ábra 55 áramköri elem található ezen az integrált áramkörön. Az áramkör mellett elhelyezett kristályok sókristályok, a méretösszehasonlítás célját szolgálják

1938 - 1948



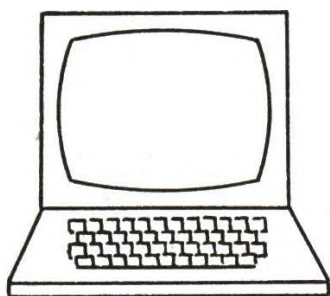
1948 - 1958



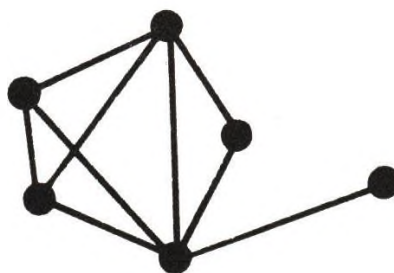
IF A > C THEN F := Q + R
N := N + 1
GOTO EINGVAR

1958 - 1968

1968 - 1978



1978 - 1988



65. ábra A számítógép fejlődésének 50 éve, a múltban és jövőben.

1938–1948 hőskor: megy már a dolog!

1948–1958 az ipari gyártás korszaka: az elektronikus szakemberek dominálnak.

1958–1968 univerzális programnyelvek: a matematikusok dominálnak.

1968–1978 konzolok és problémaorientált nyelvek: a felhasználó társalgási üzemmódban kommunikál.

1978–1988 nyilvános számítógépes hálózatok: előfizetési rendszer, mint ma a távbeszélőnél

roncsövek. Ezzel a kapcsolási idő már egymilliomod másodpercre csökkent. 1955-ben a csöveket a szilárdtestek fizikájának akkori legújabb vívmánya, a tranzistor váltotta fel, s ezzel eszményi szerkezeti elemet találtak a számítógépekhez. A technika fejlődése azonban nem állt meg. Így a tranzistorok konstrukciója is erősen megváltozott. Lehetővé vált, hogy egyre kisebb térre integrálják a különböző áramkörü elemeket (64. ábra). Mivel a fejlődésnek ez a trendje még mindig tart, arra számíthatunk, hogy 1975-ben már a nanoszekundum lesz a számítógépek normális műveleti ideje. Egy nanoszekundum a másodperc egymilliárdnyi része. Ezt az időegységet már „fénylábnek” is nevezhetjük, mert a fény a másodperc egymilliárdnyi része alatt kb. 30 cm távolságot (mintegy egy lábnyi hosszat) tesz meg. Mivel a fényév a távolságmérés egyik alapegysége, a „fényláb” is lehet időmérték. A fénysebesség azért oly jelentős, mert semmiféle információt nem lehet a fénysebességnél gyorsabban továbbítani. A fényláb sebesség elérése fordulópontot jelent a számítógép fejlődéstörténetében, mert ettől kezdve a sebességet növelni csak az áramkörü utak megfelelő mértékű lecsökkentésével lehet. Joggal feltételezik, hogy az elkövetkezendő 20 évben, tehát 1995-ig a pikoszekundumos technológiát is megvalósíthatjuk. A pikoszekundum a másodperc egybilliomod része. Idő ez még egyáltalán? Nos, időtartam ez is, mégpedig annyi, amennyi idő alatt a fény egy női hajszálon áthalad, mégpedig nem hosszában – mint azt gyakran tréfásan emlegetik –, hanem átmérője irányában. A számítógépek fejlődése mégsem csupán a szerkezeti elemek szempontjából érdekes. A fejlődés jellemzése szempontjából a legfontosabb az, hogy a különböző korszakokban az adatfeldolgozást milyen területeken alkalmazták (65. ábra). Az 1938-tól 1948-ig terjedő évtized a hőskor tíz éve volt. Kísérleti gépeket szerkesztettek, gyakran különös, szinte félelmetes formájúakat. Bebizonyították, hogy a számítógép megvalósítható. Ezzel véget is ért a pionír-korszak. Az 1958-tól 1968-ig terjedő évtizedben mindenekelőtt a programozás kérdéseivel foglalkoztak. Az automatákkal foglalkozó elmélet és a programnyelvek problémái kerültek előtérbe. A fejlesztő tevékenység ezirányban talán túl messzire is haladt. Mindenesetre ma bizonyos visszafejlődés tapasztalható e téren, mert az az általános törekvés érvényesül, hogy a számítógép ne csak a legképzettebb, specialisták részére álljon rendelkezésre, hanem az átlag emberek számára is. Ez azonban csak akkor lehetséges, ha egyszerű eszközök segítségével tudjuk a számítógépet használni.

A számítógép futurologiája

Milyen irányban fejlesztik a számítógépet az elkövetkezendő 20 évben? E kérdés megválaszolásánál azokból a tényekből indulunk ki, amelyek ma tendenciaként érvényesülnek, s a következő 10 évben a fejlődést jellemzik. 1968 és 1978 között azt várhatjuk, hogy a programozás már nemcsak a programnyelvek segítségével történik, hanem kihasználják az összes, rendelkezésre álló optikai berendezések adta lehetőségeket, amikor a felhasználó a képernyő segítségével tart kommunikációs

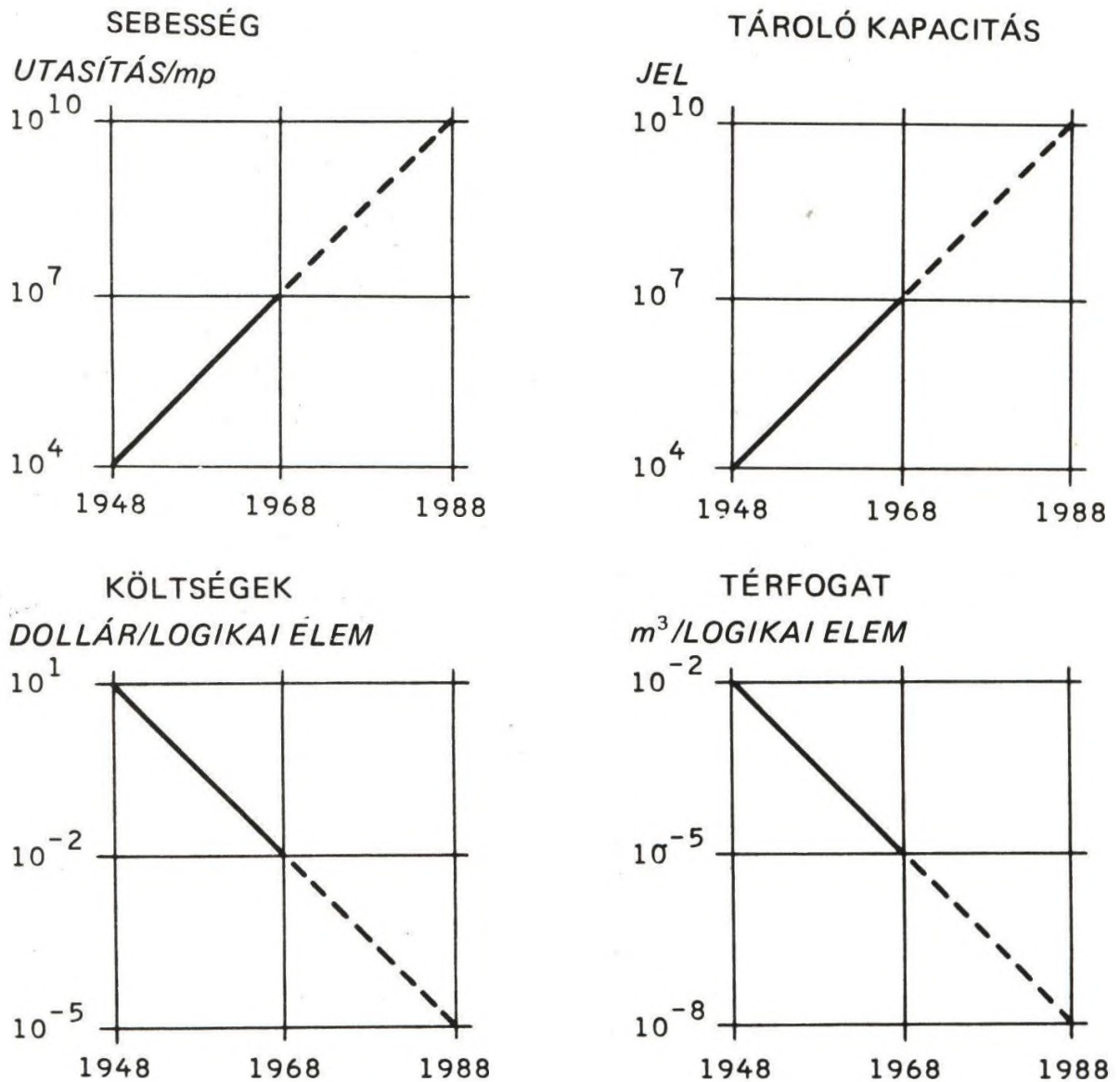
kapcsolatot a számítógéppel és ily módon közvetlenül maga is láthatja, hogy utasításai milyen hatást váltottak ki. Ez a fejlesztő tevékenység kéz a kézben halad a számítógéphálózat kiépítésével, amikor a számítógépek rendkívüli gyorsaságát arra használják fel, hogy az előfizetők rövid időközökben rendelkezhessenek a számítógéppel, más társelőfizetők munkájának zavarása nélkül. Ez nemcsak a számítógép műveleti gyorsasága miatt alakul így, hanem az ember viszonylag lassú reakciói miatt, illetve azért, mert a problémákat át is kell gondolni. Az ehhez szükséges időt nem fecsérlik el, hanem a hálózat egy másik előfizetőjének rendelkezésére bocsátják a gép szabad kapacitását. Ha valamennyi előfizetőnek együttesen sem sikerül a számítógépet teljesen leterhelni, még mindig végezhet a gép műveleteket a tárolóban lévő más programok alapján. Az ezt követő évtizedben 1978–1988 közt a fejlődés egy másik irányban indul meg, amely már ma is megkezdődött, nevezetesen az adatfeldolgozó gépeknek óriási hálózattá, mégpedig nyilvános hálózattá történő kiépítése irányában. Ez azt a lehetőséget teremti meg, hogy a számítógépes hálózatot ne csak valamely intézményből, vagy intézettől lehessen lekérdezni, hanem a lakásokban is terminálokat helyezhessenek el. Így már viszonylag a közeljövőben különböző programokat és adatokat kaphatnak közvetlenül a nyilvános számítógépes hálózatról.

Óriási tevékenység folyik a különböző adatfeldolgozó berendezések gyártása és forgalombahozatala területén. A számítógépgyártó cégek százai, a kiegészítő berendezéseket, perifériákat gyártó cégek ezrei és a felhasználók tízezrei foglalkoznak a számítógéppel. Egyikük sem számolt ezzel a nagyarányú fejlődéssel. Így marad ez a jövőben is?

A számítógép paramétereinek fejlődése

A prognosztika, a jövő előrejelzése mindig érdekes volt, és az is marad. A delphoi jósdától kezdve a kristálygolyóból és kávézaccból jósoló cigányasszonyon át egészen a modern futurologiáig. A mérnök a prognózisokat meglehetősen bizalmatlanul fogadja, kételkedik megbízhatóságukban. Számára csak egyetlenegy prognózistípus tűnik elfogadhatónak: a trendgörbék extrapolálása, különösen akkor, ha ezek egy egyenessel ábrázolhatók. Miként a tehetetlen test megmarad egyenesvonalú mozgásában, ha valamely erő nem hat rá, feltételezhetjük, hogy a fejlődés is egyenesvonalú lesz, ha nem áll elő semmiféle váratlan zavaró hatás. A számítógépnél felmérhető növekedési folyamat egy egyenessel ábrázolható, ha logaritmikus léptékkel ábrázoljuk. Így jártunk el már a 26. ábránál is, amikor a számítógépek tárolóinak és egy nagy könyvtárnak (mely maga is tárolónak fogható fel) a növekedési rátáját vizsgáltuk. Ha a könyvtár állománya 1950-ben valamivel több mint egy millió könyv volt, 2050-ben a könyvtári állomány 100 millióra tehető, ha a növekedési rátát kb. négy százaléknak vesszük. Bármennyire is imponáló egy ilyen növekedési ráta, úgyszólván semmi a számítógépek tárolóinak fejlődéséhez viszonyítva, mert

ezek növekedési rátája 40%. A számítógép központi tárolójának kapacitása kb. két évenként megkétszereződik. Így húsz év alatt a kapacitást ezerszeresére lehet növelni. A húsz év alatti ezerszeres növekedést a 66. ábrán is láthatjuk, ahol megkíséreltük a számítógép általános fejlődését négy paraméter segítségével bemutatni. Vizsgáljuk csak meg a számítógép műveleti sebességét. 1948-tól 1968-ig a műveleti



66. ábra A legfontosabb számítógép-paraméterek (a nagygépek is)

Gyorsaság = 10^{4+3} (év-1948)/20 utasítás másodpercenként

Kapacitás = 10^{4+3} (év-1948)/20 jel a fő tárolóban

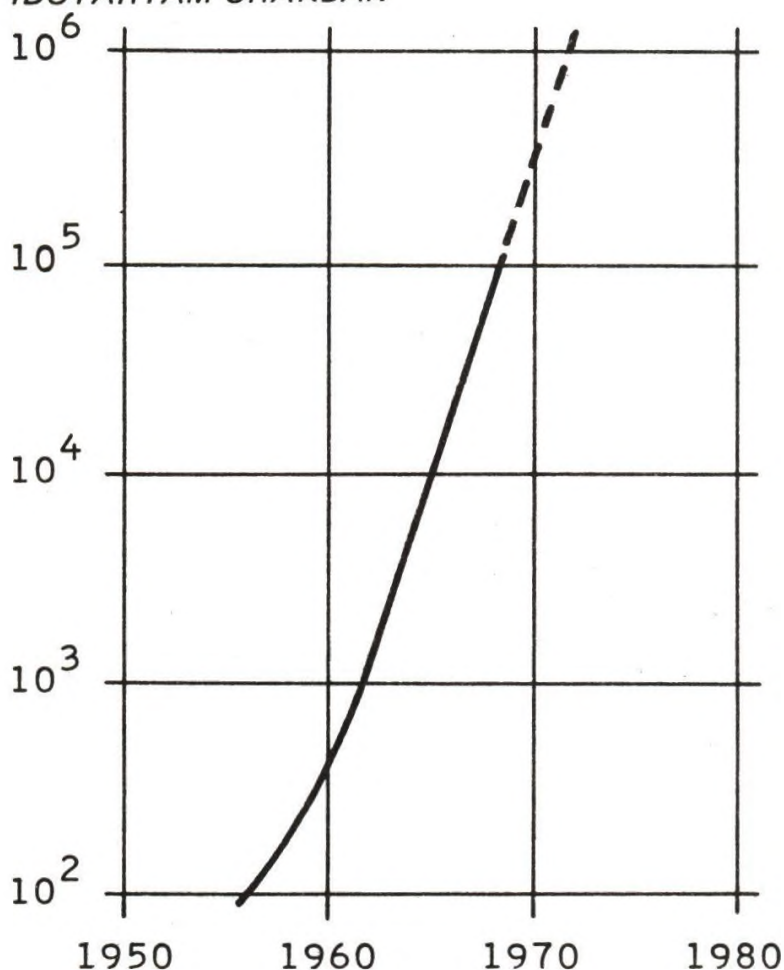
Költségek = 10^{1-3} (év-1948)/20 dollár/logikai- vagy tárelem

Térfogat = 10^{-2-3} (év-1948)/20 m³/logikai- vagy tárelem

A számítógép ugyanolyan nagy és ugyanolyan drága (vagy olcsó) marad, de húsz évenként sebessége és tárolókapacitása ezerszer nagyobbá válik

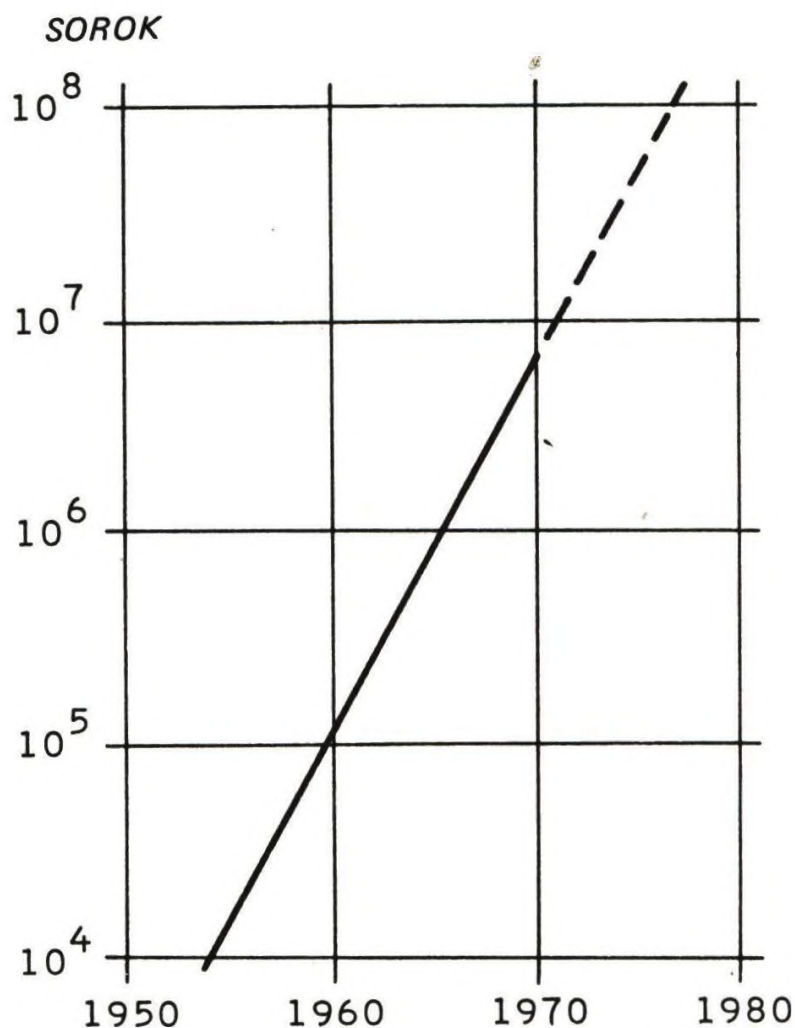
sebesség a végrehajtott utasítások viszonylatában a másodpercenkénti tízezerről tízmillióra nőtt, s okkal feltételezzük, hogy az elkövetkezendő húsz évben, 1988-ig további növekedésre számíthatunk, egészen a másodpercenkénti tíz milliárd műveletig. A technikai fejlődés, a tárolók nagysága és műveleti gyorsasága tekintetében megfelel az egyes alkotóelemek műszaki fejlődésének is. A szerkezeti elemek mérete

