

**VAS ÉS FÉMIPARI  
MUNKÁSAKADÉMIA**



**Dömölki Bálint — Drasny József**  
**Logikai gépek — tanuló gépek**  
**és a tanító gépek**

DÖMÖLKI BÁLINT - DRASNY JÓZSEF

LOGIKAI GÉPEK - TANULÓ GÉPEK ÉS A TANÍTÓ GÉPEK

Kiadja

a Vas- és Fémipari Dolgozók Szakszervezete  
és a

Tudományos Ismeretterjesztő Társulat  
Műszaki Szakosztályai Országos Választmánya

1963.

A TIT Műszaki Választmánya Gépipari Szakcsoportjának  
szerkesztésében készült

Szerkesztette:

LECHNER F G O N

Felülvizsgálta:

SZELEZSÁN JÁNOS

Fk: Bruzsa László

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

## I. Bevezetés

A tudomány és technika napjainkban tapasztalt rohamos fejlődése egyre több olyan problémát vet fel, amelyek megoldása nagymennyiségű számítást tesz szükségessé; ezek elvégzése korszerű elektronikus számítógépek nélkül elképzelhetetlen lenne. Ezek a gépek rendkívül nagy sebességgel /néhány száz- néhány százezer számtani művelet másodpercenként/ működnek és egy-egy feladat megoldásán több órán keresztül teljesen automatikusan, minden emberi beavatkozás nélkül képesek dolgozni. Ilyen gépet általában úgy készítenek, hogy ne csak egy feladat megoldására legyenek alkalmasak, hanem univerzálisak legyenek, ami azt jelenti, hogy a gépbe bevitt számolási utasítástól /program/ függően különbözőféle feladatokat ugyanazon a gépen lehessen megoldani. Ily módon az ilyen gépeken minden olyan feladatot meg lehet oldani, amelynek megoldására pontosan meghatározott lépésekből álló, teljes részletességgel kidolgozott megoldási előírás, ún. algoritmus adható meg.

A gyorsműködésű elektronikus számítógépek szükségessége kezdetben elsősorban a számítási feladatok megoldása területén vetődött fel. Ennek megfelelően az elektronikus számítógépeket eleinte kizárólag ilyen jellegű feladatok megoldására vették igénybe. A legegyszerűbb számítások gépi megvalósításánál is szükség lehet azonban arra, hogy a számtani alapműveleteken kívül a gép más, logikai jellegű lépéseket is végrehajtson. A számítások automatikus végrehajtásának igénye ugyanis szükségessé teszi, hogy a gép bizonyos helyzetekben "dön-

tésre" legyen képes, azaz a számítás menetét valamilyen feltétel teljesülésétől függően meg tudja változtatni. Ha pl. 100 számot kell összeadnunk, akkor ezt legegyszerűbben oly módon végezhetjük el, hogy a számokat rendre egymásután véve hozzáadjuk az előző számok összegéhez. Minden ilyen összeadás után meg kell vizsgálni annak a feltételnek a teljesülését, hogy az utolsó szám hozzáadását is elvégeztük-e már; ha nem, akkor folytatni kell a számítást a következő szám hozzáadásával, míg a feltétel teljesülése esetén a kijelölt feladatot elvégeztük.

A számítógépeknek ezt a "döntés-hozó" képességét kihasználva olyan feladatokat is meg lehet oldani ezeken a gépeken, amelyekben tulajdonképpen számítás egyáltalán nem, vagy csak alárendelt szereppel fordul elő és a feladat megoldása lényegében ilyen döntések sorozatából áll. Mivel az emberi gondolkodás is nagyrészt logikai döntésekből tevődik össze, lehetőség van arra, hogy az ember szellemi tevékenységének egyes folyamatait gépi úton utánozni, "modellezni" lehessen. Ezek közül mi a tanulás és tanítás folyamatainak gépi megvalósításával fogunk foglalkozni.

## II. Tanulógépek

Ebben a fejezetben olyan gépekről lesz szó, amelyek kisebb-nagyobb mértékben az emberi tanulás folyamatát utánozzák. Megjegyezzük, hogy itt és a továbbiakban egyaránt tanulógépeknek fogjuk nevezni a speciálisan ilyen célra épült gépeket, valamint a tanulási folyamatok utánzására programozott univerzális elektronikus számológépeket is.

## 1/ A tanulás fogalma

Mielőtt a tanulás modellezésének gépi megvalósítására rátérnénk, először tisztáznunk kell azt a kérdést, hogy mit is értünk tanuláson. Ha a tanulásról esik szó, az emberben felötlenek iskolai emlékei, amikor a könyv fölé hajolva igyekezett a tananyagot emlékezetébe vésni, vagy amikor a tanár szavait hallgatta és próbálta az általa közölt ismereteket elsajátítani. Ennek a folyamatnak azonban nem minden része jellemző a tanulás folyamatára, mint szellemi tevékenységre. Tekintsük azt a diákot, aki otthon "bevágja" pl. az Árpádházi királyok uralkodási évszámait és az iskolában hiba nélkül "elfújja". A "tanulásnak" ez a folyamata rendkívül egyszerű módon utánozható gép segítségével, hiszen arra egy magnetofonszalag, vagy egy gramofonlemez is képes, hogy az egyszer "hallott" szöveget hangok segítségével visszaadja. Mi a továbbiakban "tanulás"-on ennél többet fogunk érteni.

Közelebb jutunk a tanulás fogalmának pontosabb értelmezéséhez, ha arra a kisgyerekre gondolunk, aki figyelmeztetés vagy saját tapasztalatai alapján megtanulta, hogy a forró kályha megégeti, vagy a kutyára, amely ugyancsak megtanulta, hogy hívásra gazdájához rohanjon. Számtalan hasonló példát lehetne felsorolni, amelyek valamely élőlény a környezetben lévő jelenségekről érzékszervei segítségével tudomást szerez és ennek alapján saját régebbi tulajdonságait megváltoztatva igyekszik a megismert körülményekhez alkalmazkodni, környezetéhez hozzáilleszkedni. Az ilyen jellegű viselkedést fogjuk tágabb értelemben vett tanulásnak tekinteni. Azt mondhatjuk tehát, hogy az a szervezet képes tanulásra, amely a külső körülmények megismerésének segítségével környezetéhez illeszkedni tud.