**KÉT EGYMÁST KÖVETŐ ÜZEMZAVAR KÖZTI
IDŐTARTAM ÓRÁKBAN**



67. ábra A megbízhatóságnak a nagyobb sebességgel együtt növekednie kell. Az olyan kritikus alkalmazási esetekben, mint a folyamatvezérlés és az űrhajózás rendkívül sikeresnek bizonyult a számítógép

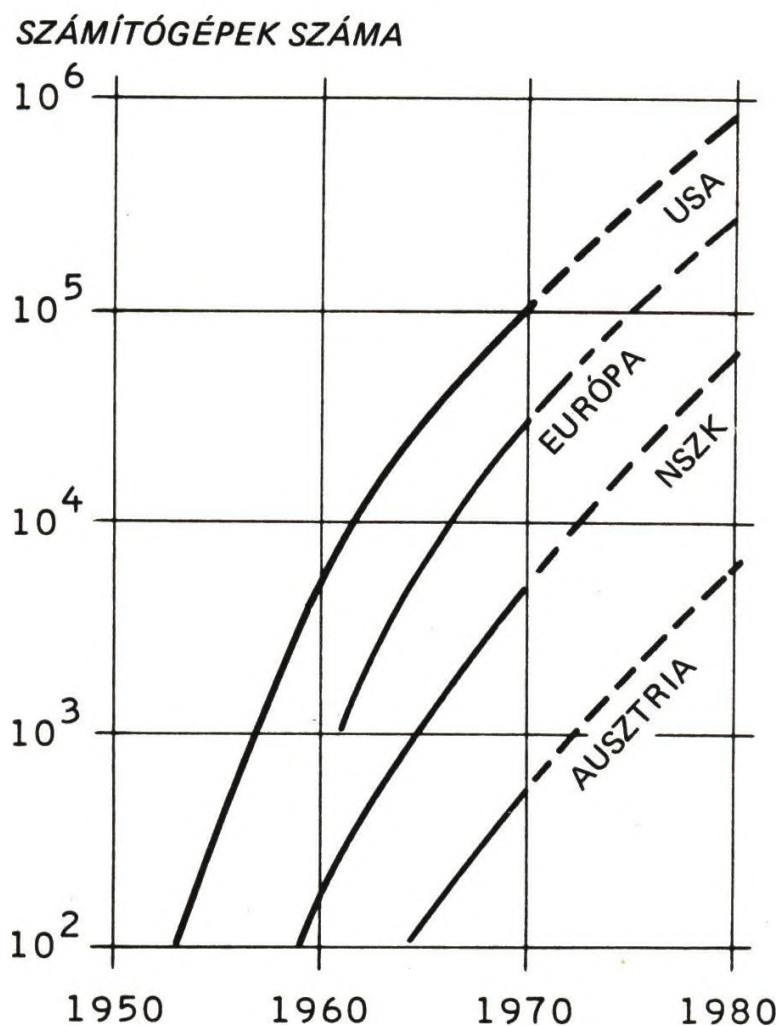
(a 66. ábra jobboldali alsó diagramja) az 1968-ig terjedő húsz év alatt mintegy ezres tényezővel lett kisebb. A mikrotechnológia bevezetésével lehetővé válik, hogy 1988-ig a méretek újabb ezres tényezővel legyenek kisebbek, így az egyes szerkezeti elemek – függetlenül attól, hogy logikai áramkörü elemekről vagy tároló elemekről van szó – 1948-hoz viszonyítva térbeli igényük tekintetében egymilliomod részükre zsugorodnak. Hasonló kedvező fejlődésről számolhatunk be gazdasági szempontból is. Egy logikai áramkör vagy egy jel tárolásának a költségei az 1948-tól 1968-ig



68. ábra A működtetéshez szükséges programok növekedése. Programigény = $= 10^{4+1(\text{év}-1954)/6}$ sornyi program. A számítógépek száma – melyek közt a software költségek megoszlának – nem növekszik ily gyorsan.

terjedő időszakban ezredrészükre csökkentek, és a már említett mikrotechnológia azt a reményt kelti, hogy az elkövetkezendő húsz évben az egyes szerkezeti elemek költségeinek további csökkentése várható a költségek mintegy ezred részére, s így a költségek összcsökkenése eléri az egymillió nagyságrendet (66. ábra baloldali alsó diagramja). Ezt a műszaki fejlődést az egyes szerkezeti elemek biztonságának növekedése kell hogy kísérje, mert értelmetlen dolog lenne, ha a műveleti sebesség növelését a gyakori géphiba csökkentené.

Sikerült a számítógépek megbízhatóságát is növelni – beleértve az űrhajózásnál vagy a műszaki folyamatok vezérlésénél használt egységeket –, mint azt a 67. ábra mutatja. Húsz évnél rövidebb idő alatt ezerszeresen nő a megbízhatósági faktor. Ilymódon a hardware, az áramköri technika fejlődése kedvező egyensúlyban áll. Húsz év múlva várható olyan számítógép előállítása, amely a ma elérhető gépekhez képest, ezerszer gyorsabban dolgozik, ezerszer akkora a kapacitása, legalább



69. ábra Gyorsan nő a számítógépek száma, kb. három évenként megkétszereződik

azonos a megbízhatósága, kb. azonos a beszerzési ára és tényleg is hasonló. A holnap számítógépének a gépterme ugyanakkora lesz mint a ma használt gépeké, amilyen az 1. sz. ábrán látható. Ha a hardware fejlesztése harmonikusnak is tűnt, sajnos nem áll mindez ugyanilyen mértékben a software fejlesztésére. A számítógépek üzemeltetéséhez szükséges rendszereknek a terjedelmét, nagyságát a vezérlőprogramok programsorainak a száma fejezi ki. Valamivel kevesebb, mint húsz év alatt a programsoroknak a száma tízezerről tízmillióra emelkedett. A felhasználók gyorsan növekvő igényei alapján feltételezhetjük, hogy ez a trend megmarad, és még 1988 előtt egy ilyen vezérlő programhoz tízmilliárd sorból álló programot kell készíteni (68. ábra). Ez igen súlyos problémát vet fel, mert a költségek a sorok számával együtt nőnek, s így az üzemeltetési költségek is növekednek a programsorok számával együtt. Az üzemeltetési rendszerek tehát egyre drágábbak lesznek. Szerencsére itt is van egy ellenkező irányú fejlődés, és ez a számítógépek számának a növekedése; mert minél több számítógép képes azonos rendszerben dolgozni, annál olcsóbban tud a felhasználó is dolgozni. A számítógépek darabszámának növekedése az

egész világban igen hasonló. A számítógépek számának növekedését a 69. ábrán logaritmikusan ábrázoltuk. Az Európa, a Német Szövetségi Köztársaság, valamint Ausztria számára megadott trendgörbék az Egyesült Államokéhoz hasonló tendenciát mutatnak, és a prognózis szerint húsz évnél is rövidebb idő alatt félmillióra emelkedik a számítógépek száma. Ez óriási értéknövekedést jelent. Ezzel a számítógépes ipar volumene lényegesen gyorsabban növekszik mint az elektronikai vagy elektromos iparé. Ennek a fejlődésnek a jelentőségét nem lehet túlbecsülni, mert az ötszázezres számítógéppark nemcsak a számítógépes cégek ügynökhíánának üzleti praktikájaként áll majd elő, s nem is a technika pestisének a jele, ez a szám csupán a jövő feladatok ellátásához szükséges számítógépigényt jelzi.

Az adatbanktól a tervszerű vezetésig

A számítógép fejlődésére adott prognózisok rávilágítanak arra, hogy a technika mily nagyszerű munkaeszközt adott az egyre bonyolultabbá váló vezetési problémák megoldására. A tárolók nagysága, a műveleti sebesség, a megbízhatóság és a költségek e feladatok megoldása szempontjából döntő jelentőségűek. A számítógépes, előfizetési hálózat mindezen túl lehetővé teszi a számítógépekkel való könnyű kommunikációt.

Mit jelent ez a fejlődés a vezetés szempontjából? Mivel a vezető számára az információ az a nyersanyag, amelyből döntéseivel végtermék: utasítás és akció lesz, mindenekeelőtt arról kell gondoskodni, hogy az információ mindig a megfelelő mennyiségben álljon rendelkezésre, mert a túl sok éppoly rossz belőlük, mint a túl kevés. Túl sok részlet esetén gyakran igen nehéz áttekinteni a lényegét. A vezetőnek az az igénye, hogy a döntéshez szükséges és éppen elégséges információk tömege álljon rendelkezésre, a számítógép pedig éppen ebben nyújt értékes segítséget. Ez az adatbankok szervezéséhez vezet, amelyekben a vállalatokhoz érkező vagy magában a vállalatban előálló információt megfelelő módon tárolják. Természetesen csak olyan adatokat lehet e rendszerben tárolni, amelyek egy későbbi időpontban valamilyen formában konkrét információul szolgálhatnak. A személyi nyilvántartás vagy termelés területéről éppúgy tárolhatnak adatokat, mint pl. irodalomjegyzékeket, bibliográfiákat. Egyetlen adatbank önmagában nem lenne elég hasznos. Ehhez még software-re is szükség van, azaz olyan programokra, amelyek az adatok ésszerű csoportosításával sokatmondó, tartalmas információkat adnak, melyek a hatékonyan működő vezetési információs rendszerhez elengedhetetlenül szükségesek.

Éppen ezeken a programokon múlik az, hogy hol húzzák meg az ilyen információrendszerek határát, mert a számítógépek fejlődésének-trendjéből már láthatuk, hogy a hardware szempontjából nem kell korlátokkal számolni. A számítógép már ma is a vezető nélkülözhetetlen munkaeszköze igen sok vállalatnál. A nagyvállalatoknál többnyire adminisztratív munkaterületeken és a tervezésnél alkalmazva biztosítja azt a nagyfokú rugalmasságot, amelyet régebben csak a kisvállalatoknál

lehetett elérni. A jövőben azonban nemcsak a kereskedelmi, értékesítési ügyvitelben, hanem a vállalat számos munkaterületén válhat hasznossá a számítógép.

Ebben az összefüggésben arra kell ügyelnünk, hogy a vállalatnak ne csupán egyes munkaterületei építsék fel adatbankrendszerüket. Ez a tendencia gátolja az univerzális adatbank megszervezését, s gyakran ott érvényesül, ahol az adott cég egyes osztályai különböző időpontokban már bevezették az elektronikus adatfeldolgozást.

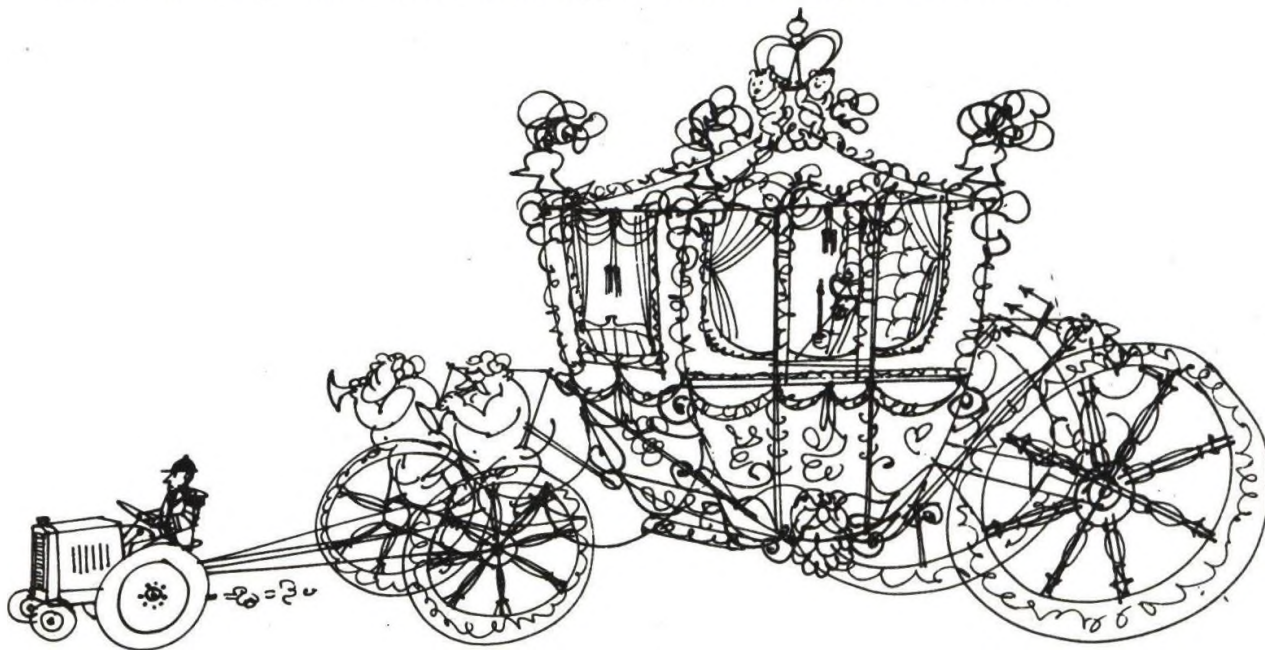
A számítógép a jövőben nemcsak a vezetőket látja majd el információval. A vállalat valamennyi dolgozója megkérdezheti a számára szükséges adatokat a központi adatbanktól. Ez éppúgy előfordulhat a gyártástervezésnél, mint az üzemi könyvtárban, egy adott könyv kikérésénél. A tervosztály vezetője információkat kereshet arra vonatkozólag, hogy a tervezett eredményadatok megfelelnek-e a vállalatot átfogó össztervnek és a személyzeti osztályvezető rövid időn belül a legkisebb részletekre kiterjedően megismerheti az új munkabérterv kihatását, mert a számítógép ezeket szimulálja. Ez a fejlődés az üzemen belül történő események egy eddig soha nem ismert áttekinthetőségéhez vezet; és a döntéshozatalt csak arra a területre korlátozza, ahol az ember pótolhatatlan – amely feladatot sohasem lesz képes tőle átvállalni a számítógép: nevezetesen az intuícióna.

Ha a döntésnél a tapasztalatot, információt és intuíciót vesszük alapul, akkor megjósolhatjuk, hogy az információt – a jövőben még a tapasztalati értékeket is – a számítógép bocsátja rendelkezésünkre. Az intuíció azonban – amelynek alapján a vállalatvezető a rendelkezésre álló információ és tapasztalati értékek ellenére egy a várttól már egészen eltérő magatartás mellett dönt – mindig a vezető munkakörben dolgozókra marad. Éppen ez az intuíció, ez az előresejtés – amelynek alapját a vezető sokszor maga sem ismeri – lehet a vállalat nagy sikereinek kiindulópontja. A számítógép mindig csak olyan információt szolgáltat, amelyet az előre megadott logikai kapcsolatrendszer alapján a rendelkezésre álló adathalmazból le tud vezetni. Ebben az értelemben kell a gépek által kiszámított prognózisokat is értelmezni. A várható információ minősége azonban sohasem lehet jobb, mint a rendszerbe bevitt adaté.

A szimulációs programok már ma lehetővé teszik, hogy a számítógépben leképezzük a nagyvállalatot, valamennyi osztályával és az általunk megvalósítandó feladatokkal együtt. Ezzel könnyebbé válik a szerteágazó, üzemen belüli döntések modellen történő tanulmányozása, mert anélkül, hogy a döntéseket végrehajtották volna, a döntések valamennyi hatását át lehet tekinteni. Az ilyen szimulációs modelleket az utóbbi időben – különösképpen a vezetőképzésnél – vezetői játékoknak hívják, melyek nagy jelentőségűek, jóllehet itt a játék szó a gyakorlati felhasználással történő szembeállításra utal. Az elektronikus adatfeldolgozás bevezetése lehetővé teszi, hogy az így kigondolt, áttekinthetetlen és szerteágazó struktúrájú gazdasági modelleket is tanulmányozhassuk, mert a modellek a gazdasági élet valós adottságaihoz igen hasonlítanak. Így vizsgálják a vállalkozói döntések hatását és ezek összefüggéseit a modelleken, és így szerzik meg a gyakorlathoz szükséges tapasztalatot.

A vezetői játékokban és gyakorlatban nemcsak kereskedelmi problémákkal kapcsolatban léteznek szimulációs modellek. A vállalatok műszaki osztályai pl. a fejlesztési és termelési osztály számára egyre inkább szükségessé válik a számítógép, mert így kockázat nélkül meg lehet vizsgálni az új műszaki elképzeléseket, ezek alkalmazhatóságát és hatását. Egy repülőgép szárnyfelületének rezgési karakterisztikája, egy bonyolult gyártási folyamat, vagy egy sok részfeladattal foglalkozó tervezőrendszer vezetési rendszerét ma már könnyen szimulálhatjuk – hogy csak néhány példát említsünk.

A vezetés számára további segítséget nyújt a számítógép, nevezetesen olyan rendszereket, amely a meglévő adathalmaz értékelése révén trendeket számít és ezek extrapolálásával, meghosszabbításával az eljövendő fejlődésre vonatkozó prognózisokat kaphatunk. Egy egyszerű példán láthatjuk, hogy mily nagymértékben segíti ez a döntés előtt álló vezetőt. Vizsgáljuk meg egy olyan politikus döntését, akinek döntését az éppen most folyó választás kimenetelétől kell függővé tenni. Feszült figyelemmel várja az eredmények közlését. Hála a választási előrejelzésnek, amely a már meglévő részeredmények alapján előre jelzi a végeredményt, képes dönteni, még mielőtt az összes szavazatot megszámlálták volna. Így értéket, időt nyert. A költségvetést a régi és a jelenlegi adóbevételek hosszútávú prognózisára kell építeni. Ezek mind olyan feladatok, amelyeket a velük kapcsolatos számítási folyamatok miatt, számítógép nélkül, csak nagy késéssel lehetne megvalósítani, s így az adott eredmények értéke csökkene, vagy az adatok érvényüket veszítenék.



70. ábra A számítógép legkedveltebb, de helytelen alkalmazási formája az, amikor egy különben teljesen változatlan üzemben kerül felhasználásra. A számítógépnek és környezetének egy egészet kell képeznie. Ugyanezt a hibát sajátos és még kevesbé látható módon is elkövethetjük a programozásnál: a legújabb számítógépek sokszor régebbi programokat vonszolnak (Paul Fora rajza)

Ma már sokféle olyan különböző rendszer áll a vezetők rendelkezésére, amely az információkkal, a szimulációval és a prognózisokkal szemben támasztott igényeket kielégíti, felhasználásuk már holnap szükségessé válik. A hosszútávú tervek készítése és ellenőrzése napjaink legfontosabb feladata. Ezenél a számítógép nélkülözhetetlen, segítsége nélkül az Apolló-terv problémáinak a megoldása, a holdra érés sem sikerült volna. Nincs távol az az idő, amikor a bonyolult állami apparátus is átáll a számítógépek alkalmazására. Óriási méretű adatbankokra lesz szükség, hogy az egyes minisztériumokban felhalmozódó információ-tömeghez a számítógépen keresztül hozzáférhessenek. Ezt a hatalmas feladatot nem lehet máról holnapra megvalósítani, de a várható siker igazolni fogja a költséggráfordítás helyességét. A modern vezetés valamennyi itt feltárt lehetősége alkalmazást nyer majd az állami hivatalokban is. A vezető munkaerők megszabadulnak azokról a feladatokról, amelyeket a számítógép sokkal jobban tud elvégezni és több figyelmet szentelhetnek a munkaerő, a személyzeti munka pszichológiai aspektusainak, melyek kiemelkedő jelentőségét (az adott kollektíva maximális sikere szempontjából) csak az utóbbi időben ismerték fel teljes mértékben. A munkatársak motiváltságát, a tőlük elvárt feladatok iránti buzdítást, a mozgósítást jobban figyelembe kell venni; és több figyelmet érdemelnek az emberek közti kapcsolatok is, mint az ma általános. A főnök – beosztott közti viszonyt inkább csoportmunka – brainstorming – viszonyra kell átalakítani, ha optimális termelékenység a célunk. A számítógép olyan munkaeszköz, amely alkalmas arra, hogy egy adott szervezet vezetési módszereit szakszerű alapokra helyezze, de a vezetőknek olyan emberi tulajdonságokkal is kell rendelkezniük, amelyek segítségével megoldják a vezetés pszichológiai problémáit.