## 2/ A tanulási folyamat megvalósítása gépekkel

Nézzük meg a továbbiakban, hogy a fentiekben meghatározott értelemben vett tanulás gépi megvalósításához milyen részfeladatok ellátására van szükség, illetve az ilyen tanulási folyamatot megvalósító gép miben különbözik az egyszerűbb számítási feladatokat megoldó gépektől. Nyilvánvalóan mindkét esetben szükség van olyan "szervekre", amelyek a gép és a külvilág közötti kapcsolatot fenntartják. Számítógépeknél ez leginkább számok, betűk vagy egyéb, pl. az írógépen megtalálható írásjelek formájában történik. Természetesen ugyanez állhat a tanulási feladatok megvalósítására használt univerzális számítógépek esetében is. Egyes, speciálisan ilyen tanulási feladatok ellátására készített berendezéseknél mód van arra, hogy a külvilágtól érkező fény vagy hangjelek közvetlenül kerüljenek be a gépbe és ezekre a gép hasonló "természetes" jelekkel válaszoljon. Nyilvánvaló azonban, hogy a tanulási folyamatok gépi megvalósításának lényegét nem a külvilággal való kapcsolat tartásának ilyen vagy olyan módja határozza meg.

Említettük már, hogy számítási feladatok megoldásánál a gépek működését valamilyen egyértelmű működési előírás /program/ határozza meg. Ilyen feladatoknál ez általában azt jelenti, hogy ugyanazon feladatot ugyanazon a gépen kétszer egymásután megoldva ugyanolyan eredményt kapunk. A tanulás gépi megvalósításánál a feladat abban rejlik, hogy a külső körülmények vagy a gép működése során nyert "tapasztalatok" hatására a gépek az a működési előírása változzék meg oly módon, hogy ez valamilyen adott célnak megfeleljen /tehát pl. a feladatot mindig gyorsabban oldja meg/. Természetesen a működési előírás ilyen módon való megváltoztatását ugyancsak előre meg kell "tervezni", ami azt jelenti, hogy tanuló-

gépek esetében egy második számú működési előírásnak is kell lennie, amely a gép viselkedését /1. sz. működési előírás/ a külső körülmények vagy tapasztalatok hatására megfelelő módon megváltoztatja.

Ezt a folyamatot a fentiekben említett példán /kisgyermek és a kályha/ a következő módon lehet szemléltetni: a kisgyermek tevékenységét kezdetben az a "működési előírás" határozza meg, hogy minden, számára ismeretlen tárgyról tapintás útján szerezzen ismereteket. A 2. sz. "működési előírás" ebben az esetben úgy fogalmazható meg, hogy amennyiben valamilyen tevékenység végrehajtása közben fájdalmat érez, úgy azt a tevékenységet a továbbiakban ne ismétlje meg.

A tanulás és a gondolkodás egyéb folyamatainak gépi modellezésével kapcsolatosan gyakran elhangzik az a vélemény, hogy "a gépek csak azt tudják elvégezni, amit számukra pontosan előírtunk". Az eddigi magyarázatból azonban láthatjuk, hogy ez a körülmény a tanulás modellezésének gépi megvalósítása szempontjából nem jelent akadályt, mert az említett "2. sz. működési előírás" éppen ilyen pontosan meghatározott működési előírást jelent és ugyanakkor biztosítja a gép "1. sz. működési előírásának" folyamatos megváltoztatását, tehát a tanulás folyamatának modellezését.

Ily módon igaz ugyan, hogy tanulógépek esetében a gép kétszer ugyanolyan körülmények közé kerülve nem relétlenül azonos módon fog viselkedni, ugyanakkor azonban ha a gépet működésének kezdetétől fogva kétszer ugyanolyan körülmények közé helyezzük /ugyanúgy "tanítjuk"/, akkor már állíthatjuk, hogy működése mindkét esetben azonos lesz.



### 3/ Játzó gépek

A továbbiakban a tanulás folyamatát és a tanulógépek működését játékok példáján fogjuk bemutatni. Megjegyezzük, hogy világszerte általában a gépi tanulásra vonatkozó kutatások ilyen játékok gépi megvalósításából indulnak ki. Ez a választás szerencsésnek nevezhető azért, mert ilymódon a tanulás modellezése során felvetődő bonyolult problémákat egyszerűbb, közérthető és szórakoztató formában lehet tárgyalni. Ez a körülmény indokolja, hogy az un. "játzógépek" területén aránylag sok érdekes eredmény született. Ugyanakkor azonban tisztán kell látnunk, hogy a játzógépekkel való foglalkozást nem kell öncélúnak tekintenünk, mert az ilyen gépek tanulmányozása eszközt jelent az emberi tevékenység jobb megismerésére, és az ilyen módon szerzett ismeretek a szellemi munka automatizálásának sok területén eredményesen alkalmazhatók.

Bonyolultságuktól és játékuak alapelvétől függően a játzógépeket három csoportba oszthatjuk:

1/ A játzógépek legegyszerűbb fajtái közé tartoznak azok, amelyeket a könnyen és teljesen elemezhető játékokra terveztek. Az ilyen játékoknál a játék folyamán viszonylag kevés lehetséges helyzet állhat csak elő és így minden helyzetben egyértelműen megállapítható, hogy melyik a legjobb lépés. Az ilyen játékok egyrésznél ténylegesen végig kell próbálni az előállható összes helyzetet és ezután kell kiválasztani azt a lépést, amelyik a legjobb eredményhez vezet. Egy másik csoportnál viszont ez nem szükséges, mert a helyes lépés valamilyen szabály formájában megfogalmazható. Mindkét esetben különösebb nehézség nélkül a gépre bízható a helyes lépés kiválasztása. Az első esetben arra kell a gépet utasítani, hogy mechanikusan próbálja végig az összes lehetséges lépést és vá-

lassza ki azt, amelyik, ha lehet nyereshez, ha ilyen nincs, akkor legalább döntetlenhez vezet. A második csoport játékeinál - ha a szabály egyértelműen és pontosan megfogalmazható - általában nem jelent problémát a szabályok gépre való alkalmazása és így a lejátszás sem.

Jó példa az ilyenfajta játékok első csoportjára a tac-tix nevű játék. Ezt a játékot sakktáblaszerű, negyzetalaku táblán játsszák. A mezők száma elvileg tetszőleges lehet, de nagy tábla esetén a játék teljesen áttekinthetetlen lesz, ezért maximálisan 5x5 mezőből álló táblán szokták játszani. A játék menete a következő:

A játék elején a tábla összes mezőjén egy-egy figura áll. A játékosok felváltva vesznek el ezekből a következő szabályok szerint: A játékos egy tetszőleges sorból, vagy oszlopból elvehet tetszőleges szerinti számú figurát, de az elvett figuráknak szomszédosaknak kell lennie. Egyet legalább el kell venni és természetesen legfeljebb annyit vehet el, amennyi az illető sorban vagy oszlopban pillanatnyilag van. Az veszti aki nek az utolsó figurát kell elvennie.