Magánélet – ahol a számítógép veszélyessé válhat

Az adatbankok és információrendszerek szervezésével összefüggésben az utóbbi időben a „Privacy” (magánélet) fogalmával is foglalkozni kell, mert a személyiség, a magánélet szférájának a védelméről van itt szó. Különösen az államigazgatás terén szervezendő adatbankok esetében fontos ez, ahol a tárolandó adatok szorosan kapcsolatosak az állampolgárok magánéletével. S ezeket a jogtalan hozzáféréstől és visszaélés-szerű feldolgozástól védeni kell. Még a magánvállalkozások terén is – különösen a személyzeti osztályoknál, ahol a dolgozóra vonatkozó információkat tárolják – ügyelni kell arra, hogy ezek ne állhassanak illetéktelenek rendelkezésére. Hogy egy illetményjegyzék készítéséről vagy a bűnügyi nyilvántartás egyik kivonatáról van szó – mindegy, mert világos, hogy az ilyen jellegű információk illetéktelenek kezében nagy károkat okozhatnak. Bármennyire is bonyolult legyen az eddigi, részben tárolt információrendszer, valószínűleg nagyobb biztonságot nyújt – éppen körülményessége miatt – a visszaélésekkel szemben. Sok helyen tárolnak részinformációkat, s ha már valakinek sikerülne is valamely osztály feljegyzéseibe jog-

talánul betekinteni, ezzel még mindig nem állna rendelkezésére a másik helyen őrzött információ. A központi adatbank alapeszméje szögesen ellenkezik ezzel. Az ismertetés keretei nem teszik lehetővé, hogy részletesen tárgyaljuk azokat a módszereket, amelyeket az adatbankok rosszhiszemű felhasználásának megakadályozására kidolgoztak. A lekérdezéshez szükséges jelszótól a bonyolult teszt programokig – melyek pozitív értékelése után lehet csak az adatokhoz hozzáférni – igen sok eljárást dolgoztak ki a probléma megoldására. A tárolt információ értékének a függvényében drágább, vagy olcsóbb rendszereket alkalmaznak a titoktartás biztosítása érdekében.

Előreláthatólag az ezzel kapcsolatos valamennyi technikai és szervezési problémát megnyugtató biztonsággal fogják megoldani, s így meg lehet akadályozni a magánélet szférába való illetéktelen behatolást.

Az angol felsőházban 1969. december 3-án a magánélet problémáival foglalkozó témával kapcsolatos vita során Lord Sherfield beszédét a következő szavakkal fejezte be: „Uraim! a vita során megtudhattuk, hogy a ló után az elektron az ember legjobb barátja. A lóhoz hasonlóan azonban gyeplőre és kantárra van szüksége, s tovább kell nemesíteni ahhoz, hogy társadalmunk hasznát és javát szolgálja”.

Az irányítás tana (Kibernetika)

Egy szó karriert csinál

Hogyan lesz a tényleges értékből névleges, előírt érték?

Kibernetikai alapmodellek

Ultrastabilitás – szuperkonstans állapot

Gordon Pask oktatógépe

A kibernetika definíciói

Zárszó

Egy szó karriert csinál

A *kibernetika* szó a közvélemény fülében sokkal nagyobb rezonanciát keltett, mint a számítógép, a computer. Sokan a kibernetikát a számítógéppel kapcsolatos tudományok egyikének tartják, s ez nem is teljesen helytelen. Akinek azonban érzéke van a finom árnyalatok iránt, annak kissé óvatosnak kell lenni. Az utóbbi időben igen gyakran hallhatjuk az informatika elnevezést is, célszerű tehát a fogalmak tisztázása.

Induljunk ki a kibernetika szóból, nemcsak azért mert jól hangzik, de azért is, mert egy egész sor jelentés fűződik hozzá. A görög *Kübernétész* (kormányos) szóból származik, s általános értelemben már Platón is használta. Nála a kibernetika a politika művészetét, tehát az állam kormányzásának a művészetét jelenti. Hasonló jelentéssel használták ezt a szót az egyházi latin nyelvben az egyház kormányzására alkalmazva. 1834-ben André Ampère, francia fizikus a természettudományok filozófiájáról írt esszéjében a kormányzás lehetséges módszereinek a tudományára vonatkoztatva használja.

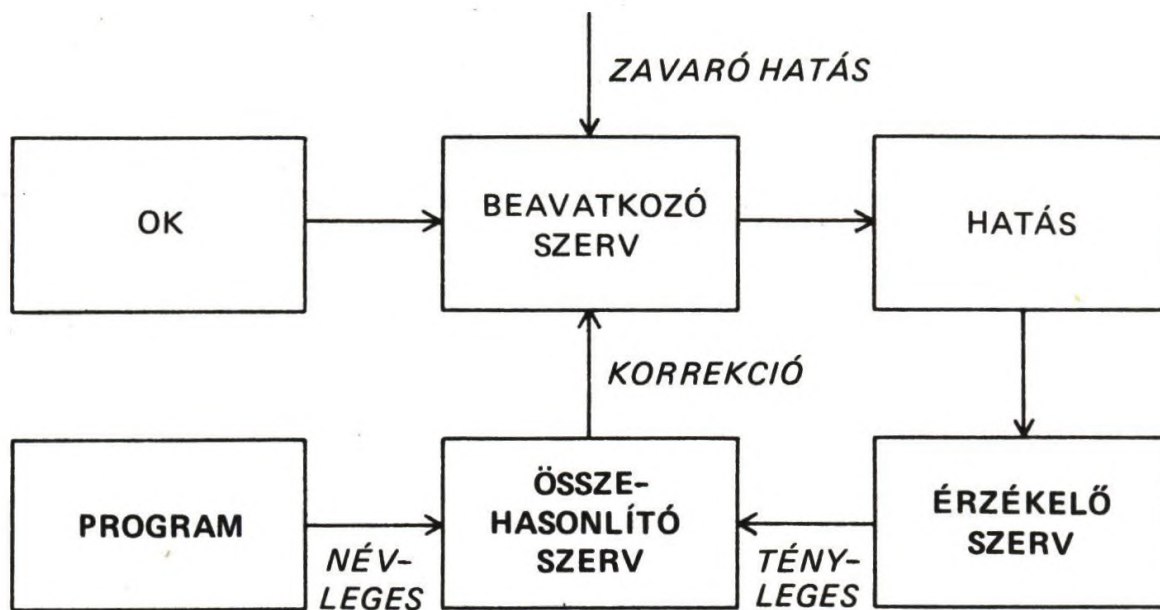
Mai alkalmazása nem vezethető vissza ezekre a történelmi forrásokra. Egy könyv címe alapján vált divattá ez a szó, Norbert Wiener amerikai matematika-professzor a „*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*” című könyv szerzője, az új tudomány létrejöttét széles körben ismertette, de a szó eredetéről semmit sem mondott. A *kormányos* szó éppen csak eszébe jutott, mert a hírnök (utasítástvivő) görögül *Angelosz* szó már foglalt volt. Gyaníthatjuk azonban azt, hogy mégis van valami a dolog mögött. Amerikában az egyetemi hallgatók egyesületei – vagy azok az egyesületek, amelyek ezeknek az intézményeknek az Egyesült Államokban megfelelnek – két vagy három görög betűből álló nevet hordanak. Egyike a legelőkelőbb és legrégebbi ilyen egyesületnek – melyet 1776-ban alapítottak – a *Phi-Béta-Kappa* s a három görög betű jelszavuk – *Philosophia Biou Kübernétész* (A filozófia az élet kormányosa) – rövidítése. Norbert Wiener, mint memoárjában leírja, 1909-ben kérte felvételét az egyesületbe, de kételkedtek abban – s óvatosan céloztak is rá –, hogy rendelkezik a csodagyermek adottságával. Ezt az elutasítást Wiener egész életében nem felejtette el, bár 15 évvel később tagja lett a *Phi-Béta-Kappa* egyesületnek. Aligha hihető, hogy Wiener ne ismerte volna jelszavukat.

A névtől függetlenül mi annak a tudománynak a lényege, amelyet kibernetikának nevezünk? Meg kell hagynunk, hogy létrejöttéhez a háború adta az impulzust, s ez még önmagában nem kultúrpeszimizmus, mert a háború nem azért szülője oly sok dolognak, mert alkotó és építő jellegű, hanem azért, mert a „szükség törvényt bont” elviselhetetlen kényszere szüli meg azokat. Norbert Wiener az ellenséges repülőgépek problémájával foglalkozott, s az analitikán nevelkedett szeme a problémát azonnal három részre osztotta. Először meg kell tudni azt, hogy hol vannak az ellenséges repülőgépek. A választ a rádióhullámos mérési technika, a radartechnika adja meg: rövid nagyfrekvenciájú impulzust bocsát ki egy irányított

antenna az ég valamennyi irányában, a repülőgépről ezek a hullámok pedig visszaverődnek. A repülés irányát a jel ismételt felfogásának időpontjából és az antenna állásából lehet meghatározni, a távolságot pedig az impulzus kibocsátása és a visszaérkezés közti időkülönbségből. (Egy nikroszekundum 150 méter távolságnak felel meg.) Másodszor, a bemért helyen lévő gépet el kell találni. Ez ballisztikai probléma, s a meglévő löelemtáblázatok az amerikai hadvezetőség számára a számítóberendezések fejlesztésének biztos alapját képezték. Ez a felismerés már csaknem elkésztett (ha nem is annyira mint a német hadvezetőség, akik beavatkozásukkal úgy késleltették a munkát, hogy a számítógép német úttörőjét Konrad Zusét behívták a gyalogsághoz). Norbert Wiener emlékiratában javasolta, hogy készítsenek egy számítógépet, de az akkori mérnökök bizalmatlanok voltak a matematikusok műszaki javaslataival szemben, s inkább megmaradtak analóg rendszerű gépeiknél. Harmadszor, szükség volt egy előrejelzési elméletre, amikor is a repülőgép haladási sebességét a lövedék sebességével hasonlítják össze. Ugyanis a repülőgép messze elhalad a radar-készülék által jelzett helytől, mire felér a lövedék. Oda kell lőni, ahol majd akkor lesz a repülőgép, amikor a lövedék a kívánt magasságot eléri. Norbert Wienernek sikerült is a statisztikai idősorokra egy előrejelzési elméletet felállítani; ez kiváló matematikai teljesítmény volt. De ez olyan bonyolult volt, hogy az elméletét tartalmazó sárga kötésű könyvet a hadiipar mérnökei a *sárga veszedelem* gúnynévvel illették. Norbert Wiener nemcsak az elmélet révén vált híressé, de olyan tapasztalatot is szerzett, amely munkásságát mélyen befolyásolta. Még ha a fizikai hatásmechanizmust és a tárgyakat meglehetősen jól meg is lehetett határozni, hiányzott a matematikai egyenlet problémájából egy elem: az ellenséges gép pilótája, aki a léghárító ágyúk tüzeire előre meghatározhatatlan manőverrel reagálhat. Az ember a fizikai relációk zavaró tényezőjévé vált, s Norbert Wiener számára ez lett a nyugtalanító problémakör. Azzal kezdte, hogy a legkülönbözőbb tudományágak szakembereiből összekürtölt egy tudóscsoportot a probléma megvitatására, s ez akkor nem is volt nehéz a Massachusettsi Technológiai Intézet számára. Ekkor lobbant lángra annak az interfakultatív beszélgetésnek a tüze, amely meghatározta a kibernetika lényegét, s amely talán mindmáig legjobb definícióját is adta.

Norbert Wiener a könyvének alcímében megadott definíciót világosnak és helyesnek tartja. Az alcím magyar fordítása (Szabályozás és hírátvitel az élőlényeknél és a gépeknél) nem pontosan fedi az angol eredetit. Az angol *control* szó egyaránt fordítható vezérléssel és szabályozással sőt ellenőrzéssel is; a *communication* szó fordítása pedig egyaránt vonatkozhat hírfeldolgozásra és a híradástechnikára is, ezenkívül a közlésre, a beszéd formájában történő információ cseréjére, illetve a hírek cseréjén alapuló együttműködésre. Az angol *Animal* szó eredetileg állatot jelent, de Wiener szemében e fogalomba az ember is beletartozik, s magától értetődőleg, „gép” alatt is igen modern berendezést ért, ide tartoznak azok a számítógép által vezérelt legkülönbözőbb berendezések is, amelyeket még Verne Gyulának sem sikerült merész képzeletével megálmodnia.

A kormányos példás tevékenységét egy vázlattal lehet leírni, amelynek általános érvényét nem lehet túlértékelni. Ha – éppúgy mint Norbert Wiener – ennek a műszaki leírásából indulunk ki, akkor meg kell magyarázni, a szabályozóhurok az elektronika elemi funkciójának fogalmát (71. ábra). Ezt a funkcionális szabályzót minden olyan helyzetben alkalmazhatjuk, ahol valamely mennyiségileg meghatározható energiaforrás mérhető hatást vált ki, amelyet egy beavatkozó szerv segítségével lehet befolyásolni. A legegyszerűbb és legrégebbi műszaki példa erre a gőzregulátor. A gőzgép mozgásának előidézője a berendezésbe vezetett gőz, a mennyiségileg meghatározható hatás, a fordulatszám és a beavatkozó szabályozó elem: az a tolózár, amely a gőzadagolást növelheti vagy csökkentheti. Már James Watt, a gőzgép feltalálója szabadalmat kért a fordulatszám automatikusan állandó értéken tartására szolgáló berendezésre, s erre a készülékre éppen a regulátor (angolul: *governor*) szót használják, mely szó, a görög *kübernétész*, kormányos szóból vezethető le. Maxwell a fényelmélet megalapozója, egy 1868-ban megjelent cikkében először számította ki ennek működési hatásmechanizmusát, s tulajdonképpen ezzel kezdődik a visszacsatolás elmélete.



71. ábra A szabályozóhurok, a kibernetika alapstruktúrája. A tényleges és az alapérték közötti különbség automatikusan korrigálja a zavaró hatásokat – a kormányzásnál és mozdulatoknál, a konstans állapotban tartásnál és szabályozásnál – a műszaki és gazdasági életben, a biológiában és szociológiában

Hogyan lesz a tényleges értékből névleges, előírt érték?

Tekintsünk mindenekelőtt a 71. ábra általános jellegű vázlatára, mielőtt a regulátor szerepét tovább taglalnánk. A hatást előidéző okozat valamilyen mennyisége, legyen az energia, anyag vagy információ, egy beavatkozó szerven keresztül hat a rendszerre. Egy mérőműszer fogja fel a hatás számértékét és az összehasonlító szerv az alapértékhez képest különbséget képez. Ezt a különbséget kell eltüntetni. A különbség mennyiségének a beállításával lehet ezt a célt elérni. A regulátornál a tényleges értéket a forgó golyók szabályozzák. Ha a fordulatszám a terhelés megnövekedésének hatására csökken, kisebb lesz a golyókra ható röpítőerő is, s ezért azok lejjebb szállnak. E mozgás hatására áttétel segítségével megnyílik a gőzvezeték, így a fordulatszám ismét növekedni kezd, s eléri az alapértéket. Ha a terhelés ismét csökken, akkor a fordulatszám az alapérték fölé emelkedik, a golyók felemelkednek, s az áttétel segítségével zárják a gőzvezetékét. Figyelmen kívül hagyva azt az időtartamot, amely e korrekcióhoz szükséges, a gép azonos fordulatszámmal, az alapértéken működik, teljesen automatikusan, anélkül, hogy az ingadozásokat kézzel kellene utánszabályozni.

A kormányos pontosan ugyanezt az utat követi. Az okozat a hajó hajtóereje, a hatás pedig az általa megtett út. Különböző jellegű zavarok térítik el a tényleges értéket az alapértéktől. A kormányos szeme a mérőműszer, tudja hogy merre kell a hajónak haladnia, felbecsüli az alap- és tényleges érték közti különbséget, ennek megfelelően működteti a beavatkozó szerkezetet, nevezetesen a hajókormányt. Ezt a rendszert követi a hűtőszekrény is, hűsége hűtőautomatánk. Egy forgógomb segítségével tudjuk beállítani az alapértéket. Ha a tényleges hőmérséklet túlzottan megnő, a hűtőrendszer bekapcsol, s mindaddig működik, amíg a hőmérséklet ismét a helyes értékre csökken, teljesen függetlenül az előre soha meg nem jósolható, időjárás okozta ingadozásoktól.

Ha valamit meg akarunk fogni, ugyanez az absztrakt működési struktúra érvényesül: a szemünk felméri a tényleges érték (hol van most a kezünk?) és az alapérték (hol van most a tárgy?) közti különbséget, az agy egy vezérlőjelet ad, s a kezünk végül a tárgyhöz ér. Ismerjük azokat a nehézségeket, amelyek a folyamat megzavarásakor fellépnek: a sötétségben öreg hibát követhetünk el, s ha valamely betegség folytán remeg a kezünk, alkalmasint nem is lehetünk képesek egy tárgyat megfogni. Az a betegség – amelynek Parkinson kór a neve – lényegében véve egy szabályozó kör túlreagálása. A kór ismeretes volt a „*Parkinson törvénye*” című best-seller könyv megjelenése előtt, s ehhez a betegséghez a könyv szerzőjének semmi köze sincs. Norbert Wiener és számos más, a kibernetikával foglalkozó szerző igen optimista volt a visszacsatolási elvnek a biológiára és az orvostudományra történő alkalmazási lehetőségeinek megítélésénél. A kibernetika teljesen új aspektusokat nyitott, új szemlélet-módot adott. Míg régebben a sebész bizonyos mértékig a szabályozókör berendezéseit „vagdosta” körül, ma a kibernetikát használó orvosok magát a szabályozókört akarják helyesen beállítani. A vérnyomás, testhőmérséklet,

vércukorszint az emberi test szabályozóköreinek kimeríthetetlen sorát képezik. Az emberi test sem egyszerű gép azonban, ezért a műszaki teóriák felhasználása sem olyan egyszerű, amint azt az optimisták megálmodták. Ma már kevés szenzációról esik szó; a komoly tudományos munka foglalta el helyét, s a sajtó is csak ritkán tud valami újról beszámolni.

Éppoly nehéz felismerni a politikai problémák szabályozórendszereit, s ezeket még nehezebb felhasználni. Természetesen egy egész sor olyan hatásmechanizmus van, amely a kibernetikai struktúrák alkalmazására csábít, vannak olyan állapotok, amelyeket konstans helyzetben kell tartani, bár különböző erők kimozdítják egyensúlyi helyzetükből. Ezeket az állapotokat a beavatkozó szerv segítségével kell úgy beállítani, hogy megakadályozzák a rezgések, vagy más dinamikus hatások előfordulását. Ilyen struktúrájú a munkabér-spirál is, így lehetne a divatot is felfogni, s talán a törvény és a bűnözés közti viszonyt is lehetne kibernetikai módszerekkel vizsgálni. Mindezen alkalmazási példák közös nehézsége az előzőekben definiáltak szerint egy feltűnést nem keltő szócskában foglalható össze: a *kvantitatív* szóban. Csak a kvantitatíve mérhető okozatok, hatások és beavatkozó szervek teszik a kibernetikai eszközök alkalmazását értelmessé. Aki a kibernetikának a kvantitatívról alkotott fogalmával nem mérhető mennyiségekről és jelenségekről beszél, mást sem tesz, mint mitikus szólamokat hajtogat, s mivel ma már senki sem hajlamos elhinni, hogy a technikát és a számítógépet mítoszok kódósíthetik el, ezek a szólamok gyakran cáfolatlanul és büntetlenül hangzanak el.

Éles különbséget kell tenni a formális és nem formális kibernetika közt, a szorosan definiált kvantitatív, vagy logikai mennyiségek pontosan definiált kapcsolattrendszere és a között a kibernetika között, amely szokatlan szóhasználatával sokkol és feltűnést kelt. Az előbbi tudomány, az utóbbi nem az. Ezért persze még nem kell megakadályozni azt, hogy a tiszteletreméltó görög – és modernül bővös – kibernetika szó örve alatt legkomolyabb szakembereink kirándulást tegyenek a spekuláció világába.

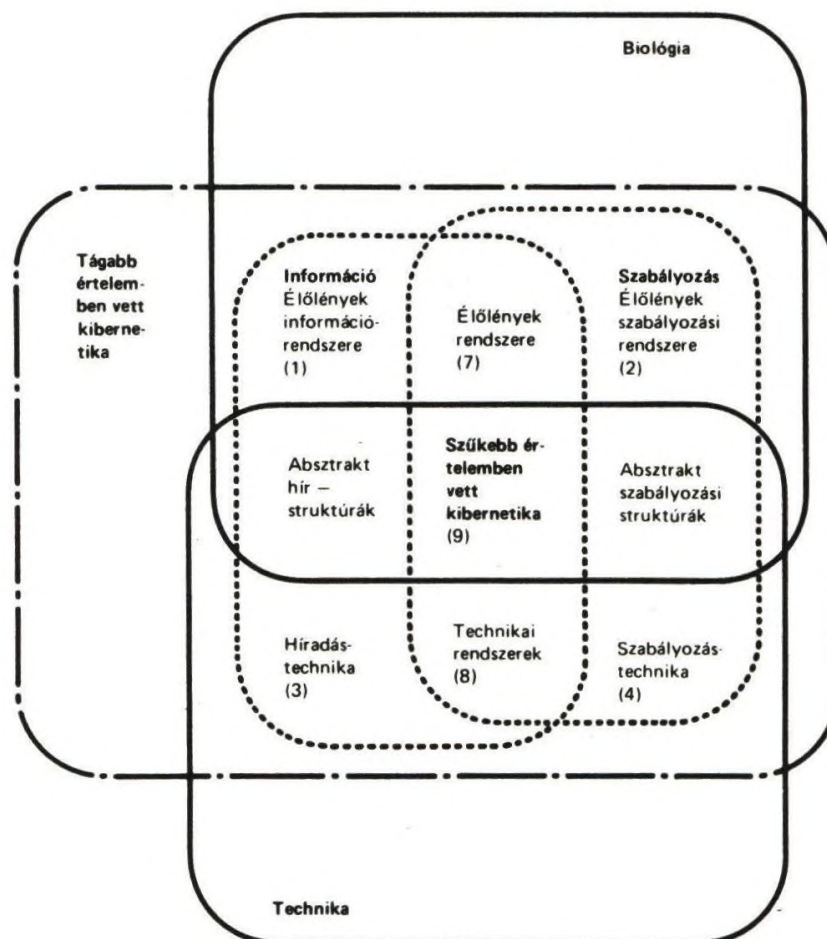
Csak azt kell elutasítanunk, hogy e kétfajta kibernetika keveredjék, vagy hogy olyan kvantitatív – logikai relációkat fedezzenek fel, amelyek mérésére még módszer sem áll rendelkezésre.

Még rosszabb lenne, ha úgy vélnénk, hogy az emberi szellem sok területén csupán a kvantitatív – logikai relációk lennének az egyedüli helyes definíciók s minden más véleményt intoleránsnak minősítenénk. Még a természettudományoknak és a technikának a mai oktatásban észlelhető sajnálatos alábecsülése sem jogosít fel bennünket arra, hogy a természetkutatók legfontosabb szabályozási körét az önkritikát figyelmen kívül hagyjuk. Amit általában nem tudtunk bebizonyítani – követeli Karl Popper filozófus –, kísérleljük meg legalább bizonyos mértékig meggyőztetni, azaz végezzünk elegendő mennyiségű kísérletet, hogy a leírt művekben és nézetekben megtaláljuk a hibát, s csak azt szabad korlátok nélkül elfogadni, amelyik kiállta ezt a pszichikai ellenpróbát. Egy példa semmit sem bizonyít (mint

egy zsidó közmondás is mondja), de elég ahhoz, hogy egy általános tételt megcáfoljon.

Sajnos nem lehet Norbert Wiener nyakába varrni egy-egy iromány mitikus, kvázi-világnézeti jellegének valamennyi bűnét, bár nem sokat tett kedvenc kutatási területének lehatárolása érdekében, s ami még fontosabb: definíciója is sokértelmű. Ismét bebizonyosodik, hogy a matematikusnak sem kell mindenben precíznek lennie, még a pontatlanról is beszélhet pontosan, s precíz dolgokról is állapíthat meg rendkívül pontatlan dolgokat. Különösen akkor fordul ez elő, ha nem formális, hanem természetes nyelven fejezi ki magát.

Norbert Wiener „Kibernetika” c. könyvének alcímében kétszer is előforduló *ÉS* szócska a közelebbi vizsgálat során rendkívül sokértelműnek tűnik. Kifejezheti a közöst (logikai nyelven: átlagot képezünk), vagy azt, hogy két fogalomból egy közöset építünk fel (logikai nyelven: egyesítünk).



72. ábra A kibernetikának sokféle definíciója ismert. Tágabb értelemben kibernetika mindaz ami a biológiát és technikát, a hírközlési és szabályozó köröket érinti; szűkebb értelemben csak az a kibernetika, ami a biológia és a technika, a hírközlési és szabályozási körök törvényeiben közös

A kibernetika esetében ez a fogalmak tág spektrumát ölelheti fel (72. ábra).

Ha a biológiát és technikát, információfeldolgozást és szabályozást külön vesszük, akkor kilenc részterületet kapunk, amelyeket a következőképpen definiálhatunk:

1. Az élőlények információrendszere
2. Az élőlények szabályozási rendszere
3. Híradástechnika
4. Szabályozási technika
5. Az információrendszerek absztrakt struktúrája
6. A szabályozási rendszerek absztrakt struktúrája
7. Az élőlények rendszere
8. Technikai rendszerek
9. Az 1–8. pontok alatt felsorolt közös terület a szűkebb értelemben vett kibernetika.

Ha a könyv címét a logikai egyesítés értelmében fogjuk fel, akkor egy sokkal tágabb körű definíciót kapunk s így azt kell kérdezni: tulajdonképpen mi *nem* tartozik egyáltalán a kibernetikához.

Nem könnyű a fogalom meghatározása. Az egzotikus pompájú kibernetika szóval szemben használják a rendkívül műves *informatika* és az igen keveset mondó *számítógéptudomány* kifejezéseket is. Az *információfeldolgozás* kifejezés már régóta ismert, ezt azonban úgy kell értelmeznünk, amint azt tőlünk a mindennapi szóhasználat elvárja: információ kerül a gépbe, s az feldolgozza azt. Eredményként egy újabb információ kerül ki belőle: a számítási eredmény, a keresett adat, a logikai következtetés, az átdolgozott szöveg. A számítógéptudományhoz azok a területek tartoznak, amelyek a számítógép tervezésével, előállításával és felhasználásával szorosan kapcsolatosak.

Az információelmélet azonban kifejezetten nem ehhez a tudományághoz tartozik, s ezért egyébként az információelmélet kidolgozója, Claude Shannon a felelős. Ezt az elméletet eredetileg *A Theory of Communication* (Információelmélet, a kommunikáció elmélete) c. munkájában ismertette, s eredetileg ez alatt a hírátvitelt értette. E könyvben az átviteli zavaroknak a matematika és statisztika segítségével történő csökkentéséről van szó. Az információelméletet az évek során teljesen érthető módon a mérnökök sajátították ki a maguk számára, s a matematikai statisztika egyik részterületévé vált. Az információelmélet fő fogalma a *csatornkapacitás* a jeleknek az a maximális száma, amelyet a jelátviteli csatorna adott gyakoriságú átviteli zavaránál e csatornán továbbítani lehet, ha a kódolási módszert ismerik. Ennek mértékét rendszerint nem ismerik. A számítógép vonatkozásában ebből az elméletből nem sok maradt meg, csupán a *bit* fogalma, a két lehetőség közti döntés, amely fogalmat az előző fejezetekben az elméleti alap ismertetése nélkül már bevezettünk, de erről ennyi még a tapasztalt szakembernek is elégséges.

Sajátos fogalom az *informatika*, ezt az elnevezést több évvel ezelőtt egy német cég szabadalmaztatta, mert *Informatik-Werk* elnevezéssel egy szolgáltató vállala-

latot alapított. Az elnevezést a kutatás és oktatás számára már felszabadították, és ma egy olyan tudományág elnevezése, amely a számítógép lényegével kapcsolatos. Nem a kapcsolásokról, azok gyártásáról van szó, melyek a matematikusok, fizikusok és a termelésben foglalkoztatott mérnökök feladata, s nem is számítógépre alkalmas matematikai eljárásokról, mely a gyakorló matematikusok kezében jó helyen van. Az informatika inkább azt a szakszerű gondolkodásmódot jelenti, amely a számítógép működésének megszervezésével, és működtetéséhez szükséges programok megtervezésével kapcsolatos, az egész berendezés terveivel és a felhasználás koncepciójával. Ezt az új tudományterületet a matematika és a technika közt kell keresni.

Tárgyai olyan matematikai, absztraktjellegű építőkövek, melyeket a számítógép megjelenése előtt a matematikusok használtak, szemléletmódja azonban a mérnököké. Nem arról van szó, hogy egy zárt, egységes matematikai területrészt tökéletes eleganciáját éadjuk el (ebbe a tévedésbe esett főként Amerikában a tudomány a *Computer Science* tudományág kidolgozásával, mely a kiszámíthatatlanság elméletében végződött). Sokkal fontosabb a matematikusok által felépített rendszernek és a pontos időben történő gyári szállításnak a gyakorlati működés szempontjából történő kombinációja – minthogy mindig is ez a fő probléma a mérnöki munkában. Az a különbség csupán, hogy az informatika mérnöke programrészekkel operál, amelyek sorsát az áramkörök működésén lehet felismerni. Ezt a szokatlan feladatot egyetemeken és műszaki főiskoláinkon nem tudja teljesíteni sem a tradicionális elektrotechnikai, sem a matematikai tanszék. Ezekről függetlenül kellene elindulni (persze így is nehézségeink támadnának a tanszékek felosztásánál). Kemény dió ez, s a probléma megoldásától nemcsak az Európában lévő számítógépek, hanem magának Európának a sorsa is függ.

Térjünk azonban vissza a kibernetikára. Azt gondoljuk, hogy az olvasó, fejtegetéseink alapján a következő szorosan körülírt definíció megfogalmazására hajlik: „A kibernetika azoknak a studiumoknak az összessége, amelyet a biológia és technika, az információfeldolgozási és szabályozási körök együttesen képviselnek – egy igen absztrakt, a tudományok feletti tudomány, amely azonban formális hídként szolgálhat valamennyi lehetséges tudományág közt, s ezért nem veszít vonzásából, de nyer a megbízhatósága miatt”.

Tegyük néhány megjegyzést itt a kibernetika szónak az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban történő értelmezéséről. A kibernetika szó az Egyesült Államokban kevésbé honosodott meg mint Európában. Ott nincs szükség semmiféle támaszra, ha az egyes tudományágak közti határt át akarjuk lépni, mert bárki megteheti ezt. Éppen ezért szívesebben beszélnek *Bionikáról* (a biológia és az elektronika szavak összevonásából) vagy mesterséges intelligenciáról. (Az angol *intelligence* szónak kissé más a jelentése, mint a nem angol nyelvhasználatban bevezetett intelligencia szónak.)

A Szovjetunióban kezdetben nem foglalkoztak a kibernetikával. Újabban igen fontos tudománynak tartják, mégpedig a 72. ábra szerinti igen tág értelmezésben.

Óriási a kibernetikával foglalkozó intézetek létesültek, például Kievben a Szovjetunió számítógépfejlesztési és programozási központjában ma már kétezernél több munkatárs dolgozik.

A Szovjetunióban a kibernetikához tartozik a számítógéptudomány is, bár néhányan nem értenek egyet ezzel az értelmezéssel.

A közép-európai szakemberek számára a számítógép éppoly kevésbé a kibernetikus terméke, mint amerikai kollégái számára. A számítógéppel kapcsolatos tudomány; programozás és a számítógép felhasználása szerintük nem a kibernetikához tartozik. Az információfeldolgozást és a kibernetikát semmi esetre sem tekintik azonos jelentésű fogalmaknak. A számítógépet természetesen kibernetikai vizsgálatokra is fel lehet használni, lehet egy kibernetikai rendszer része is, s mint kibernetikai rendszert programozni is lehet. (Bécsben valamennyi kibernetikai alapmodellünket a *Mailüfterl* számítógépre programoztuk.)

S amire sem az élő, sem a mesterséges teknősbéka nem képes, azt el tudja végezni egy „teknősbéka-program”: a kísérletek során egyidejűleg jegyzőkönyvet vesz fel a kísérlet lefolytatásáról és saját viselkedését is leírja; s mindehhez csupán egy egyszerű kiegészítő program szükséges.

Kibernetikai alapmodellek

Foglaljuk ismét össze a kibernetikai alapmodelleket. 1950 után hirtelen valami kézzelfogható is adódott Wiener könyvéhez kapcsolódva, de tőle függetlenül, s a témáról sem derült ki azonnal, hogy hozzá tartozik a tárgyhoz. Ezek az alapmodellek népszerű nevükön a következők voltak:

W. G. Walter mesterséges teknősbékája,

C. E. Shannon egere a labirintusban és

W. R. Ashby homeosztátja.

A labirintusba helyezett egeret az alapfogalmak ismertetését tartalmazó fejezetben részletesen leírtuk, a mesterséges teknősbékát pedig az „Ember és gép” c. fejezetben. Csupán a homeosztátot kell közelebbről megmagyarázni. Mielőtt azonban a részletekbe mennénk, álljon itt néhány általános jellegű tudnivaló.

Mindhárom esetben pontos szabályokba foglalták össze a rendszer működési sémáját – többnyire fiziológusok, akiknek a gondolatvilágától az elektronikus modell teljesen távol állt. Csak ezután állt elő a biológiához tartozó szabályokból a műszaki-elektronikus technológia, s csak ezután valósították meg az ehhez szükséges áramköröket. Az ilyen modellek értéke nem az, hogy működésük folyamataiból valami felismerésre jussunk, még akkor sem, ha a technikai modell folyamatának a szemlélete az eddigieknél lényegesen tisztább képet nyújt, mint amelyet az élő állatok megfigyelése révén szerezhethünk, hanem az, hogy egyszerre több működési folyamatot tudunk a technikai modelleken nyomon követni, melyet egyébként az életben csak nagy fáradtsággal lehetne szétválasztani.

A modellek értéke konstrukciójukban rejlik. A technikai modellnél sehol sem lehet bizonytalan átmeneteket alkalmazni a folyamat leírásánál: egyszerű, technikai-
lag megvalósítható algoritmusokat kell kidolgozni.

A modellek alapján úgy tűnik, hogy a kibernetikát a biológiai működési folyamatok algoritmus-formulázási művészetének tekinthetjük, így pl. áramkörök és készülékek is készíthetők e „művészet” segítségével a biológiai alapoktól elválasztva, más területre alkalmazható módon. A modellt átviteli kísérletekre is lehet alkalmazni, főként az összefüggések struktúrájának, az alapvető algoritmusnak a kifejezésére.

Ultrastabilitás – szuperkonstans állapot

Vizsgáljunk meg ismét egy szabályozókört, az emberi test egyik szabályozómechanizmusát, ez alkalommal a vér keringését. Ennek a bonyolult folyamatnak igen nagymérvű egyszerűsítésére lesz itt szükség. Ha télen valaki a szabadba kilép, az arca hőt sugároz ki, melyet a vérkeringés csaknem automatikusan pótol. Ennek az automatikának is megvannak a határai. Ha a vérkeringés veszélyes helyzetbe kerül, azaz túlságosan lehűl a test, a további hővesztésért már nem tudná pótolni, az ember teste is veszélyeztetett helyzetbe kerülne. A megfelelő időben azonban ez a működési rendszer, amelyet Walter B. Cannon homeosztázisnak nevezett, bekapcsol egy, a vérkeringést szabályozó automatika fölé rendelt, ellenőrző kapcsolót. Ez szuperstabilitásra vezet, amely nemcsak szabályoz, de egyúttal megváltoztatja a működési mechanizmus szintjét is. Példánkban egy belső, alig tudatossá váló impulzus arra kényszeríti az emberi testet, hogy dörzsöléssel, járkálással vagy más mozgással hőt állítson elő, s így pótolja a veszteséget.

W. Ross Ashby angol biológus a Cannon által leírt viselkedési struktúrát technikai szerkezetként valósította meg. Ezt a készüléket homeosztátnak nevezte és a szuperkonstans állapotra az *ultrastabilitás* kifejezést alkalmazta. A készüléknek négy mutatója volt, melyek azonban nem egy skálán forogtak, hanem egy folyadékkal feltöltött ívben, mely maga is feszültség-elosztóként (potenciométerként) működött. A mutató a potenciométer révén azt a feszültséget vette fel, amely az általa jelzett pozíciónak megfelelt.