Az egyszerűség kedvéért és a könnyebb áttekinthetőség kedvéért egy 3x3-as táblán játszott játékot vizsgáljunk és nézzük meg először, hogyan játsszák ezt emberek egymás ellen és azután azt, hogyan lehet az egyik játékost géppel helyettesíteni.

A tábla a játék elején tehát a következőképpen néz ki:

	1	2	3
I.	X	X	X
II.	X	X	X
III.	X	X	X

*1. sz. ábra*

Az ábrán keresztekkel jelöltük a figurákat és 1, 2, 3-al a függőleges oszlopokat, illetve I., II., III.-al a vízszintes sorokat. A résztvevő játékosokat nevezzük A-nak és B-nek.

A kezdő A játékos jelenleg elvehet bármelyik sorból vagy oszlopból 1, 2 vagy 3 figurát. Kettőt azonban nem vehet el úgy, hogy pl. a II. sorból az első és harmadik figurát veszi el, mert abban az esetben nem szomszédos figurákat venne el és ez szabálytalan. Tegyük fel, hogy elveszi a harmadik oszlopból a két utolsót. Az állás:

x	x	x
x	x	
x	x	

2.sz. ábra

A másik játékos - B - elveszi az I. sor első figuráját:

	x	x
x	x	
x	x	

3.sz. ábra

Ujra A következik, ő a II. sor két figuráját veszi el:

	x	x
x	x	

4.sz. ábra

Itt már könnyen belátható, hogy B bármit lép, vesztett, ugyanis csak kétféle lehetősége van: vagy egyet vesz el az egyik kettős csoportból és akkor ellenfele a másik kettőt, vagy elveszi az egyik kettős csoportot és akkor A egyet vesz csak el a következő lépésben. Mindkét esetben egy figura marad, amit a szabályok értelmében B-

nek el kell vennie és így ő lett a vesztes.

Néhány figyelmesen lejátszott játszma után rajövünk, hogy a helyzeteket két csoportra lehet osztani. Az egyik csoportba azok a helyzetek tartoznak, amelyekből bármit lépünk is, veszteni fogunk /feltéve, hogy ellenfelünk jól játszik/. Ilyen állást az utolsó ábrán láthatunk, de ilyenek pl: a következők is:



5.sz.ábra

Természetesen ide tartoznak azok a helyzetek is, amikor csak egy figura van a táblán: az vesz, akinek lépnie kell. Az ilyen helyzeteket "biztos" helyzeteknek fogjuk nevezni, míg a többit "bizonytalan"-nak. Egy kis gondolkodás után bárki rájöhet arra a szabályszerűsége, hogy

1/ bizonytalan helyzetből mindig lehet biztos és bizonytalan állást is előállítani, míg

2/ biztosból csak bizonytalan helyzet jöhet létre.

A játékos célja tehát az, hogy lehetőleg biztos helyzetet állítson elő, mivel ellenfele abból csak bizonytalan tud létrehozni, amiből ő ismét biztosat csinálhat, és így tovább egész addig, míg elő nem állította az utolsó biztos helyzetet, amikor csak egy figura van a táblán. Látható, hogy a játékot mindig az a játékos nyeri, aki először tud biztos helyzetet teremteni, mert a továbbiakban csak arra kell figyelnie, hogy újabb biztos helyzeteket állítson elő, ami pedig mindig lehetséges lesz számára. Ellenfelének csak az nyújt esélyt, ha ő hibát vét és egy bizonytalan helyzetből újabb bizonytalan állít elő, mivel akkor ellenfele hozhat létre biztos állást. Tekintve, hogy a bemutatott játéknál a kezdő hely-

zet a bizonytalanok közé tartozik /létrehozható belőle pl. az 5. sz. ábra utolsó helyzete és még néhány más biztos helyzet/, a játékot a kezdő játékos mindig megnyerheti, ha jól játszik. Példánkban A rosszul kezdett, mivel a kezdeti bizonytalan helyzetből nem biztosat, hanem újabb bizonytalan állított elő. Ha B jól játszott volna, akkor első lépésénél a teljes első sort elvéve a maga javára fordíthatta volna a játszmat. Ezt azonban elmulasztotta és így A a továbbiakban jó játékkal nyerni tudott.

A játékban az egyik játékos géppel való helyettesítése nem okoz komoly problémát. A gép un. tárolóegységében el kell helyezni az összes lehetséges bizonytalan játékhelyzetet / $3 \times 3$ -as játéknál 420 ilyen helyzet van/ és mindegyiknél meg kell jelölni, hogy az adott helyzetben mi a jó lépés. Biztos helyzetben mindegy, hogy mit lép a gép, jót úgy sem tudna lépni, így azokat tárolni is felesleges. Most ha a gép valamilyen helyzet előtt áll, először is megnézi, hogy az állás szerepel-e a tároltak között. Ha igen, akkor megnézi, hogy mi a számára kedvező lépés és azt lépi. Ha nem találja meg az adott helyzetet a feljegyzettek között, akkor tesz egy tetszőleges, természetesen szabályos lépést. Ilyen játékmóddal elérhető, hogy a gép mindig nyer, ha abból az állásból egyáltalán nyerni lehet; vagyis kezdő félként mindig nyer és nyer akkor is, ha ellenfele kezd, de játék közben hibát vét.

Semmiféle elméleti nehézséget nem okoz egy  $4 \times 4$ -es, vagy ennél nagyobb táblán játszott tac-tix ilymódon géppel való játszása. A helyzet azonban az, hogy míg a  $5 \times 3$ -as táblán összesen 511 féle helyzet állhat elő /biztos és bizonytalan együtt/, addig  $4 \times 4$ -esnél ez a szám 65.535 és  $5 \times 5$ -ösnél már kb. 8 millió. Ennyiféle helyzet közül kellene kiválasztani a bizonytalan helyzeteket és a hozzá tartozó lépéseket, hogy azokat a számítógépbe beadhassuk. Erre a mun-

kara eddig meg senki nem vállalkozott. Lehetőség a ren-  
ti játék gépi lejátszását úgy is megoldani, hogy maga a  
gép válassza ki az összes helyzetek közül a biztos és bi-  
zonytalan helyzeteket, illetve minden lépés előtt próbá-  
lja végig az összes lehetséges lépést, minden lépésre  
az ellenfél összes lehetséges válaszlépését és így to-  
vább, amíg meg nem állapítja, hogy van-e olyan lépés, a-  
mely mindenképpen nyeresre vezet. Ez az út is járható, de  
szintén csak egyszerűbb játékoknál. A megoldás elvi ne-  
hézséget nem okoz, azaz lehet egy gépnek olyan működési  
előírást adni, amelynek segítségével ez a feladat meg-  
oldható. Ezzel a módszerrel elvileg nemcsak tac-tix, ha-  
nem bármilyen játékot lehetne géppel játszani, pl. akár  
sakkot is. A gyakorlatban azonban az a helyzet, hogy a  
sakknál a lehetséges játékhelyzetek száma oly nagy, hogy  
áttekintésük még a leggyorsabb gépek számára is lehetet-  
len, legalábbis belátható idő alatt. Gondoljuk csak el,  
hogy egy 40 lépésből álló sakkjátszma összes lehetséges  
változatainak végigpróbálása annyi évet venne igénybe, a-  
mely több mint 90 jegyű számmal írható le, még ha olyan  
géppel próbálnánk is játszani, amely egy másodperc alatt  
egy billió változatot vizsgál végig. /ilyen gép persze  
nincs és egyhamar nem is lesz./