A feszültség viszont egy csövet vezérelt, s az azon átfolyó áram a jelzett helyzetnek felelt meg. Ez az áramerősség hatott az összes mutató beállítható mágnesére mégpedig azzal a relatív eloszlási hányaddal, amelyet vagy kívülről lehetett beállítani – ezek feleltek volna meg az érzékelőszervek jeleinek –, vagy a belső potenciométer által szabályozódtak, s ezek képezték volna az ideghálózat kapcsolórendszerét. Ha bekapcsolták a készüléket a négy mutató forogni kezdett, az egyik befolyásolta a másikat mindaddig, míg rezgésük egyensúlyi helyzetbe került, vagy legalább egy mutató elegendő ideig maradt nyugalmi helyzetében a jelzési tartomány egyik végpontján, ahhoz, hogy a belső léptető mechanizmus a következő

állapotra tudjon átkapcsolni. A mutató forgása új kapcsolási feltételek mellett ismét elkezdődött, s így ment ez mindaddig míg stabil helyzetet nem vett fel.

Mivel ennek a modellnek nincs tárolója, nem beszélhetünk a rendszer tanulóképességéről. Van azonban a rendszernek egy tulajdonsága: ez a megszokás. Ha az egyik mutatót egészen gyengén megmozdítjuk, akkor a többiek is reagálnak a mozgásra. Ha a homeosztátot valamivel erősebben „zavarjuk”, kilép a stabil állapot tartományából, s a nyugalmi állapot keresése előlről kezdődik.

Néhány azonos zavarerősségű kísérlet után a készülék egy olyan tartományt találhat, ahol az adott erősségű zavar már nem készíti a stabil tartomány elhagyására, a homeosztát hozzászokott már ehhez a zavarerősséghez. Egy adott erősségű zavaró hatáson túl, a megszokás már nem lehetséges. Ez a magatartás megfelel az élő szervezetek magatartásának, a homeosztát hasonlóan viselkedik, jöllehet tervezője erre nem számított.

Láthatjuk, hogy nem felel meg az igazságnak, s nem is hasznos az a gyakori érv, miszerint az automata csak arra képes amire szerkesztették, vagy amit megparancsoltak neki. Mindenekelőtt azért nem, mert a konstrukciók és programok gyakran olyan tulajdonságokról tesznek tanúbizonyságot, melyeket egészen más szándékok nem várt konzekvenciájának kell tekinteni. Ezenkívül a szerkesztőmérnökök és programozók sem ismerik teljesen az általuk felépített rendszert.

Hogy a homeosztátok dinamikáját és ezek hatását még világosabban megismerjük, Bécsben a berendezéshez még egy kiegészítő készüléket csatlakoztattunk: egy műanyagból készült arcot, melyen a száj, a szem és a szemöldök a mutatók mozgásának megfelelően változott, valamint egy optikai berendezést, amelynek a képernyőjén a két fénypontot a mutatók mozgása a bal-jobb, felső-alsó koordináták irányában mozgatva vezérelte. Ez a rendszer egy adott beállításnál úgy viselkedett, mint a macska és az egér – az egyik pont követte a másik, menekülő pontot – a másik magatartás formánál pedig úgy viselkedett, mint két boxerkutya, amelyek újra meg újra egymásnak rontanak.

Gordon Pask oktatógépe

Az egyszerű elemi, öntanuló automatáknak és számos más, 1950 után szerkesztett gépnek a tanulmányozása értékes ismereteket nyújtott a technika és biológia, a pszichológia és az ipari alkalmazástechnika területén, s egyúttal világosan feltárta a kibernetikai módszereket és meghúzta a kibernetikával szemben támasztott remények határvonalát is. Hasonló a helyzet az oktatógépeknél. Ismét egy korai és elemi konstrukciót mutatunk be, melynek hasznosságát azonnal felismerhetjük (ugyanis nem minden megvalósításra javasolt szerkezet bizonyult egyúttal felhasználásra alkalmasnak is). Ez Gordon Pask egyik gépe, melynek segítségével a lyukkártyalyukasztást tudjuk megtanulni. Pask időközben elméletét sokkal szélesebb körben is kidolgozta, erre azonban nem térhetünk ki. Az az egyszerű oktatógép, amelyet Pask

már 1956-ban bemutatott,oly módon reagál a tanuló válaszaire, amilyenre egyetlen tanár sem képes, mert az élő ember nem rendelkezik elegendő idővel, s a tanár sem képes oly pontosan felmérni azt, hogy mennyire jutott a tanítványa.

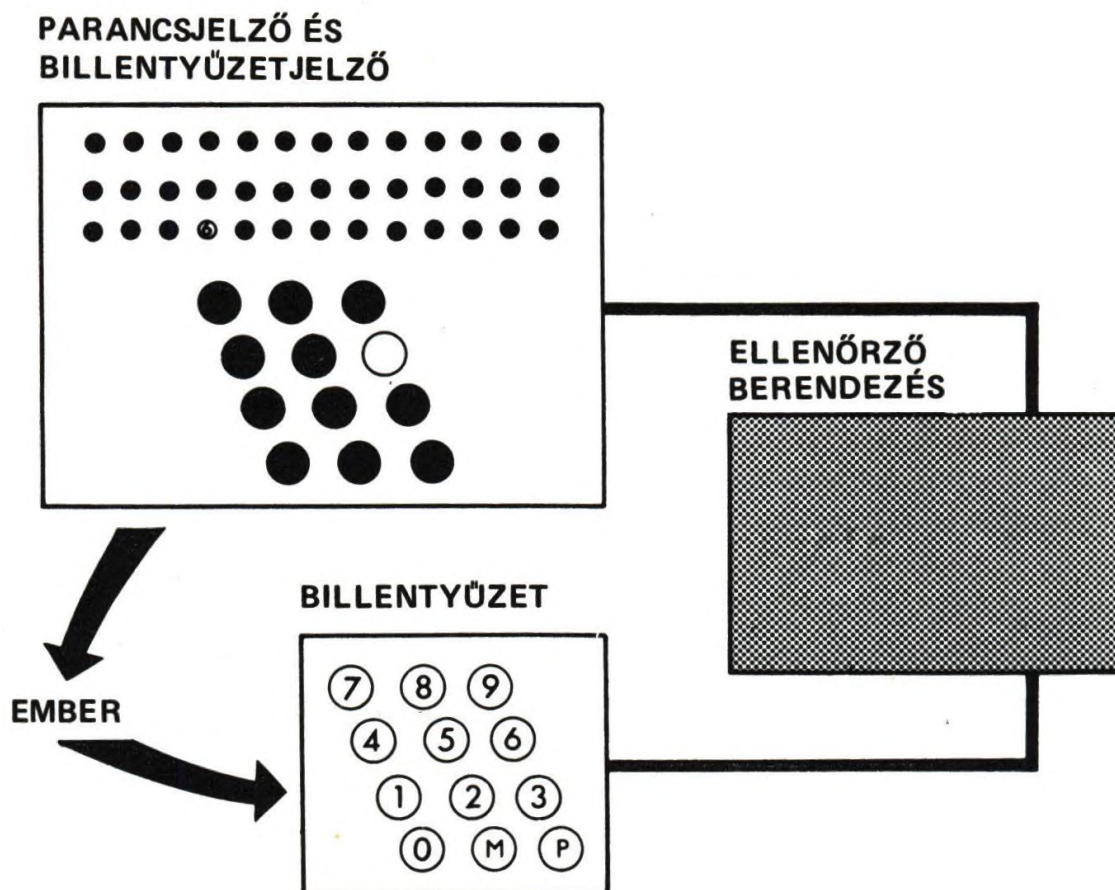
A *SAKI* (*Solartron Automatic Key punching Instructor* – Solartron Automatikus Lyukkártya-Lyukasztó Oktatógép) elnevezésű, oktatógép, melyre Pask munkája is épül, három részből állt: jelzőberendezésből, billentyűzetből és a vezérlőegységből (73. ábra).

Olyan oktató programot készítettek, amely a jelöltnek megfelelő mértékben növekvő nehézségű feladatokat ad fel. A vezérlőegységből a kapott válasz által meghatározott jel érkezik, ez határozza meg, hogy melyik lyukkártyát kell a jelzőberendezésbe a következő lépésben behelyezni. A jelzőberendezés kiemeli a négy gyakorlósor egyikét, melyek egyenként 24 jelből állnak. Ezeket kell a tanulónak bebillentyűznie. Minden számhoz egy billentyű, s minden billentyűhöz két billentyű kombinációja van hozzárendelve (lásd a 37. ábrán bemutatott lyukkártyakódot). Az oktatás kezdetekor a tanuló bizonyos kisegítő információt is kap, melyek szerint további tanulása lassan rendszerré épül: a helyes billentyű, vagy billentyűpár lámpája kigyullad. Az előrehaladás sebessége fokozatosan növekszik. A tanulónak 0,2 mp reakcióidőt kell elérnie. Ha túl későn reagál, a billentyű már nem nyomható többé le, és a vezérlőegység a hibát regisztrálja. Ez azonban még mindig nem ad rossz osztályzatot, csupán meghosszabbítja az oktatást, vagyis visszatérést jelent egy kisebb nehézségi fokú sorra. Ha az elkövetett hibák csökkennek, a program ismét felgyorsul és nehezebb feladatokat ad. Láthatjuk, hogy nincs az a pedagógus, aki képes volna ilyen dinamikusan foglalkozni a tanulóval, s az oktatást ilyen rugalmasan illeszteni képességeihez és az elért haladáshoz.

Ebből a szempontból az oktatógépeket úgy kell megítélni, hogy olyan képességekkel rendelkeznek, melyek az adott feladatokat jobban látják el, mint az oktató ember, s nem szabad előítélettel közelednünk hozzájuk, bár a nem megbízható, fantasztikus és értelmetlen tervekről szóló híradások felkeltik bizalmatlanságunkat. Azt a munkát, melyet az oktató pedagógus az egyes tanulók tanítására évről évre újra befektet, a számítógépben tárolhatjuk, és tetszés szerinti gyakorisággal aktiválhatjuk.

Ha az oktatóprogramot hosszú előkészítő munka előzi meg, s azt kiváló szakemberek végzik, minden tanuló hasznát látja annak, ha a konzolhoz ül. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy az oktatók és az oktatás színvonala sokféle ok miatt – a munkaidőcsökkenés, egyéb kötelezettségek, a számítógépek konstruálásának az elszívóhatása (mely sok matematikust vont el az iskolától), az átlag tanuló hiányos koncentrálóképesége és az egyre terebélyesedő tananyag – nem emelkedik, akkor nemcsak hogy kedvező eséllyel indul az oktatógép, de nélkülözhetetlenné is válik az oktatás színvonalának növelésében.

Az oktató- és tanulógépek a kibernetikai berendezések igazi képviselői. Ezeknél a visszacsatolás lényeges szerepet játszik – már Pask berendezésénél is világosan fel lehet ismerni a tanuló és az oktatógép közti zárt kört –, s a gép interfakultatív



73. ábra Gordon Pask oktatógépe a lyukasztás megtanulására. A tanuló a billentyűzetet a jelzésnek megfelelően kezeli. A program a tanuló eredményeihez és sikertelenségeihez igazodik, ezért elősegíti az optimális haladást

jellege kétségtől áll. Csupán csak a lényeges dolgokon kell átrágnunk magunkat, hogy más hasonló berendezéseknél a kibernetika alkalmazásának a hasznosságát megértsük, s elutasíthassuk mindazokat a túlzásokat, melyek a túl optimisták és sarlatánok zagyvalékai.

A kibernetika definíciói

Norbert Wiener definíciója ma már nem az egyedüli, s az sem egészen biztos, hogy a kibernetika azzá vált, vagy az maradt, aminek ő azt több mint húsz évvel ezelőtt elképzelte. A biológia és technika, az élővilág és az ember által előállított világ konfrontációjának pl. számos aspektusa van, s a kibernetikát a kölcsönös vonatkozások összegezeként is definiálhatjuk.

Az az interfakultatív vita, amelyből a *Cybernetics* című könyv előállt, szintén adhat egy definíciót. Már említettük, hogy ez a színes világunk kb. 90 elemből épül

fel, és valamennyi szöveg – költemény, tudományos cikk, újsághír, hétköznapi beszélgetés és minden más – 26 (vagy néhányval több) betű, tíz számjegy, s néhány különleges jel segítségével rögzíthető. Vajon nem jogos a kérdés, hogy a szellem világa is szerény számú építőelemből áll, melyek kombinációjából az egész sokféleséget fel lehet építeni? A *Bécsi Kör* filozófiája, a logikai pozitívizmus úgy véli, hogy ezek az építőkövek protokoll mondatelemek – alapfeltevések, melyek vagy igazak, vagy nem. Ezekből logikai kombinációval fel lehet építeni a világ logikai képét. Persze mindez nem ilyen egyszerű: a valóság nem bontható szét objektív IGEN – NEM döntésekre. Az a gondolat azonban, hogy a szellem világában is vannak építőelemek, és hogy gondolkodásunk az ilyen építőkövek kombinációjára épül, nem ellenkezik mindezzel. A kibernetikát az ilyen alapstruktúrák felfedezésével foglalkozó tudományként foghatjuk fel. Ha megtisztítottuk a környező konkrét világ nyomaitól – azaz ha már elég absztrakt módon tárjuk fel –, akkor az egyik szakterületről transzponálható a másikra, s ott is alkalmazható. Az egységre való törekvés ebben a formában helyes a természettudományok terén, s a kibernetika a számítógéppel együtt segítségünkre lehet ebben.

Ebben a vonatkozásban nyilván újból megváltozik a kibernetika definíciója: olyan absztrakt modellek tudományává válik, melyekkel megérthetjük a világban lezajlott folyamatokat – a természetieket éppúgy, mint a konstruáltakat –, s a világ ebből a szempontból az egymáshoz láncolódó folyamatok univerzumává válik. A számítógép, mely a legnagyobb fokú tisztánlátást parancsolja (ellenkező esetben mérhetetlen visszaélésekre válik alkalmassá), a kibernetikától is borotvaélesen körvonalazott fogalmakat, s ugyanilyen logikai kapcsolatrendszert igényel. Csak a formális kibernetika képes megfelelni az áramkörök logikájának. Csak akkor beszélhetünk az általánosított algoritmusok tudományáról, melyekkel a világról szerzett ismereteinket definiálhatjuk, s csak ezzel vagyunk képesek a számítógépet felhasználni. A világ az egymáshoz láncolódó algoritmusok univerzumának tekinthető.

74. ábra A város: rendszer. Víz- és energiaellátás, szennyvíz- és szemétszállítás, hivatalos és magánközlekedés, posta és telefon, könyvtárak és kertek: a nagyvárosban sokféle rendszer található, tárolókkal, továbbító berendezésekkel és programokkal, melyek egymástól függenek. Az összes rendszer együtt egy nagyrendszert képez



74. ábra

Zárszó

Arra próbáltunk rámutatni, hogy a számítógépés folyamatok logikai-matematikai tökéletességének a fényében az emberről alkotott kép – azé akit a gép szolgál – új megvilágításba kerül. Tökéletlensége erősebbnek bizonyul, mert a számítógépnél a tökéletesség és rutin azonos jelentőségű fogalmaknak bizonyultak. Nem lehet tehát öncélú az anyag, energia és információ technikai legyőzése, csupán eszköz arra, hogy a rutinok segítségével nagyobb szabadsághoz jussunk. A világ inkább algoritmusok összessége, a visszacsatolási hurkok hálózata.

Zárógondolatul egy rövid bepillantás a filozófiába. Ludwig Wittgenstein osztrák filozófus az első világháborúban *Tractatus Logico-Philosophicus* c. művében merész próbát tett; a logika segítségével kereste a végleges megoldást: a tiszta nyelvet tekintette a világ logikai képének, mely előképe volt a számítógép által IGEN – NEM – döntés-láncok formájában történő leképezési módszereknek.

Egy egyszerű kézmozdulat, a vita során „elhangzó” érvként többet tud kifejezni mint tíz algoritmus. Ez világossá tette Wittgenstein számára, hogy az élő nyelv más, mint azoknak a logikai formuláknak a rendszere, melyekkel a világot egybefoglalni próbálta. Ezért egy második, az elsőtől teljesen különböző filozófiai rendszert alkotott. Ebben *Tractatus*-a olyan világos és lehatárolt modellnek tűnik, melyben az élővilág és az emberi szellem valósága képezi a tulajdonképpeni univerzumot.

Ilyennek akartuk megmutatni a számítógépet is. Világos és segítőkész, de korlátozott modellnek, hasznosnak és hatalmasnak, mégis kézbentarthatónak; az információk olyan szerszámának, mely átveszi tőlünk a rutinfeladatokat, de a felelősség értük rajtunk marad.

Függelék

Az automaták rövid története

A számítógép rövid története

Néhány fogalom

Névmutató

Az automaták rövid története

- 1100 i. e. Bizonyítható a számolópálcikák használata Kínában.
- 1000 i. e. A föníciaiak feltalálják a betűírást.
- 100 Hérón megírja az automatizálás első kézikönyvét és számos automatát épít.
- 700 Áttérés a számolópálcikákról a számolótáblára Kelet-Ázsiában.
- 1200 A szuan-pan eléri Kelet-Ázsiában a mai alakját (62. ábra).
- 1270 Lullus logikai gépe.
- 1350 Toronyórák és velük kapcsolatban harangjátékok.
- 1509 Leonardo da Vinci állítólag automata oroszlánt épít, amely Franciaország királya, XII. Lajos előtt egy ünnepélyen kinyitja a mellét és liliomos címet mutat.
- 1510 Zsebórák
- 1555 Imsser órája, ma Bécsben a Műszaki Múzeumban.
- 1600 Asztali automaták, zeneautomaták.
- 1623 Schickart megépíti a világ első okmányilag bizonyítható számológépét és leírja egy levélben Keplernek. Már egy négyműveletes számológépről van szó, amely azonban még nem teljesen automatikus működésű.
- 1641 Pascal összeadógépet épít.
- 1673 Leibniz feltalálja a lépcsőzetes hengert és az első négyműveletes számológépet helyiérték-eltolással és hányadosművel. A tízesátvitel az eredményműben csak elégtelenül működött.
- 1709 Poleni megjelenteti a fokkerekű gépének leírását a „*Machinae aritmeticae*”-ban.
- 1726 Swift a „Gulliver utazásai”-ban kigúnyolja a gondolkodógépet.
- 1727 Braun VI. Károly császárnak ajánlja négyműveletes doboz formájú központi kapcsolóműves számítógépét, amely mind máig nagyon megbízhatóan működik.
- 1728 Falcon feltalálja a szövőszékek lyukkártyás irányítását.
- 1738 Vaucanson három automatát készített, köztük a mesterséges gácsért; tökéletesíti a szövőszékek lyukkártyás irányítását.
- 1748 La Mettrie megírja „*L’homme machine*” c. könyvét.
- 1756 Knaus megkezdi az első íróautomaták kifejlesztését. Összesen 4 modellt épít analógiás-digitális technikával, amely 68 betűig terjedő szövegeket tud írni. Hagyatékából a Habsburgok megszerzik a lovagi játék-órát.
- 1769 Kempelen beszélőgépet és sakkjáték-automatát épít, amelyről sohasem állítja, hogy valódi, de amelynek titkát megőrzi.
- 1774 Jaquet-Droz, apa és fia, egy író meg egy rajzoló férfit és egy orgonán játszó nőt ábrázoló automatát építenek.
- 1783 Jean Paul megírja a „*Gépember*”-t.
- 1784 Evans Philadelphia közelében teljesen automatikus gabonamalmot épít.

- 1792 Hahn kifejleszti az első olyan négyműveletes számítógépet, amely sorozatgyártásra alkalmas.
- 1808 Jacquard ipari alkalmazásra éretté teszi a szövőszék lyukkártyás irányítását.
- 1833 A Brit Tengerészetellátási Hivatal teljesen automatizálja a hajók számára a kétszersült gyártását.
- 1868 Maxwell megadja a centrifugális szabályozó egyenleteit.
- 1912 Torres y Quévedo megépíti az első valódi sakkautomatát (bástya és király király ellen).
- 1947 Wiener megírja a „*Cybernetics*” c. könyvét.
- 1948 Pasadenában (California) megrendezik a Hixon szimpóziumot.
- 1949 A J. Macy Alapítvány 6. Kibernetikai konferenciája New York-ban; a felszólalások először jelennek meg könyvformában. A tizedik konferencia az utolsó.
- 1950 Kibernetikai modelleket építenek, Angliában automatát a feltételes reflex (a „mesterséges teknősbéka”), valamint az ultrastabilitás és homeosztázis ábrázolására (a homeosztát); Amerikában pedig a labirintusban mesterségesen tájékozódó automatát (a „műégér”).
- 1954 A VDI/VDE tanácskozás „Szabályozó folyamatok a biológiában” (Darmstadt) megnyitja a német kibernetikai tanácskozások sorozatát.

A számítógép rövid története

- 1822 Babbage megkezdi a differenciagép építését.
- 1833 Babbage megkezdi az analitikus gép építését; megszületett a programvezérelt számítóautomaták ötlete.
- 1841 Lady Lovelace, Lord Byron lánya, érdeklődik Babbage gépei iránt; ő lesz az első programozónő.
- 1847 Boole megjelenteti a logikai kapcsolatok algebrai képletekkel való ábrázolásáról szóló könyvét (*The Mathematical Analysis of Logic*).
- 1871 Babbage elkeseredetten hal meg; gondolata túlságosan megelőzte korát.
- 1879 Frege a fogalomírásról szóló könyvében a matematika logikai következtetési módszereit analizálja.
- 1882 Hollerith munkába kezd; megalkotja a lyukkártyás gépet.
- 1890 Hollerith gépeit felhasználják az 1890-es amerikai népszámlálás kiértékeléséhez. A bécsi Központi Statisztikai Hivatal is elhatározza, hogy lyukkártyás gépeket használ fel. Schäffler Hollerith-gépeket hoz be Ausztriába, és az 1890-es népszámlálást sikeresen kiértékelik velük.
- 1895 Schäffler szabadalmat kap a telefondugaszos programozásra; az orosz népszámlálást az ő gépeivel értékelik.
- 1903 Russell és Whitehead megvizsgálják a matematika logikai alapjait (*Principia Mathematicae*).
- 1907 Torres y Quévedo formális nyelvet javasol számológépek leírására.
- 1914 Watson belép a Hollerith-gépes cégbe.
- 1919 Eccles és Jordan feltalálják a multivibrátort.
- 1920 Torres y Quévedo összekapcsol egy írógépet, egy számológépet és egy mechanikus tárat, és résztvevő-üzemelését javasol.
- 1924 Watson megváltoztatja cégének a nevét International Business Machines-re (IBM).
- 1928 Comrie egy tudományos számításhoz kommerciális lyukkártyás-gépeket használ (a Hold adatait számítja a Nautikai Almanach számára).
- 1928 Hilbert és Ackermann megjelentetik az „*Elméleti logika alapjai*” c. könyvet.
- 1928 Pflüger (Drezda) szabadalmat kap a mágnesszalagos tárra.
- 1931 Voltat javasolja a bináris rendszer felhasználását a számológépekhez.
- 1933 Tauschek szabadalmat jelent be a hengeres elektromágneses tárra.
- 1935 Babbage ötleteit – az elektrotechnika korában – újra előveszik, pl. Zuse Berlinben.
- 1936 Couffignal rámutat a duális technika előnyeire egy egyszerű számológépben.
- 1936 Turing megvizsgálja a számok kiszámíthatóságát egy absztrakt automatával (Turing-gép).
- 1937 Aiken megkezdi első relés számítógépét.
- 1938 Shannon megjelenteti a kapcsolásalgebráról szóló munkáját.
(*A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*)

- 1938 Zuse működőképes modellt készít mechanikus tárolóval.
- 1940 Stibitz komplex számokhoz relés számológépet épít.
- 1941 Zuse elkészíti az első teljesen munkaképes programirányított számítóberendezést, a Z 3-at.
- 1943 Dirks, apa és fia kifejlesztik a mágnesdobos tárat.
- 1944 Az IBM relés számítógépet épít.
Aiken befejezi a Mark I-et.
- 1945 Zuse elkészíti a Z 4 univerzális számítóberendezést, amely 1950-től 1955-ig az ETH-n Zürichben és azután 1959-ig a Basel melletti St. Louis-ben működik. Eckert, Mauchly és Neumann kifejlesztik a számítógép máig érvényes koncepcióját; a programot a főtárban helyezik el, ezáltal az feldolgozható információvá lesz.
- 1946 Eckert és Mauchly elkészítik az első elektroncsöves számítógépet, az ENIAC-ot, a fogaskerekes számítógép egyfajta másolatát, több mint 18 000 csővel és 200 kW energiafogyasztással; 1955-ig működik.
- 1947 Bardeen és Brattain kifejlesztik a tranzisztort.
- 1947 Az USA-ban megkezdődik a WHIRLWIND számítógép kifejlesztése.
Egyes kollektívák Manchesterben és Oxfordban, valamint a London melletti National Physical Laboratory-ban számítógépeken dolgoznak.
- 1948 Az IBM megépíti a SSEC számítógépet 12 500 csővel és 21 400 relével; szállítja az IBM 604 elektronikus számítólýukasztót.
- 1949 A számítógép fejlődésének kezdete Németország főiskoláin (Göttingen; Darmstadt, München, Drezda).
- 1950 Aiken először használ mágnesszalagos tárat (Computer Mark III.).
- 1951 Az első gyárilag készített számítógépet a UNIVAC-ot a Remington-Rand cég szállítja.
- 1951 Forrester a ferritmágos tárról és az áramkoincidencia elvéről publikál.
- 1952 Az IBM megépíti a *defense calculator*-t, amely IBM 701-ként a 700-as sorozat apja lesz.
- 1955 Elkészítik a NORC-ot, az akkori idők leggyorsabb számítógépét.
Bécsben megkezdődik a „Májusi szellőcske” tranzisztoros számítóautomatának a tervezése.
Az első nemzetközi számítógép tanácskozás, a GAMM Darmstadt-ban.
- 1957 A FORTRAN programnyelvet bemutatják egy amerikai tanácskozáson.
- 1958 A Siemens sorozatszerűen szállítja a 2002-es tranzisztoros számítógépet.
Az IBM kihozza a 7070-es tranzisztoros számítógépet.
Az ACM–GAMM bizottság első ízben ül össze az ALGOL programnyelv ügyében.
- 1959 Az amerikai kormány bizottságot hív össze a COBOL kereskedelmi programnyelv kifejlesztésére.
Az UNESCO kezdeményezésére Párizsban megrendezik az első nemzetközi számítógépes kongresszust (ICIP).

- 1960 Megalapítják az IFIP-et (International Federation for Information Processing) mint a számítógépes egyesületek csúcsegyesületét.
- 1962 Megrendezik az első IFIP kongresszust Münchenben.
- 1964 Az IBM bemutatja a 360-as rendszert és megtervezik a PL/1 programnyelvet.
- 1966 Bécsben elkészítik a PL/1 programnyelv formális definíciójának első változatát.
- 1968 Az IFIP egy munkacsoportja lezárja az ALGOL 68 programnyelv elkészítését.

Néhány fogalom

A számítástechnikai fogalmak definiálása még bizottság számára is több évi munkát jelent. Az itt dr. Peter Goldscheider által összeállított fogalommagyarázatok célja nem több, mint segítségnyújtás az olvasóknak. Aki a terminológiát pontosan akarja megismerni, annak tanulmányoznia kell a bizottságok munkájának az eredményét. Ajánljuk az IFIP–ICC Vocabulary of Information Processing-et, amelyet angolul és németül az amszterdami North Holland kiadó publikált.

Magyar megfelelőjét a SZÁMOK adta ki két kötetben:

1. A vállalatirányítási számítógép-alkalmazás fogalmainak több nyelvű szótára;

2. A vállalatirányítási számítógép-alkalmazás fogalmainak értelmező szótára. A nyakatekert cím senkit se riasszon vissza; maga a könyv jól használható.

Ajánljuk még a Műszaki Könyvkiadó által publikált Számítástechnikai Kislexikont. (A fordító)

Abakusz: A legrégebbi számolóeszköz, amely fonalakra, vagy drótokra fűzött számolókövecskékből áll. Kínában *szuan-pan*, Japánban *szoroban*, Szovjetunióban *scsoti* néven ismerik és mindmáig használják.

Adagolt adatfeldolgozás: A számítógéppel egy meghatározott program szerint feldolgozandó üzleti eseményeket összegyűjtik, és meghatározott időközökben egy adagban feldolgozzák.

Adat: Hozzárendelési kritériummal ellátott érték, amelyből adatfeldolgozással valamilyen összefüggésben információ nyerhető.

Adatbank: Valamely intézmény központi adattára, amely minden szükséges adatot egyszerű elrendezésben tárol közvetlen elérésű tárhelyekben.

Adatfeldolgozás: Műveletek sorozatának módszeres elvégzése adatokkal. Az elektronikus adatfeldolgozás nagyrészt elektronikus eszközöket használ. Egy program utasításai szerint hozza létre a számítógép a bemenő adatokból a kimenő adatokat.

Adathordozó: Olyan közeg, amelyben az adatokat tárolják, pl. lyukkártya, géppel olvasható bizonylat, mágneslemez, mágnesszalag.

Adatkészlet: Az elektronikus adatfeldolgozásban az adatkészlet helyettesíti a kartotékot. Tartalmazza az egy meghatározott tárgyat leíró adatok összességét.

Adatmező: Az adatfeldolgozás során használt legkisebb információegység, pl. egy azonosító, egy személynév, egy lakáscím stb.

Adatmondat: lásd *tétel*. (A német „Datensatz” félreértett fordítása: „Satz” itt nem mondatot, hanem összességet jelent.)

Adattávfeldolgozás: lásd *távadatfeldolgozás*.

Adatvégállomás: A távfeldolgozás egyik eszköze. Gyakran szükség van olyan adatok feldolgozására, amelyek nem a számítógép közvetlen közelében

keletkeznek, vagy olyan *adatok* szolgáltatására, amelyeket nem ott fognak felhasználni. Az adatvégállomásokat hírcsatornák kötik össze a *számítógéppel*, és szerkezetüktől függően az adatok bevitelére, kihozatalára, vagy mindkettőre használhatók. Egyes eljárások, mint a *párbeszéd*es üzem vagy a *reálidős feldolgozás* másképp el sem végezhető.

Algoritmus: Helyettesítési szabályok rendszeresen használandó halmaza, amely a feladatok és adatok meghatározott osztályán belül bizonyosan megoldáshoz vezet. Pl. azok a szabályok, amelyek szerint többjegyű számokat szorozhatunk egymással.

Állandó: lásd *konstans*.

Analóg számítógép: a matematikai mennyiségek analógiás ábrázolását használja. Ezen azt értjük, hogy a számértékeknek fizikai mennyiséget feleltetünk meg, pl. szöghelyzetet vagy feszültséget. Pl. a logarléc. Az analóg számítógép pontossága kisebb, mint a *digitális számítógépé*, de jól használható, ha a feldolgozandó *adatok* eleve analógiás alakúak, vagy ha a kívánt eredményeket kell ilyen alakban kiadni. (Mérési adatgyűjtés, *folyamatirányítás*.)

Automata: Energiával ellátott és információfeldolgozó részt tartalmazó önálló gép. Egyes önműködő folyamatokat kiváltó jelek indítanak el. A *számítógép* tipikus példája az automatának.

Azonosító: A tétel egyértelmű azonosítására szánt szimbólum, pl. cikkszám, üzletfél száma.

Bájt: lásd *oktádrekesz*

Bináris kód: Olyan *kód*, amely a kódolandó fogalmak ábrázolására kétféle *karaktert*, ill. ezek kombinációját használja, pl. a nulla (0) és egy (1) bináris számjegyet.

Bináris rendszer: Olyan logikai rendszer, kódrendszer, vagy számrendszer, amely minden fogalom, szám stb. ábrázolását csak kétféle *karakterre* (bináris karakterre) korlátozza.

Az olyan bináris számrendszert, amely a helyiértékeket 2 hatványai szerint súlyozza, duális számrendszernek nevezzük.

A nullától tízig terjedő számok ábrázolásának összehasonlítása decimális és duális számrendszerben:

Decimális rendszer	Duális rendszer
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010

Bit: IGEN–NEM döntés. A binárisan kódolt *adatok* ábrázolásának legkisebb egysége. Egy bittel ábrázolható a 0 vagy az 1 bináris *karakter*.

Bizonylatolvasó: Ezzel a készülékkel közvetlenül az alapbizonylatról lehet az adatokat bevinni. Tehát nem szükséges közbenső *adathordozókat* használni, pl. lyukkártyát vagy lyukszalagot.

A jelolvasó a meghatározott jelölési pozíciókba kézzel behúzott jeleket tudja olvasni a világos és a sötét megkülönböztetése alapján. A *mágnesírás-olvasó* a bizonylatra mágnesezhető festékkel nyomtatott írásjeleket érzékeli. Az *optikai jelolvasó* a világos és sötét megkülönböztetésének valamelyik módszerével fel tudja ismerni egy szabványosított írás betűit. Ennek továbbfejlesztett változatai még a kézírást is olvasni tudják.

Boole-féle algebra: lásd *logikai algebra*

Byte: lásd *oktádrekesz* (Az újabb magyar szakirodalomban az *oktádrekesz* kifejezés egyre gyakoribbá válik. Szerk.)

Cím: A tárrekesz sorszáma. A tár minden rekesze rendszeren egyenként címezhető. Így a tárolt *utasítások* és *adatok* mindenkor címükön hívhatók meg.

Címszámítás: Lehetővé teszi a *címek* módszeres módosítását. A cím összeadással vagy kivonással módosítható, így új cím határozható meg egy báziscímhez viszonyítva. A címszámítás hajlékonyabbá teszi a *programokat*, és csökkenti a programozás munkáját.

Compiler: lásd *fordítóprogram*.

Computer: lásd *számítógép*.

Csatorna: Átvivőmű, amely bemenetén híreket fogad, kimenetén pedig kiad.

Digitális számítógép: Főleg a digitális ábrázolást használja. Ezen azt értjük, hogy a *változók* kvantumos értékét számjegyekkel ábrázolják. A betűket és az írásjeleket csak digitális módon lehet ábrázolni, analógiás módon nem. Már csak ezért is minden ügyviteli célra használt *számítógép* digitális.

Direkt (közvetlen) adatbevitel: Az adatbevitel olyan módja, amellyel elkerülhető a közbenső *adathordozók* használata. A lyukkártya, lyukszalag stb. készítésének kerülő útját lerövidíti. Az *adatok* rögtön létrejöttükkor a számítógépbe jutnak. Ehhez kihelyezett *terminálisokat* használnak. A direkt adatbevitel feltétlenül szükséges a *párbeszéd*es üzem módhoz és a *reálidős feldolgozáshoz*.

Display: lásd *képmű*.

Fájl: lásd *adatkészlet*.

Feltételes utasítás: A gép csak akkor hajtja végre, ha a végrehajtás idején egy meghatározott logikai feltétel teljesül. Az elágazási helyeken dönt a program további futásáról.

File: lásd *adatkészlet*.

Folyamatábra: Egy *program műveleteinek* a sorrendjét és logikai kapcsolatait ábrázoló rajz. A folyamatábra előkészíti a *kódolást*.

Folyamatirányítás: Gyártási folyamatokat vagy energiatermelést részben vagy egészben *számítógéppel* lehet irányítani. Ehhez *digitális számítógépet* vagy *analóg*

számítógépet használnak. Digitális és analógias készülékekből álló berendezés esetében *hibrid számítógépről* beszélünk. Folyamatirányításkor a folyamatot mérési értékek gyűjtésével ellenőrizzük, és ezektől függően alkalmas eszközökkel közvetlenül beavatkozunk a folyamatba. Ha csak jelenti a gép a mért értékeket, akkor mérési adatgyűjtésről beszélünk.

Fordítóprogram: A *programnyelven* megírt programot *gépi nyelvre* fordítja le.

Főtár: A *processzor* része. A feldolgozáshoz éppen szükséges *programokat* és *adatok* tartalmazza.

Gépi kód: lásd *gépi nyelv*.

Gépi nyelv: Az *utasítások* belső kódja egy adott számítógépben.

Gépkészlet: A számítóberendezést alkotó készülékek összessége. Minden műszaki eszközt magában foglal. Vö.: *programkészlet*.

Gépkezelő: Azoknak a személyeknek a foglalkozása, akik a *processzor* és a hozzá csatolt perifériás művek működését felügyelik és irányítják.

Hárdver lásd *gépkészlet*.

Hardware lásd *gépkészlet*.

Hibrid számítógép: Az *analóg számítógép* és a *digitális számítógép* kombinációja.

Jelolvasó: lásd *bizonylatolvasó*.

Kapcsolási algebra: lásd *logikai algebra*.

Kapcsolóelem: Az elektronikus adatfeldolgozás számára igen fontos volt a kapcsolóelemek fejlődése. A jelfogós (relés) számítógépeket 1946-ban felváltották az elektronikus számítógépek, amelyek elektroncsöveket használtak. A tranzisztorok használata előnyösen hatott a *számítógépek* helyszükségletére, gyorsaságára és zavarérzékenységére. Ma integrált áramköröket használnak, ezekben a kapcsolat minden elemét (tranzisztorokat, diódákat, ellenállásokat), valamint az összekötő vezetékeket is egyetlen gyártási folyamattal hozzák létre.

Karakter: Megállapodásszerűen meghatározott elemek halmazának egy eleme, amely információközvetítésre való. Minden elemnek lehet egy vagy több konvencionális ábrázolása, pl. papíron, lyukkártyán, ferrites tárbán. A bináris rendszerben két karakter van: 0 és 1. Meg szokás különböztetni betűket, számjegyeket, és jeleket, mint pl. () % = " ' ; '.