Bizonyos mértékig egyszerűbbek az olyan játékok, a-  
melyeknél általában megadható valamilyen szabály a he-  
lyes játéokra. Nézzünk meg egy olyan játékot, ahol a já-  
ték megnyerése nem az összes lehetséges helyzetek végig-  
próbálásától, hanem előzetes számításoktól függ.

Az asztalon tizenegy tárgy van, pl. gyufaszalak. Az  
első játékos elvesz ebből 1, 2 vagy 3 darabot, tetszés  
szerint. Ezután a másik játékos elvesz a maradék gyu-  
faból szintén tetszés szerint 1, 2 vagy 3-at. Azután is-  
mét az első következik és így tovább. Így egymásután -

mindkét játékos elvesz egy-egy alkalommal 3-nál nem több gyufát. Az vesz, akinek az utolsó gyufát el kell vennie. A játék vizsgálata azt mutatja, hogy a játékot kezdő A játékos kényszerítheti B partnerét az utolsó gyufa elvételeére, ha a következő szabályokat követi:

- 1./ Első lépés: A elvesz 2 gyufát
- 2./ A következő lépések: ha B az előző lépésben elvett 1, 2 vagy 3 gyufát és még maradt el nem vett gyufa, akkor A elvesz 3, 2 vagy 1 gyufát, B lépésétől függően /vagyis 4-re egészíti ki a B által elvett gyufák számát/.

Ez az utasításrendszer láthatólag az összes lehetséges helyzetet magában foglalja, amikor A-nak lépnie kell és minden ilyen helyzetben előírja számára, hogy mit lépjen. Az utasításrendszer tehát teljes abból a szempontból, hogy milder helyzetet magában foglal. Játékoknál az ilyen teljes utasításrendszert stratégiának nevezzük. Nyeronak nevezzük a stratégiát, ha a játékos számára minden esetben nyerést biztosít. Tehát a leirt stratégia A szempontjából nyerő stratégia, mivel A számára nyerést biztosít függetlenül attól, hogy B hogyan fog játszani.

A NIM nevű játék játszására is épült már több gép, de készült program is, amelynek segítségével számítógépen játszható a játék. Ez a játék a következőképpen folyik le:

Valamilyen tárgyakból - golyókból, gyufákból stb. - bizonyos számú csoportot - halmazt - képezünk, minden halmazban tetszőleges számú tárgy - legyen az most is gyufa - lehet. A játékosok felváltva vesznek el a gyufákból, de egyszerre csak egy halmazból lehet elvenni.

Elvenni akárhány gyufát lehet /akár az egész halmazt is/ és az nyer, aki az utolsó gyufát elveszi. A játékot általában 3 halmazzal szokták játszani, lehetőleg tiznél több gyufával egy-egy halmazban. Lehet úgy is játszani, hogy aki az utolsó gyufát elveszi, az vesz. A játék bizonyos szempontból hasonló a tac-tix-hez, mivel itt is biztos és bizonytalan helyzeteket különböztetünk meg, és ezek között ugyanolyan összefüggések vannak, mint ott, a játékosok célja itt is biztos helyzet előállítása. De míg a tac-tixnél egy állásnál csak akkor lehetett eldönteni, hogy biztos vagy bizonytalan, ha az összes lehetséges lépést és ezek következményeit végignéztük, addig a NIM-nél ezt elemi matematikai műveletekkel azonnal el lehet dönteni. Ha fennáll ugyanis a halmazokban lévő gyufák száma között egy bizonyos összefüggés, akkor az állás biztos, ha nem áll fenn, akkor bizonytalan. Az összefüggés megfogalmazása azonban a kettes számrendszer ismeretét tételezi fel, így erre itt nem térünk ki.

A sakban is vannak olyan helyzetek, amikor már a játék annyira leegyszerűsödött, hogy a helyes lépések szabályba foglalhatók. Ez a helyzet a végjátékokban, amikor már csak néhány figura van a táblán. Torres y Quevedo spanyol feltaláló már 1914-ben készített olyan gépet, amelyik sakk végjátékot játszott királlyal és egy bástyával, magányos király ellen.

Még sok játék van, amelyet ebbe a csoportba lehet sorolni és még többet lehetne kitalálni. Ezek a játékok azonban egyre kevesebb érdeklődést keltenek a "játésgépek" tervezőiben, mivel teljesen ismert vagy kiismerhető jellegük következtében nem sok újat tudnak nyújtani az ember szellemi tevékenységének utánpótlásában, vagy ismeretlen oldalainak megvilágításában. Hiszen a játésgé-



pek tervezőit általában nem az a cél vezeti, hogy egy olyan gépet konstruáljanak, vagy olyan számítógép programot alkossanak, amely helyettesíti őket a játékokban, hanem az, hogy új megismerésekre jussanak és azokat az élellet más területein, komolyabb feladatok megoldásában lehessen felhasználni.

2./ Komolyabb nehézséget jelent az olyan játékok géppel való lejátszása, amelynek teljes elemzése nem ismert. A játékok második csoportjába sorolhatók ezek közül azok, amelyeknél a játék bizonyos általános alapelvei, vagy a stratégia elvei azonban rendelkezésre állnak. Ide tartoznak a közismert játékok közül pl. a sakk, a dáma, a bridzs és más kártyajátékok stb.

Ezeknél nem adható a helyes lejátszásra olyan egyértelmű és kielégítő előírás, mint az előző csoport játékeinál. Ennek oka lehet az, hogy a lehetséges változatok száma oly nagy, hogy az összes lehetőség kimerítésére és a legjobb lépés kiválasztására kevés lenne egy emberélet is, mint pl. a sakk esetében, de ilyen a dámajáték is. Lehet azonban, hogy azért nem lehet pontos szabályokat adni, mivel ehhez nem áll elég adat a rendelkezésünkre. Az eddig említett játékoknál ugyanis mindig tudtuk, hogy milyen lehetőségeink vannak és ismertük az ellenfél összes lehetséges válaszait is. A kártyajátékoknál viszont jórészt tájékozatlanok vagyunk a többi játékos lapjairól és így nem tudjuk előre kiszámítani a lehetőségeket.