Képmű: Az adatokat elektronsugárcső képernyőjén láthatóvá lehet tenni. Adatbevitel végett a képművet billentyűzettel szokták ellátni. A képmű kiválóan használható az *adatok* bevitelének és kihozatalának decentralizálására; ezáltal az *adatfeldolgozás* egy szűk keresztmetszete kiküszöbölhető. Ezenkívül az elektronikus *adatfeldolgozás* legfontosabb szervező eszköze a papírhegyek megszüntetésére és az aktamentes ügyvitel elérésére.

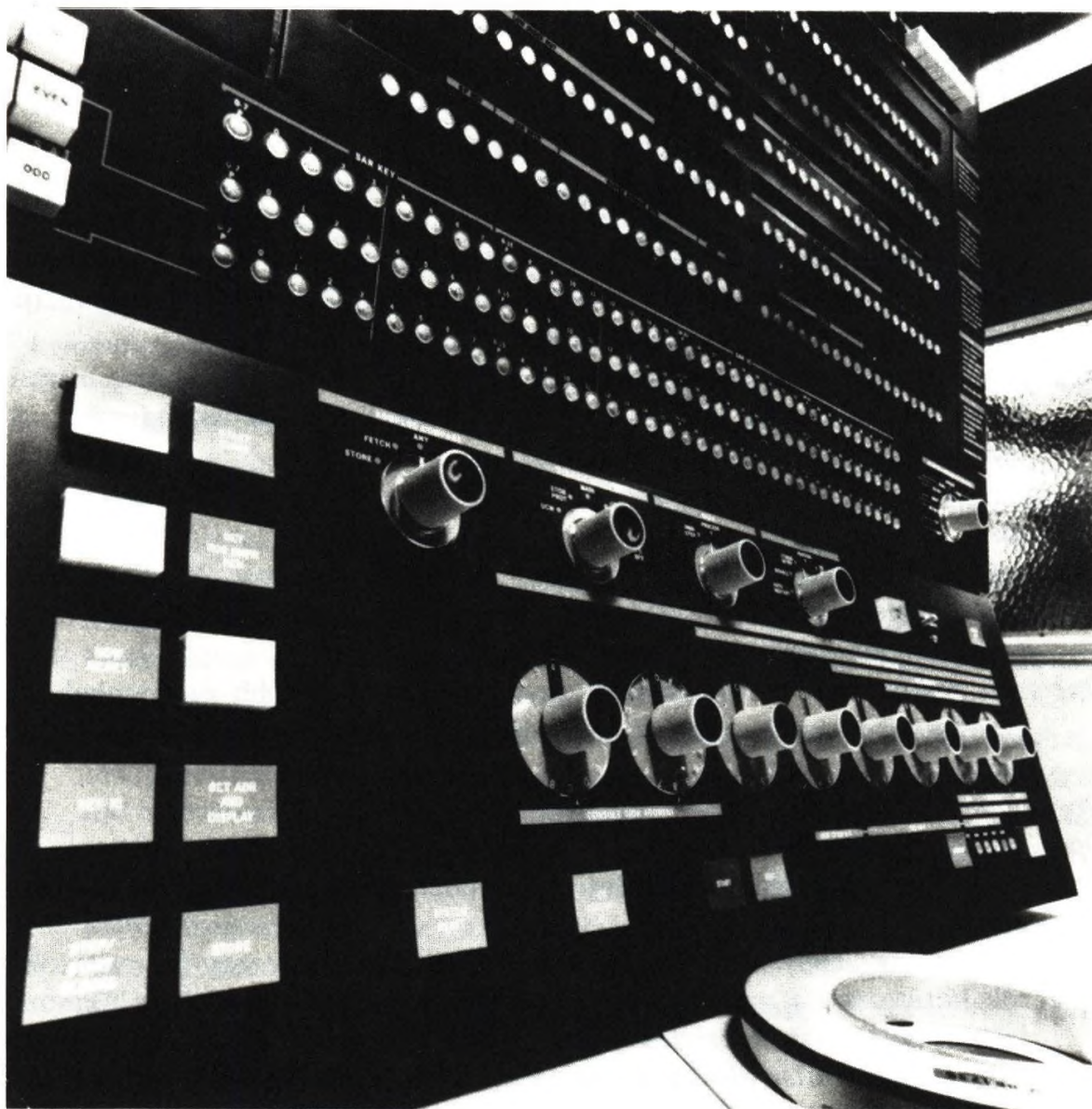
Kezelőasztal: (75. ábra) A számítógép legfontosabb kapcsoló- és kijelzőeszközeinek összefoglalása. A program lefutásába való kézi beavatkozásra is használható. Legalább egy vezénylőpultból áll (72. ábra). A kezelés megkönnyítésére és az elvégzett munka jegyzőkönyvezésére rendszerint a kezelőasztalon levő proto-

koll-írógép csatlakozik a számítógéphez. Manapság már *képműveket* is használnak a rendszerkezelésre.

Kihozómű: Olyan készülék, amelyen át a *számítógép* kiadja a feldolgozás eredményeit vagy más információkat.

Kód: Egyértelmű hozzárendelési előírás, amellyel *adatokat* egy megadott karakterkészletből választható *karakterekkel* ábrázolhatunk. Ugyanaz az adat különféle kódok szerint ábrázolható.

Kódolás: *Folyamatábra* alakjában ábrázolt *program* átalakítása *utasítások* sorozatává. A kódolás valamilyen *programnyelven* végezhető, és a *számítógépben* a *fordítóprogram* alakítja át a tulajdonképpeni *gépi nyelvre*.



75. ábra Egy modern számítógép konzolja: ahol az ember felveszi a harcot mindazzal, amit a számítógép még nem tud automatikusan elvégezni

Kompjuter: lásd *számítógép*.

Komputer: lásd *számítógép*.

Konstans: Olyan *adat*, amely a feldolgozás során nem változik.

Konzol: lásd *Kezelőasztal*

Kötegetelt adatfeldolgozás: lásd *adagolt adatfeldolgozás*.

Közvetlen elérésű tár: lásd *póttár*.

Logikai algebra: A kijelentések logikájának algebrai rendszere; formális kétértékű logika, amely lehetővé teszi, hogy IGEN–NEM kijelentéseket operatív módon kapcsoljunk össze, úgy hogy logikai formulák keletkezzenek. Boole-féle algebrának is nevezik, ui. George Boole volt az az angol matematikus, aki a logikai vonatkozásokat algebrai formulákra leképezte. A logikai algebra, alkalmazását a kapcsolóáramkörökre *kapcsolási algebrának* nevezzük, lehetővé teszi kapcsolóművek módszeres tervezését.

Mágnesírás-olvasó: lásd *bizonylatolvasó*.

Megjelenítő egység: lásd *képmű*

Mnemotechnika: Az emberi emlékezet segítésére szánt eljárásokból áll. A *programnyelvekben* használt szimbólumokat mnemotechnikai szempontok szerint választják meg. A *programozó* munkáját megkönnyíti, ha az összeadási utasítást valamilyen binárisan kódolt szimbólum helyett ADD (össze) alakban írhatja. A *fordítóprogram* végzi az átkódolást *gépi nyelvre*.

Művelet: Egy utasításnak a számítógép általi elvégzése. Funkciójuk szerint megkülönböztetünk bevívó, kihozó, átvívó, aritmetikai, logikai, összehasonlító, elágazó, címszámoló stb. műveleteket.

Oktád: 8 bitből álló információegység. 256-féle *karakter* bináris kódolására alkalmas.

Oktádrekesz: 8 bitet tartalmazó, közvetlenül címezhető tárrekesz. Az oktádrekeszben elhelyezhető 8 bittel 256 féle *karaktert* lehet binárisan kódolni. Egyes gépeken a tár legkisebb címezhető egysége.

Operációs rendszer: A *programkészlet* egyik része. Olyan több programból álló vezérprogram, amely a számítóberendezés részeinek koordinálását és irányítását végzi.

Operandus: lásd *utasítás*.

Operátor: lásd *gépkészítő*.

Párbeszédés üzemmód: Váltakozó adatcsere az *adatvégállomás* és a számítógép között.

Póttár: Olyan tár, amely nem része a *processzornak*. *Csatornák* vagy fix csatlakozások kötik össze a *processzorral*. *Vezérművek* vezérlik a bevitelt és a kihozatt. A póttárakat *közvetlen elérésű tára*kra és *szekvenciális tára*kra osztjuk. A *közvetlen elérésű tár* az adott *tételt* az *adatkészlet* végigpásztázása nélkül is el tudja érni. Pl. egy *adatkészlet* 0001-től 1000-ig terjedő *azonosító*jú *tételeket* tartalmaz növekvő *azonosítók* szerint rendezve. Egy adott *program* ebből az *adatkészletből* a 0950 *azonosító*jú *tételt* akarja kivenni. Ha az adat-

készlet szekvenciális elérésű tárban, pl. mágnesszalagon van, akkor az *adatkészletet* 0001-től 0950-ig bezárólag olvasni kell ahhoz, hogy a kívánt tételt megtaláljuk. Ha viszont az *adatkészlet közvetlen elérésű tárban*, pl. mágneslemezen van, akkor a 0950-es tétel különféle módokon közvetlenül megtalálható; ezáltal az elérési idő kisebb. A *gépészlet (hardware)* és a *programkészlet (software)* azonban a közvetlen elérés esetében nagyobb igényeket kell, hogy kielégítsen.

Processzor: A számítógép magva. A főműből és a *főtárból* áll, a főmű pedig *vezérműből* és *számológyműből*.

Program: Utasítások sorozata, amely az adatok feldolgozását irányítja a számítógépben.

Programhurok: Olyan utasítássorozat, amelyen többször is végig lehet futni. Rendszerint minden átfutáskor módosulnak *adatok* vagy *utasítások*. Egy meghatározott feltétel teljesülésekor az ismétlődés véget ér, pl. ha egy számláló (a ciklusszámláló) egy előre megadott *konstans* értéket elért.

Programkészlet: Az egy adatfeldolgozó rendszer üzeméhez szükséges *programok* összessége. A *programkészlet* jelentős részét az *operációs rendszer* teszi ki; ezt a gyártó cég rendszerint a *gépészlettel* együtt szállítja. Néha csak a főprogramok összességét nevezik így.

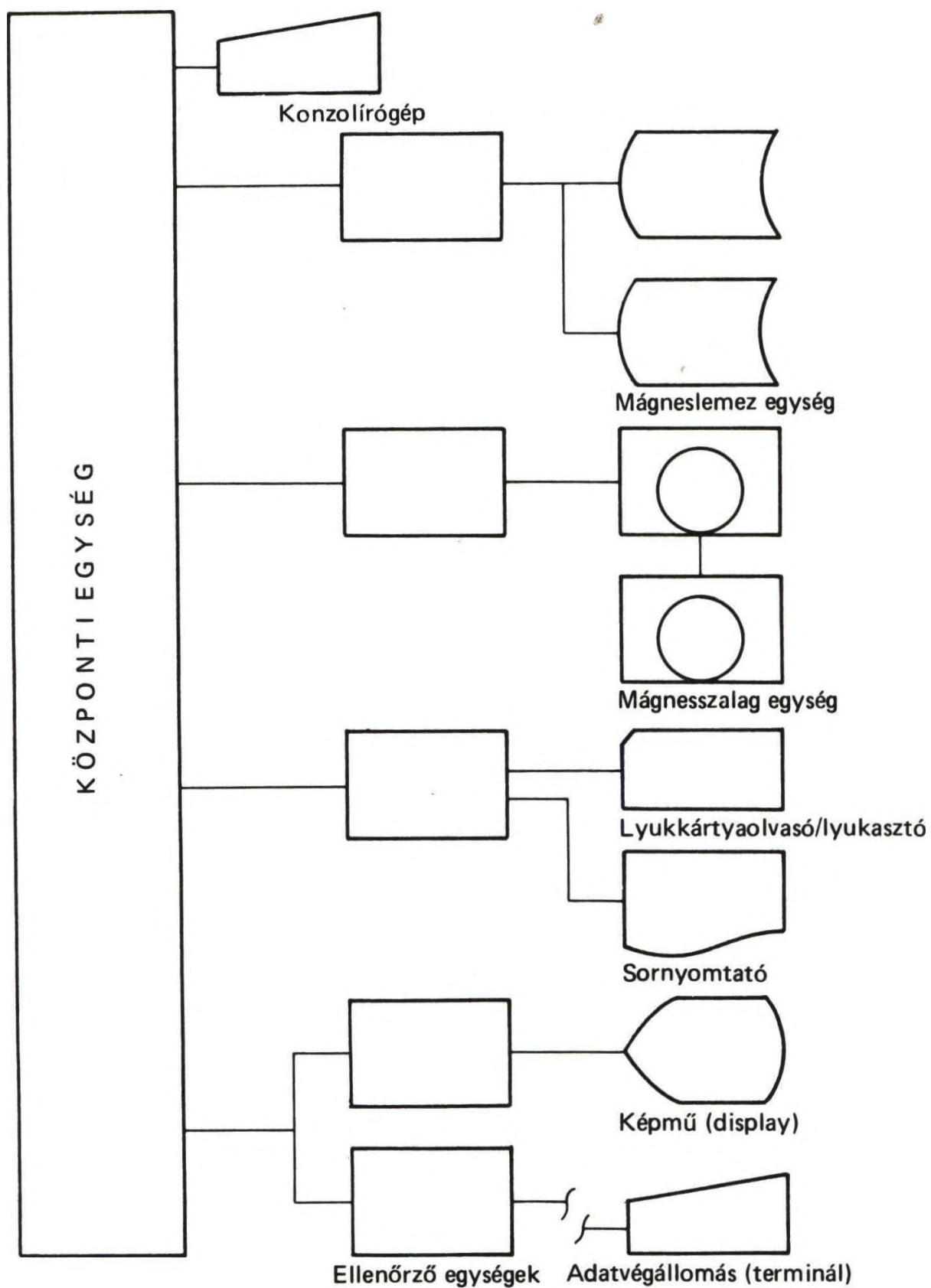
Programnyelv: Programok megfogalmazására készített nyelv. A programnyelvek feloszthatók gépre orientált és problémára orientált nyelvekre. A gépre orientált (pl. asszemblerek) nyelvek valamely géptípus tulajdonságait veszik figyelembe, tehát szorosan igazodnak a *gépi nyelv*hez, csak éppen olyan szimbólumokkal jelölik az *utasításokat*, amelyeket a *programozó mnemotechnikai* megformáltságuk következtében könnyebben jegyez meg. A problémára orientált nyelvek az ezen a nyelven megoldandó feladatok osztályát veszik figyelembe. Megkülönböztetnek tudományos-technikai nyelveket, pl. ALGOL, FORTRAN; kereskedelmi nyelveket, pl. COBOL; szövegfeldolgozó nyelveket, pl. PROGRESO. A PL/1 nyelvet általánosan lehet használni.

Programozás: Mindazon tevékenységek összessége, amelyek szükségesek egy meghatározott feladatot megoldó adatfeldolgozó *program* létrehozásához. Rendszerint a következő lépésekből áll: *folyamatábra* megtervezése, *kódolás*, *tesztelés*, és hibajavítás.

Reálidős feldolgozás: A folyamattal lépést tartó adatfeldolgozás. Minden eseményt rögtön megtörténtekor dolgoz fel a számítógép. Rendszerint meg van adva egy meghatározott időtartam, amelyen belül be kell fejezni a feladatot. Példák: *folyamatirányítás*, légiforgalmi vállalatok valamint hitelintézetek azonnali könyvelése.

Rekord: lásd *tétel*.

Rendszerelemzés: Az a tevékenység, amely egy szervezési elvből az adott feladat számítógépes megoldására alkalmas programozható rendszert hoz létre. A rendszerelemzésnek egyrészt olyannak kell lennie, hogy a *rendszer-szervező*



76. ábra Számítógépes konfiguráció, azaz különböző berendezések és egységek összeállítása egy adatfeldolgozó rendszerre

által kidolgozott irányelv lehetőleg megmaradjon, másrészt figyelembe kell vennie a rendelkezésre álló számítógépet, *programkészletet*, *programozói kapacitást* és időt.

Rendszerelemző: Az olyan személy foglalkozása, aki *rendszerelemzést* végez.

Software: lásd *programkészlet*.

Sornyomtató: Gyakran használt *kihozómű*. A mai gyorsnyomtatók óránként 120 000 sort is ki tudnak nyomtatni. Az *adatokat* lista formájában ún. lepo-rellópapírra nyomtatják.

Számítógép: Olyan *automata*, amely tárolt program szerint képes *adatokat* feldolgozni. Rendszerint jórészt elektronikus működésű. A számítógép legalább a következő egységeket tartalmazza: *bevivő mű (bemeneti egység)*, központi számológép, *főtár (operatív tár)*, *vezérmű*, *kihozó mű (kimeneti egység)*.

Számológép: A *processzor* része; a *programban* előforduló számtani műveleteket hajtja végre.

Szekvenciális tár: lásd *póttár*.

Szervező: Azoknak a személyeknek a foglalkozása, akiknek az a feladata, hogy a feladatok számítástechnikai megoldására tárgyilagosan helytálló módszereket dolgozzanak ki.

Szoftver: lásd *programkészlet*.

Tárolt program: Az a Neumann János által megfogalmazott gondolat, hogy a *programot* információként lehet tárolni, és a számítógép ugyanúgy kezelheti, megváltoztathatja, mint az *adatokat*. Ez a gondolat nyitotta meg a kaput a modern *adatifeldolgozáshoz*.

Távadatifeldolgozás: Olyan *adatifeldolgozás*, amelynek során az *adatokat* hírcsatornán továbbítják, mert a *számítógép* és az *adatvégállomások* különböző helységekben vannak.

Terminális (terminál): lásd *adatvégállomás*.

Tesztelni: A *programot* jól megválasztott példákkal kipróbálni, a program esetleges hibáinak megkeresése végett.

Tétel: Olyan *adatok* tartalmi és logikai egysége, amelyeket egy *azonosító* foglal össze. Egy tétel több *adatmezőből* szokott állni.

Utasítás: A program legkisebb egysége. Azt fejezi ki, hogy melyik művelet mely *operandusokkal* végzendő. Pl. $2 + 3$: a *művelet* összeadás; az *operandusok*: 2 és 3.

Változó: *Adat*, amelynek értéke a feldolgozás során megváltozik. A *konstans* ellentéte.

Végmű: lásd *adatvégállomás*.

Vezérmű: A *processzor* része, amely a *program* egyes *utasításait* értelmezi és végrehajtásukat vezérli.

Névmutató

A mutató nem teljes, de használhatóságát rövid kommentárokkal kívánjuk segíteni:

Adrian, Marc (szül.: 1930)

Bécsi számítógépes grafikus.

Aiken, Howard H. (szül.: 1900)

Matematikaprofesszor a Boston melletti Cambridge-ben (USA), a Darmstadti Műszaki Főiskola díszdoktora, az első univerzális relés számítóberendezést építette az USA-ban, a számítógép legfontosabb úttörőinek egyike, most Floridában él.

Alsleben, Kurd (szül.: 1928)

1960-ban számítógépes grafikával kezdett foglalkozni, művészetelmélettel is foglalkozik.

Apollodórosz (szül.: i. e. 180)

Leírta Tálosz robotot, amely Kréta szigetét védte a betolakodók ellen.

Ashby, W. Ross (szül.: 1910)

Angol kibernetikus, most az Illinoisi Egyetemen (USA); 1950-ben megépítette a homeosztátot.

Babbage, Charles (1792–1871)

Matematikaprofesszor Cambridge-ben (Anglia), a programvezérelt számító-automata feltalálója. 1822-től a differenciagépet és 1833-tól az analitikus gépet építette.

Badings, Henk (szül.: 1907)

Holland zeneszerző, most Stuttgartban tanít. A Philips stúdióban elektronikus zenét írt, többek között az 1958-as Brüsszeli Világkiállítás Le Corbusier által épített pavilonja részére is.

Beckmann, Otto (szül.: 1908)

Bécsi grafikus, A. Grassl-lal együtt az *Ars intermedia kísérleti munkacsoportot* alkotja.

Beer, Stafford (szül.: 1926)

Brit vezetéstudományi szakember, több könyv szerzője.

Beethoven, Ludwig van (1770–1827)

A fuvolázó órára írt darabokat, és egy „*Wellington győzelme*” c. sztereofónikus kompozíciót két automatára, amelyet azután átírt két zenekarra.

Bense, Max (szül.: 1910)

Német filozófus, racionális esztétikával foglalkozik.

Bowman, John R.

Vegyész-fizikus Pittsburgh-ból, 1952-ben megadta a legnagyobb számot, amelyet valaha tudományosan vizsgáltak, az emberi agy lehetséges logikai áramköreinek számát.

Butler, Samuel (1835–1902)

Angol író; 1869-ben írta „*Értekezés a gépekről*” c. munkáját, amelyet azután az „*Erewhon*” c. könyvvé dolgozott át. Ebben az evolúció-elméletet teszi nevetségessé.

Cannon, Walter B. (1871–1945)

Amerikai fiziológus, leírta a homeosztázis jelenségét az élőlényeknél: az állandó értéken tartást szabályozó kör és átkapcsolás által.

Čapek, Karel (1890–1938)

Cseh író, aki „*Rossum Univerzális Robotjai (R. U. R.)*” c. drámájával, a „robot” szót a világirodalomba bevezette.

Couffignal, Louis (1902–1966)

Francia matematikaprofesszor és a számítógép úttörője.

Descartes, René (1596–1650)

„*Discours de la méthode*” c. munkájában lerakja a matematikai-fizikai természetmegismerés alapjait.

Dürer, Albrecht (1471–1528)

„Számítógépes” grafikát készített: „*A mérés tanítása*”-ban algoritmus szerint rajzolt.

Eckert, John Presper (szül.: 1919)

Amerikai mérnök, az első teljesen elektronikus számítógépet, az ENIAC-ot és az első gyárilag készített és üzemeltetett számítógépet az UNIVAC-ot építette.

Eddington, Arthur (1882–1944)

Angol fizikus és asztronómus, megkísérelte a kozmosz részecskéinek számát kiszámítani.

Euler, Leonhard (1707–1783)

Svájci matematikus, aki Berlinben és Szentpétervárott is működött. Zeneelméletet írt.

Franke, Herbert W. (szül.: 1927)

Bécsben született, Németországban működő művészetelméleti író, számítógépes grafikus és publicista.

Gödel, Kurt (szül.: 1906)

Matematikus és logikus, most Princetonban (USA); 1936-ban mint bécsi egyetemi docens forradalmasító munkát írt az axiomatikus rendszerek eldönthetlenségéről.

- Grassl, Alfred (szül.: 1941)
Bécsi okl. mérnök, Otto Beckmann-nal dolgozik együtt (*Ars intermedia kísérleti munkacsoport*).
- Händel, Georg Friedrich (1685–1759)
Darabokat írt a fuvolázó óra számára.
- Hauer, Joseph Matthias (1883–1959)
Osztrák komponista, aki 1920 körül Schönbergtől függetlenül saját dodekafon zenét alkotott.
- Haydn, Joseph (1732–1809)
Darabokat írt a fuvolaórára.
- Hérón (i. u. az 1. században élt)
Automatákat épített és könyveket írt az automatizálásról és a mechanikus színházról (*Pneumatica, Automata*).
- Hiller, Lejaren A. (szül.: 1924)
Zeneprofesszor, eredetileg vegyész, programozó rendszereket tervezett a komponáláshoz, és 1956-ban az ILLIAC-szvitet komponálta, amely a számítógépes zeneszerzés már klasszikus alkotása.
- Hollerith, Hermann (1860–1939)
Amerikai német bevándorlók fia. A statisztikai és irodai lyukkártyatechnika feltalálója.
- Homérosz (i. e. 800 körül)
Különféle automatákat és robotokat ír le.
- Jaquet-Droz, Pierre (1721–1790)
Neuenburgi órás. Ő és két fia számos automata órát és automatát épített, különösen érdekes az író, a rajzoló férfi és az orgonán játszó női figurája.
- Jelinek, Hanns (1901–1969)
Dodekafon művek zeneszerzője és a bécsi zeneakadémia tanára.
- Kempelen Farkas (1734–1804)
Az Erdélyi Udvari Kamara udvari tanácsosa Bécsben, mérnök és kutató. Könyvet írt a nyelvről, valódi beszélő gépeket és pszichológiai trükk-ként hamis sakkautomatát épített.
- Kepler, Johannes (1571–1630)
Megkapta azokat a leveleket, amelyekben Schickart leírja a számológépét.
- Khvarazmi, Mohammed ibn Musza al (800 körül)
Arab matematikus. 820 körül könyvet írt az algebráról. Nevéből (születési helye ma Horezm) vezetik le az *algoritmus* nevét.
- Kircher, Athanasius (1601–1680)
Jezsuita pap. Számos automatát és komponológépet írt le.

- Kirnberger, Johann Philip (1721–1783)
Zeneelmélet-író, egy ideig II. Frigyes udvarában. Két útmutatót írt a dobókockákkal történő algoritmikus komponáláshoz.
- Knaus, Friedrich von (1724–1789)
Mechanikus a bécsi udvarban. Író automatákat épített Lotharingiai Ferenc István számára. Apjával és bátyjával a bemutató órát Bécsbe vitte és az ő hagyatékából származik a lovagjáték-óra, amely a világ egyik legszebb automatája és a bécsi Hofburgban található.
- Kohout, Pavel (szül.: 1928)
Cseh drámaíró. Az „August August, a bohóc” írója.
- Kupper, Hubert
Számítógéppel komponál.
- La Mettrie, Julien O. de (1709–1751)
Francia orvos. 1748-ban írta „*L’homme machine*” c. könyvét.
- Laposky, Ben F.
1952 óta „oszcillografikát” csinál az USA-ban.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1646–1716)
Az első négyműveletes számológépet építette helyiértékeléssel és hányadosművel.
- Lullus, Raimundus (1235–1315)
Logikai gépeket tervezett és ezzel akarta a mohamedánok megtérítését elősegíteni.
- Mälzel, Johann Nepomuk (1772–1838)
A pánharmóniumot építette, és még számos más automatát. Ellopta D. N. Winkel mechanikustól a metronóm feltalálását. (Kempelen ál-sakkautomatájával turnézott Amerikában. Szerk.)
- Markov, Andrej A. (szül.: 1903)
Orosz matematikus. Az algoritmusok elméletéről írt.
- Mauchly, John W. (szül.: 1907)
Amerikai fizikus és kutatómérnök. J. P. Eckerttel az első teljesen elektronikus számítógépet, az ENIAC-ot és az első gyárilag készült számítóberendezést, az UNIVAC-ot építette.
- Meertens, Lambert
Programozó az Amszterdami Matematikai Központban. A számítógéppel komponál. Az IFIP egyik díját kapta.
- Molière, Jean Baptiste (1622–1673)
Francia drámaíró, akinek a színpadi műveiben a mechanisztikus felfogás néha kifejezésre jut.

- Morse, Samuel (1791–1872)
Amerikai festőművész. A morzetávíró és morzejeleket találta fel.
- Moscheles, Ignaz (1794–1870)
Zongorista és zeneszerző.
- Mozart, Wolfgang Amadeus (1756–1791)
Műveket írt a fuvolázó óra számára.
- Nake, Frieder (szül.: 1938)
Számítógépes grafikákat készít.
- Nees, Georg (szül.: 1926)
Számítógéppel grafikákat készít.
- Noll, A. Michael
Számítógéppel grafikákat készít.
- Neumann János (1903–1957)
Budapesten született, Berlinben majd az USA-ban működő matematikus, valószínűleg ennek az évszázadnak egyik legzseniálisabb tudósa. A számítógép logikai alapjait ő teremtette meg és több úttörő gépet épített, az ő ötlete volt, hogy a programot a főtárban helyezze el.
- Pascal, Blaise (1623–1662)
Francia matematikus, fizikus és filozófus. Az első teljesen automatikus összeadógépet építette.
- Pask, Gordon (szül.: 1928)
Angol kibernetikus, aki figyelemreméltó oktatógépeket épített.
- Pavlov, Ivan P. (1849–1936)
Orosz fiziológus, a feltételes reflex felfedezője.
- Petzval József (1807–1891)
Mérnök, matematikus és főiskolai professzor, elsőnek konstruált nagy nyílású fotoobjektívet, amelyet katonai önkéntesek számítottak ki és Voigtländer készített el.
- Popper, Sir Karl (1902)
Londonban tevékenykedő bécsi filozófus, aki a Bécsi Kör eszmeköréből a falszifikálás (hamisítás) elvét fejlesztette ki: mivel egyes általános mondatokat nem lehet szigorúan bizonyítani, ezért legalább alaposan és lelkiismeretesen meg kell vizsgálni őket a cáfolási lehetőségek szempontjából.
- Sala, Oskar
Elektronikus és zenész, a trautóniumot továbbfejlesztette és elektronikus zenét komponál.

Schäffler, Otto (1838–1928)

Bécsi műszerész. 1890-ben holleritgépeket hozott Bécsbe és lehetségessé tette az osztrák népszámlálás kiértékelését lyukkártyás berendezéssel. 1895-ben szabadalmat kapott a kábeles programozásra (Telefonközvetítőzsinórok).

Schickart, Wilhelm (1592–1635)

Teológus és asztronómus. Az első, még nem teljesen automatikus négyműveltes számológépet építette, amelyről Keplernek is beszámolt.

Schönberg, Arnold (1874–1951)

Osztrák zeneszerző, 1920 körül megalkotta a dodekafon komponálás technikáját.

Shannon, Claude E. (szül.: 1916)

Amerikai matematikus, a statisztikai információelmélet megteremtője, a kapcsolóalgebra továbbfejlesztője. Több automatát épített, köztük az „egér a labirintusban”-t, és megkezdte a számítógépes komponálást.

Spohr, Louis (1784–1859)

Német hegedűművész és zeneszerző; 1812-től 1816-ig Bécsben élt.

Steinbuch, Karl (szül.: 1917)

Híradástechnikai szakember és kibernetikus, egy tanuló kapcsolat (tanulómátrix) feltalálója, és számos sikeres könyvet írt.

Stiegler, Hermann Josef (szül.: 1920)

1965 óta grafikákat készít algoritmusok szerint.

Sumner, Lloyd

Amerikai számítógépes grafikus, az első olyan művészként ismerik, aki csakis számítógépes grafikából él.

Torres y Quévedo, Leonardo (1852–1936)

Spanyol feltaláló. 1920-ban elektromechanikus számológépet épített, és 1912-ben az első sakk-automatát.

Trautwein, Friedrich (1888–1956)

Feltalálta a trautóniumot.

Turing, Alan M. (1912–1954)

Angol matematikus, feltalálta a Turing-gépet, amely az algoritmusok eméletének az alapja lett, és cikket írt „*Tud-e a számítógép gondolkodni?*” címen.

Vaucanson, Jacques de (1709–1782)

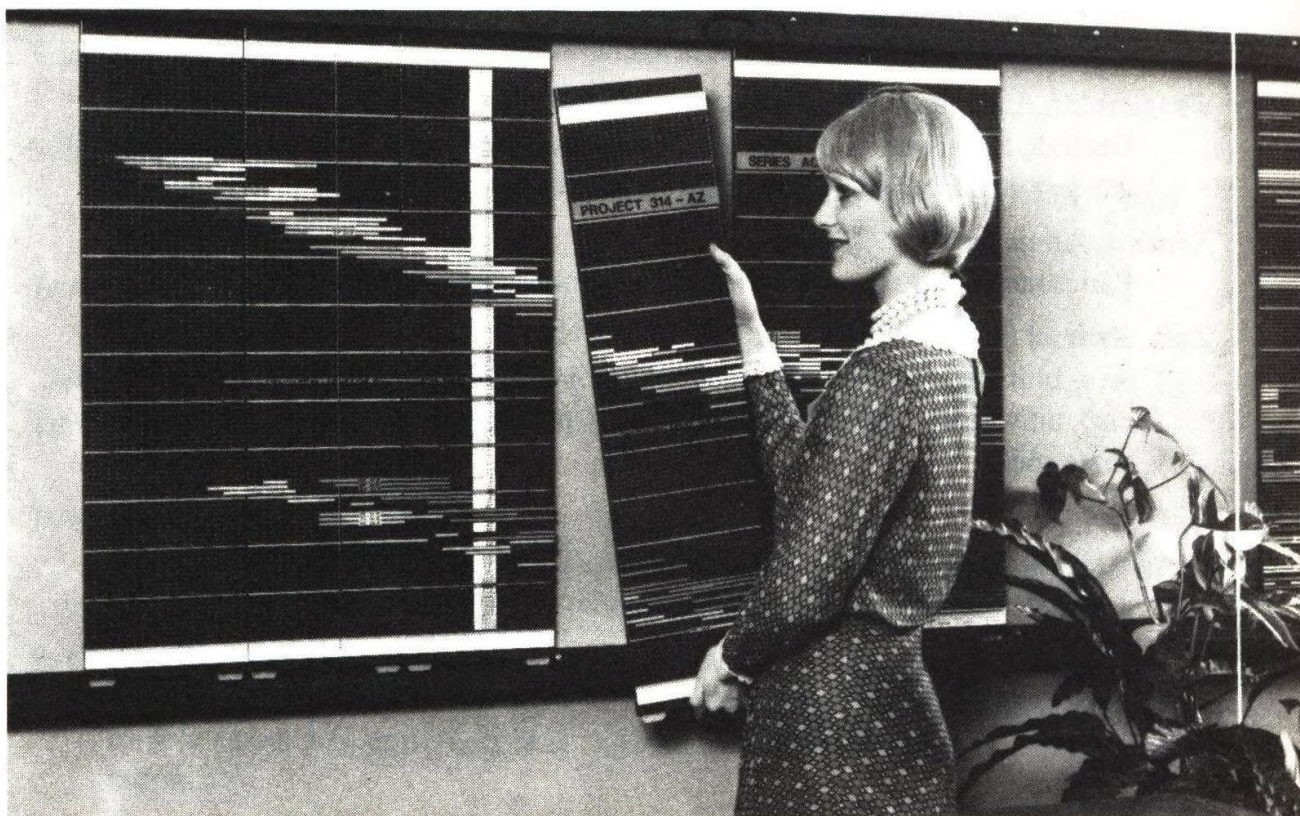
Francia műszerész. Tökéletesebbé tette a szövőszékek lyukkártyás vezérlését, és sok automatát épített, többek között a mesterséges gácsért és két zene-automatát.

- Wagner, Franz
1955 körül egy részben digitális, részben analógias elektronikus készülékkel komponált.
- Watt, James (1736–1819)
Feltalálta a gőzgép mai formáját és a regulátort, a szabályozó visszacsatolás alappéldáját.
- Walter, W. Grey (szül.: 1910)
Angol ideggyógyász. Egy Pavlov által leírt algoritmus szerint megépítette a feltételes reflexet szimuláló automatát, a *mesterséges teknősbékát*.
- Webern, Anton (1883–1945)
Osztrák zeneszerző, aki átvezetett a dodekafon zenétől a szeriális zenéhez.
- Whitney, John J.
Amerikai művész. Számítógéppel alkotta a „*Permutations*” c. színesfilmet.
- Wiener, Norbert (1894–1964)
Amerikai matematikus. A „*Cybernetics*” c. könyvet írta és automatákat épített.
- Winkel, Diederich Nikolaus (1777–1826)
Német műszerész és hangszerkészítő, Amszterdamban dolgozott. Feltalálta az első használható metronómot. Ő építette a kompóniumot, az első komponológépet az első technikai véletlengenerátorral.
- Wittgenstein, Ludwig (1889–1951)
Osztrák filozófus. A *Tractatus Logico-philosophicus*-t írta, amely a számítógépes gondolkodásmód filozófiai előfutárának tekinthető.
- Xenakis, Iannis (szül.: 1922)
Párizsban élő görög zeneszerző, aki a számítógépet komponálásra használja.
- Zuse, Konrad (szül.: 1910)
A számítógép úttörője. Számos számítóberendezést talált fel, megépítette az első univerzális számítóautomatát és a programnyelvek egyik előfutárát tervezte meg.

MŰSZAKI, GAZDASÁGI VEZETŐK, SZERVEZŐK
IRÁNYÍTÓ SZAKEMBEREK FIGYELEM!
A KÉSZLETNYILVÁNTARTÁS
KAPACITÁS – TERHELÉS, FORGALOMELLENŐRZÉS
TERMELÉSIRÁNYÍTÁS TERÜLETÉN
NÉLKÜLÖZHETETLEN SEGÍTSÉGET NYÚJT
MUNKÁJÁHOZ
A TETSZÉS SZERINT BŐVÍTHETŐ,
VÁJATOS–MÁGNESES, SZÍNEKKEL VARIÁLHATÓ,
RUGALMASAN ALKALMAZHATÓ

efficiënta®

PROGRAMTÁBLA



Érdeklődők részére szaktanácsadás! Megrendelés alapján egyedi igények kielégítése!
STATISZTIKAI KIADÓ VÁLLALAT Kiadói és Terjesztési Osztály,
1525 Budapest, Keleti Károly u. 18/b. Pf. 34. Telefon: 360-748



VIDEOTON R10 TÍPUSÚ SZÁMÍTÓGÉP

A SZÁMÍTÓGÉP NAGY
MŰVELETI SEBESSÉGE,
A MIKROPROGRAMOZOTT
VEZÉRLÉS, A PERIFÉRIÁK
SZÉLES VÁLASZTÉKA ÉS A
RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ
PROGRAMOK LEHETŐVÉ
TESZIK A SZÁMÍTÓGÉP
UNIVERZÁLIS
ALKALMAZÁSÁT

FŐBB FELHASZNÁLÁSI TERÜLETEK:

adatelőkészítés,
adatfeldolgozás,
helyfoglalási rendszerek,
műszaki-tudományos
számítások,
mérésadatgyűjtés,
folyamatirányítás.



VT VIDEOTON
TV SZÁMÍTÁSTECHNIKAI GYÁRA

TELEFON: 213-187