Az ilyen játékoknál olyan stratégiákat dolgoznak ki a gép számára, amely hasonlít az ember által alkalmazott játékmóddhoz: nem vizsgálja végig az összes lehetséges változatokat, hanem csak azokat, amelyeket valamilyen szempontból lényegesnek ítél. Például a sakkban nem veszi figyelembe, hogy mi történne, ha a játék elején a

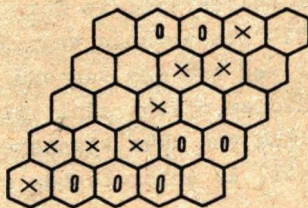
király kimenne a tábla közepére. Egy esetleges ultizó gépnél nem kellene végigkövetni annak a következményeit, ha egy bementült ultinál a játékos az adu hesssel indulna.

Egy ilyen gép a vizsgálat során rendszerint nem is jut el a játszma végéig, hanem csak néhány lépéssel előre értékeli ki a játékot. Mivel itt még sem az ember, sem a gép nem tudja eldönteni, hogy a választott lépéssel győzelemhez juthat-e, a lépés helyességéről másképpen kell meggyőződnie. Ez általában úgy történik, hogy valamiképpen értékeli a játszma helyzetét és megnézi, hogy melyik lépéssel juthat el értékeesebb helyzetbe. Az ellenfél játékát pedig úgy veszi figyelembe, hogy az csökkenteni igyekszik a kiértékelés eredményét. Könnyű belátni, hogy az ilyen játékmód csak akkor lenne teljes értékű, ha a helyzeteket pontosan lehetne értékelni.

A sakknál az értékelési probléma például a következőképpen jelentkezik: Először is értékelni kell a figurákat. Már maga az sem egyszerű dolog. Itt meg kell határozni a figurák egymáshoz viszonyított értékét, de ki tudná pontosan megmondani, hogy hány gyalog ér egy futót, vagy hány huszár egy bástyát? Ezenkívül egy dupla gyalog a játék elején nyilván nem érhet ugyanannyit, mint a végjátékban egy szabad gyalog, amelyből vezér lehet. Itt már látszik, hogy a figurák értékelése azok helyzetétől is függ és attól is, hogy a játéknak melyik szakaszában vagyunk. De az anyagi helyzeten kívül még sok más tényező is közrejátszik az értékelésben, hiszen mattot adni két figurával is lehet és akkor hiába van akár tízszeres anyagi erő, a játszma elveszett. Az értékelésben ezért figyelembe

szokás venni a király védettségét, a tábla közepe, a centrum feletti uralmat, a gyalogok helyzetét, a cse-relehetőségeket, azt, hogy a játéknak melyik szakaszában vagyunk stb. Ezeket a helyzeteket számszerűleg értékelni nagyon nehéz, pontosan értékelni pedig lehetetlen. Így ezután a kiértékelésen alapuló játékmód nem biztosíthatja a gép számára a lehető legjobb eredmény elérését, csak azt, hogy a gép egy többé-kevésbé jó játékoshoz hasonló módon fog játszani.

Egy másik játék, amelyet hasonló elvek alapján lehet játszani, a hex. A hexet egy olyan táblán játszószák, amelyen szabályos hatszögekből álló hálózat van kiterítve. A táblának mind a négy oldalán egyenlő számú hatszög van. A játék abból áll, hogy két játékos felváltva helyez figurákat a hatszögekre. Az egyik játékos pl. fekete, a másik fehér színű figurákat használ és céljuk az, hogy figuráikkal összekössék a tábla számukra kijelölt két szembenfekvő oldalát. Az egyik játékosnak az alsó és felső, a másiknak a jobb- és baloldali sorok között kell összefüggő utat kialakítania /az utnak nem kell egyenesnek lennie/. Az a játékos nyer, akinek ez először sikerül. A játék illusztrálására szolgál a mellékelt ábra, amely egyben egy nyerő állást is mutat a feketével játszó játékos számára /a fekete figurákat X-el, a fehérket O-val helyettesítettük/.



6.sz. ábra

A fehérrel játszó játékosnak a másik két oldalt kellett volna összekötnie. Shannon és Moore amerikai tudósok készítettek egy speciális gépet ennek a játéknak a lejátszására, amely türethetően jól játszott a látogatók ellen. Ha a gép kezdte a játékot, akkor kb. a játszmák 70 %-ában nyert. Elektronikus számítógéppel még nem játszották ezt a játékot, mivel nem ismeretesek még az emberek előtt sem azok az elvek, amelyek alapján a különböző helyzeteket értékelni lehetne. Mindenesetre érdekes, hogy a megépített gép ennek ellenére elég jól játszott s gyakran még a készítőit is meglepte váratlan és első látásra gyenge lépéseivel, amelyekről később kiderült, hogy jobb volt, mint amit készítői léptek volna abban a helyzetben.

Ebből az utolsó példából is látható már, hogy előfordulhat olyan eset, amikor az ember is tanulhat a géptől. Jelentős ez akkor is, ha csak egy játékról van szó, mivel ez jelzi azt, hogy más, bonyolultabb szellemi problémák megoldásában is segítségünkre lehet a gép.

3./ A játszógépek eddig említett két csoportjának megvan az a hátrányos tulajdonsága, hogy minden egyes játékot azonos módon játszanak le. Ez azt jelenti, hogy ha kétszer egymásután játszunk ugyanugy a gép ellen, akkor az mindkétszer ugyanugy fog viselkedni, vagyis ugyanazt fogja lépni. Ha például a sakkban egy cselt alkalmaz az ellenfél és a gép ezt nem veszi észre, akkor másodszor, harmadszor sem fogja észrevenni és minden egyes alkalommal ugyanazt lépi. Ilyen mérv "játékos" ellen nagyon könnyű játszani és könnyű legyőzni. Itt lényeges eltérést látunk az ember és a gép viselkedésében, hiszen az ember tanul a lejátszott játékokból és másodszor már nem követi el ugyanazt a hibát, mint első ízben.

Vannak azonban olyan gépek is, amelyek nem az eddig ismertetett módon játszanak és a tanulásban is igyekeznek az embert utánozni. Ezek a gépek idejük egyrészét pl. arra fordítják, hogy megvizsgálják az előzőleg lejátszott játszmákat - amelyek fel vannak jegyezve a gép tárolójában - és megnézik, hogy fordult-e már elő azokban azonos vagy hasonló helyzet, akkor mit lépett a gép vagy a játékos és ez milyen eredményhez vezetett. Ha egy előző hasonló helyzetben a gép lépése nem a várt sikert hozta, akkor meg fogja változtatni játékát úgy, hogy az előfordult hiba lehetőleg ne ismétlődjék meg. Egy ilyen gép játéka már nem lesz olyan merev és ha egy cselt "bevesz", akkor az többször nem fog vele megtörténni. Mivel a gép nemcsak a saját hibáiból, hanem az ellenfél sikereiből is tanul, idővel rendszerint felveszi ellenfele tulajdonságait - természetesen csak azokat, amelyek a lejátszásra vonatkoznak - hasonlóan az emberhez, aki szintén hajlamos arra, hogy viselkedésében tanítóját utánozza.

Nézzük meg konkrét alkalmazásban, hogyan működik egy olyan számítógép, amelyet egy bizonyos játék megtanulására programoztak.

Az ismertetésre kerülő program alkalmas bármely, 3 x 3-as táblán játszható játék lejátszására, ha ezek eleget tesznek a következő két követelménynek:

- 1/ A lejátszás abból áll, hogy az ellenfelek felváltva megjelölnek egy- és csak egy, előzőleg jeletlen mezőt.
- 2/ A játék eredménye a végállás alapján pontosan meghatározható és az utolsó lépést a nyerő teszi /kivéve döntetlen esetén/.

A gép kezdetben csak a most említett két szabályt ismeri és így tulajdonképpen azt sem "tudja", hogy milyen játékot játszik, hogy mi a cél. Így csak vaktában lépeget az 1./ szabálynak megfelelően, de néhány játék után tapasztalat útján "megtanulja" a nyerő kombinációkat, ha az egyes játszmák végén mindig közlik vele a játszma eredményét. A "tanulási" folyamat alatt a gép igyekszik úgy viselkedni, mint az ember tenné azt hasonló helyzetben. Nézzük meg azokat a szabályokat, amelyek szerint a gép kiválasztja lépéseit és gondoljuk meg, hogy mi is így tennénk-e a helyében. A szabályok olyan sorrendben következnek, ahogyan a gép előnyben részesíti őket, tehát ha az első szabály szerint tud lépni, akkor a másodikkal már nem próbálkozik és így tovább. A szabályok a következők:

- 1/ Ha valamely terület megjelölésével a gép pontosan olyan helyzetet tud elérni, mint ami nyerésként van feljegyezve, akkor lépje azt.
  - 2/ Ha olyan helyzetet tud elérni, mint amely egy nyert játszma során már előfordult, akkor lépje azt.
  - 3/ Próbáljon meg olyan helyzetet elérni, mint amilyenben az ellenfél volt egy előző, a gép által elvesztett játszmában.
  - 4/ Akadályozza meg az ellenfelet abban, hogy megismételje egy előző vesztett játszmában elért helyzetét.
  - 5/ Lépjen olyant, amiből az ellenfél nem tud egy lépéssel nyerni.
  - 6/ Lépjen bármilyen szabályos lépést.
- Ily módon játszva a géppel el lehet érni azt, hogy

a gép 30-50 játék után megfelelő ügyességet szerezzen a játékban. Természetesen a fenti szabályok alapján nemcsak 3x3-as táblán lehetne játszani, de akkor túl sok idő kellene az összes helyzetek előállításához és megtanulásához. Sajnos nem sok játék van, amelyet ekkora táblán lehet játszani és eleget tesz a két támasztott követelménynek. Pl. ilyen játék a tic-tac-toe, amelyben az említett módon játszva az a játékos nyer, akinek sikerül 3 figuráját egymás mellé helyezni, akár sor vagy oszlop, akár pedig átlós irányban. Nyerő helyzetek pl. a kereszttel a kör ellen játszó számára:

x	o	o
o	o	
x	x	x

o	x	o
x	x	o
o	x	

x	o	x
o	x	
x		o

7. sz. ábra

Már foglalkoztunk a tac-tix nevű játékkal, amely 3x3-as táblán játszva teljesen kielemezhető, azaz minden helyzetben meg lehet találni a lehető legjobb lépést - ha van ilyen. Jóval érdekesebb feladatot jelent ezt a játékot egy géppel megtanítani. Kezdetben a gép nem tud többet a játékról, mint azt, hogy

- 1/ melyek a szabályos lépések és
- 2/ mit jelent a nyeres és a vesztes fogalma.

Természetesen a szabályos lépések ismerete nem elég egy játszma megnyeréséhez, ezután jönnek még azok az elvek, amelyeken belül a szabályokat alkalmazzuk. Itt az elv az, hogy igyekezni kell biztos állást létrehozni. A gép sem az elvet, sem a biztos állásokat nem ismeri, ezért kezdetben a játékok többségét elveszti és esetleg véletlenül nyer meg egyet-kettőt. De már az első játszmából megtanulja, hogy a vesztes mindig akkor következik be, ha egy figura van a táblán és azt kell elven-

nie. Ezért ezeket a helyzeteket tárolóegységében besorolja a biztos helyzetek közé, és a bizonytalanok közé beírja azokat, amelyek közvetlenül megelőzték ezeket a biztosakat. Ha a későbbiek során eljut egy olyan helyzetbe, amely még nincs feljegyezve egyik csoportban sem, de ebben a helyzetben minden lehetséges lépése bizonytalannak mutatkozik, akkor az adott helyzetet biztosnak minősíti és az ezt megelőzőt bizonytalanak. Elérhető, hogy a gép 80-90 lejátszott játszma után a birtokában legyen az összes lehetséges biztos és bizonytalan helyzetnek és mindig nyerni fog, ha ő kezdi a játékot. Ezzel a módszerrel nem kell végigvizsgálnia minden lépés előtt az összes lehetséges változatokat, vagy nem kell az embernek meghatároznia előre, hogy az egyes helyzetek melyik csoportba tartoznak. A módszer előnyei közé tartozik, hogy nem veszi figyelembe az ellenfél játékát, így nem követi annak esetleges hibáit sem. De ha a gép játékának jósága nem függ az ellenféltől, akkor akármilyen gyenge ellenféltől is jól tud a gép tanulni. Akkor legyen ez a gyenge ellenfél - egy másik gép, amelyik még nem tanult! Valóban, az elkészült programban az ellenfelet szintén számítógép helyettesíti és az univerzális számítógépek előnyét kihasználva ugyanaz a gép, amelyik a tanuló szerepét játssza. Egy ilyen géppel aránylag könnyen megtanítható a 4x4-es vagy 5x5-ös játék is, nem kell mást tenni, csak elindítani a gépet és az folyamatosan játssza a játékokat és jegyzi fel tapasztalatait. Ha idő hiányában nem is jut el az összes helyzet felismeréséig, de egy hosszabb "tanulás" - mondjuk néhány ezer játszma után - mindenképpen előnyben lesz az emberrel szemben, aki jóval kevesebb tapasztalattal rendelkezhet.

A tanulógépek csoportjába tartozik az a berendezés



is, amely fej vagy irást játszik élő ellenfelek ellen. A játék abból áll, hogy két játékos egy-egy pénzdarabot tesz ki tetszőleges oldalával felfelé. Ha a két azonos oldal van felül, akkor mondjuk az első játékos nyer, ha különböző, akkor a második. Ebben a játékban az a játékos nyer, aki ravaszabb ellenfélénél és így pontosabban tudja megjósolni annak a következő lépését. Az elkészült gép a játékot pénz helyett, jelfogók, lámpák és kapcsolók segítségével játssza, de a lényeg nem változik: az egyik félnek ki kell találnia, hogy a másiknak mi lesz a következő lépése. A gép játéka azon az elven alapszik, hogy az emberek nem találomra, össze-vissza játsszák ezt a játékot, hanem mindig lehet valami szabályszerűséget felfedezni játékukban. Vannak emberek, akik pl. kétszer ugyanazzal nyerve, harmadszor is ugyanazt dugják, míg mások nyereség után inkább változtatnak. Ha elég következetesen alkalmazzák ezeket a sablonokat, akkor a gép több mint fele időben nyerni fog ellenük, de ha a gép nem talál szabályosságot, akkor is átlagban a játékok felét megnyeri.

Ezt a játékot lehet elektronikus számítógépre is alkalmazni, több ilyen program is készült, amely az eredeti gép elvén dolgozik.

### III. Tanító gépek

Az előző fejezetben olyan feladatokkal foglalkoztunk, amelyek az ember szellemi tevékenységének a tanulással kapcsolatos oldalát tükrözik. Láttuk, hogy lehetséges olyan gépeket készíteni, amelyek működése utánozza az emberi agy tanulás közben elképzelt működését. A tanulással szoros kapcsolatban van a tanítás fogalma. Nézzük meg, segítségére tudnak-e lenni a gépek az embernek a tanítási folyamatban, ki lehet-e használni ezt

a segítséget és hogyan.

### 1/ A tanítás feladata és eddigi eszközei

A Föld lakossága egyre növekszik és ezen belül egyre növekszik azoknak az embereknek a száma, akik oktatást igényelnek. A tanulni vágyó emberek számának növekedése nemcsak az emberiség összlétszámának növekedésével van összefüggésben, hanem azzal is, hogy azok a nemzetek, népek, amelyek eddig szellemi sötétségben éltek, egyre inkább igénylik a tudást és a műveltséget. A rohamosan növekvő igényeket már nem lehet a tanítók és az iskolák számának növelésével kielégíteni. Még kevésbé lehet ily módon kiküszöbölni azokat a nehézségeket, amelyek abból adódnak, hogy egy embernek egyéni élete folyamán is jóval több ismeretanyagot kell elsajátítania, mint száz vagy akár 10-20 évvel ezelőtt is. A megoldás az, hogy az oktatáson belül is lényeges változtatásokat kell létrehozni, az oktatást sokkal hatékonyabbá kell tenni. Lényegesen meg kell változtatni, meg kell javítani az oktatás jelenlegi módszereit, felhasználva a korszerű technika vívmányait is. Fel kell szerelni a tanítókat és a tanulókat olyan segédeszközökkel, amelyek segítenek a tananyag gyors és sikeres elsajátításában.

Az iskolai tanítás egyik feladata az, hogy a tananyagot világossá, érthetővé és érdekessé tegye a tanuló számára és így megkönnyítse annak megtanulását. Sok olyan segédeszközt ismerünk, amely a tanulónak és a tankönyveknek ezt a feladatát kiegészíti, segíti, sőt egyes esetekben teljes egészében helyettesíti is. A tanulási folyamat alatt az ismereteket érzékszerveink közvetítik. Az iskolai tanításban a legnagyobb szerepe a látásnak és a hallásnak van, a legtöbb segédeszköz is látó- és hallászerveinken keresztül van segítségünkre. A

látással kapcsolatos segédeszközök képszerűen igyekeznek a tananyagot bemutatni és magyarázni. Ilyenek a különböző bemutató táblák, képek, ilyenek a diavetítő és másféle vetítőkészülékek és maga a film is. Hallás útján is igen sok ismeretet szerzett már a legtöbb ember, hisz pl. a rádió valóban csaknem mindenkinek tanítója. Hasznos eszköznek bizonyult a lemezjátszó és a magnetofon is az oktatás segítségével és hatékonyabbá tételében. A kétféle módszert egyesíti a hangosfilm és a televízió segítségével történő tanulás. Az utóbbi már sok országban a népnevelés egyik leghatásosabb eszközévé vált.

## 2/ A korszerű tanító gépek

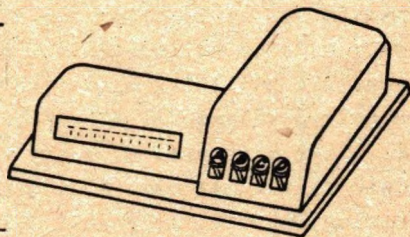
Egy igen nagy hátránya a fenti eszközöknek és berendezéseknek, hogy a tanító és tanuló közti kapcsolatnak csak az egyik oldalát tudják helyettesíteni. A tanító és a tanuló között ugyanis kölcsönhatásnak, kétoldali kapcsolatnak kell lennie. Ezek az eszközök csak a tanítótól a tanuló felé irányuló kapcsolatot oldják meg, de a fordított irányut nem. A tanítónak nemcsak átadni kell az anyagot, de vissza is kell kérdeznie, be kell gyakoroltatnia, mert különben a tanuló egyre passzívabbá válik a tanulásban, hallja és látja a dolgokat, de nem tudatosítja azokat magában. Jól lehet látni a kétirányú kapcsolat előnyös hatását a kisebb létszámú osztályok eredményesebb előrehaladásából, vagy különösen a tanulóval való egyéni foglalkozás eredményességéből; itt ugyanis több ideje jut a tanítónak egy egy tanulóval foglalkozni. Van egy másik fajtája a segédeszközöknek, amelyek az ilyen irányú kapcsolatban segítenek és aktív szerepet adnak a tanulóknak a tanulási folyamat alatt. Ezek a "tanítógépek"-nek nevezett berendezések azonkívül, hogy ellátják a tanulót kérdé-

sekkel, megoldandó problémákkal vagy elvégzendő gyakorlatokkal, a kapott válaszok alapján informálni is tudják a tanulót arról, hogy mennyire haladt előre a tananyag elsajátításában és támpontot adnak az esetleg elkövetett hibák kijavítására. A tanítógép segítségével történő tanulás három legfontosabb jellemzője a következő:

- 1/ A tananyag egészen kis részekre van felbontva. A gép minden egyes részénél egy arra vonatkozó kérdést vagy feladatot ad a tanulónak és a kapott válasz alapján ellenőrzi a tanulás eredményét. Így a gép biztosítani tudja a teljes tananyag megtanulását.
- 2/ A tanuló azonnal megtudja, hogy válasza helyes volt-e vagy nem, és ha nem, akkor a gép segítségével megtalálja a helyes választ.
- 3/ A tanulónak lehetősége van arra, hogy a tanulás sebességét maga szabja meg. Gyorsabb eszű tanulók hamarabb végezhetnek, míg a gyengébbeket háttartalan /"nem emberi"/ türelemmel, a szükséges lassúsággal oktatja a gép.

A tanítógépek őseit 1926-ban alkotta meg S.L.Pressey. Gépe a 8. sz. ábrán látható. A gép baloldali ablakában egy kérdés jelenik meg, alá írva négy válasz, amelyek közül azonban csak egy helyes. A tanulónak ki kell választania a szerinte helyes választ és meg kell nyomnia az ennek megfelelő jobboldali gombot. Ha pl. a harmadik választ tartja jónak, akkor a

~~harmadik gombot~~

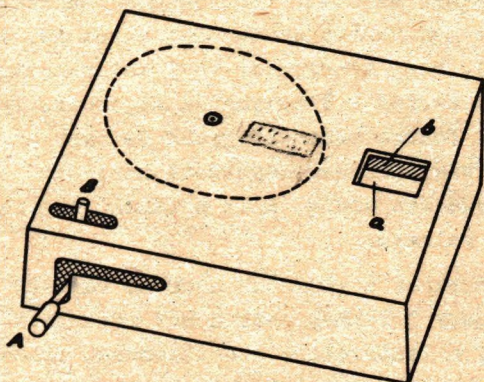


8. sz. ábra

harmadik gombot nyomja le. Ha a tanuló eltalálta a helyes választ, és így a megfelelő gombot nyomta meg, akkor a gép ezt jelzi és adja a következő kérdést. Ha rossz a válasz, vagyis rossz gombot nyomott meg, akkor a kérdés mindaddig látható marad, amíg jó válasz nem érkezik. Ennek az egyszerű gépnek az a hibája, hogy a tanulónak csak felismerni kell a helyes választ és nem pedig magának megalkotni.

Zeaman gépe ezt a hátrányt úgy küszöböli ki, hogy nem ad semmilyen eredményt, azt a tanulónak kell kiszámítani és a választ számjegyek formájába be lehet billentyűzni. Egy összehasonlító szerkezet értékeli a beadott számokat és ha helyesnek találja, kiadja a következő kérdést. Ezt a gépet ki lehet bővíteni úgy, hogy betűket is képes legyen bevételezni és így szöveges választ is értékelni tudjon.

Skinner tanítógépe nem maga dönti el a válasz helyességét, mint az előző kettő tette, hanem azt a tanulóra bizza. Természetesen ebben az esetben gondoskodni kell arról, hogy a tanuló már ne tudja megváltoztatni feleletét a helyes válasz megismerésekor. A gép ezt a következőképpen oldja meg: a 9. sz. ábrán látható a dobozalaku gép, amelyen két téglalapalaku nyílás van. A kérdések egy korongra vannak felírva, amely a doboz belsejében van és körvonalait pontozott vonallal jelöltük. Minden kérdés felett fel van írva a helyes válasz is. A baloldali nyílás úgy helyezkedik el, hogy egyszerre csak egy kérdés látható, a felette lévő válasz már nem. A jobboldali nyílásban egy papírszalag látható, erre kell felírni a választ. Ha ez megtörtént, a tanuló felemeli a baloldali A jelzésű fogantyút és ekkor a baloldali nyílásban megjelenik a



*9.sz. ábra*

helyes válasz, a tanuló felírt válasza pedig a szalaggal együtt felfelé mozdul el úgy, hogy továbbra is látható lesz, de már nem lehet kijavítani, mert a jobboldali nyílás felső "b" része üveggel van befedve. A tanuló most egyszerre láthatja a saját válaszát és a helyes választ, így eldöntheti, hogy a sajátja helyes-e, vagy nem. Ha jónak itéli, akkor az A, míg rossz feltételnél a B fogantyút kell jobbra eltolni. A következő kérdés akkor jelenik meg, ha az A fogantyút ismét visszateszi eredeti alsó helyzetébe.

Egy igen egyszerű tanító "gép" az a könyv is, amely az egyik oldalon tartalmazza a kérdéseket, míg a feleletek a következő oldalon találhatóak. Ennek előnye olcsósága, hátránya pedig az, hogy könnyen lehet csalni és nem lehet ellenőrizni, hogy hány helyes és helytelen válasz történt a tanulás alatt. Az előzőleg említett gépek ugyanis mind tartalmaznak egy számláló szerkezetet, amelyik számlálja a jó és rossz válaszokat.

A már említett tanítógépek és számos, hozzájuk hasonló gép fontos szerkezeti eleme az, amelyik lehetővé teszi, hogy az egyszer vagy kétszer már jól megválaszolt kérdések kihagyhatók legyenek. Így a bentlévő kérdések fokozatosan elfogynak és csak a még megválaszolatlan, vagy hibásan megoldott kérdések maradnak a gépben egészen addig, amíg a tanuló meg nem tanulja a helyes választ.

Ezeknek a gépeknek azonban van egy közös hátrányuk is, hogy jóformán csak a már megtanult anyag kikérdezésére, ellenőrzésére szorítkoznak, tehát a tanító és tanuló közti kapcsolatnak szintén csak az egyik oldalát valósítják meg, a másikat, az ismeretek közlését már kevésbé. Ezen segítenek azok a tanítógépek, amelyeket "öntanító gépeknek" is lehetne nevezni.

Ezekben a gépekben lévő kérdések úgy vannak megalkotva, hogy előzetes tanulmányok nélkül is lehessen rájuk válaszolni. Ehhez természetesen az szükséges, hogy a kérdés valamilyen formában utaljon a megfelelő válaszra. Tulajdonképpen itt egy bizonyosféle "sugás"-ra van szükség a gép részéről, ami azután a későbbiekben fokozatosan eltűnik és a tanuló már önállóan is tud felelni a kérdésre. Az ilyen gépek kérdései pl. úgy vannak megalkotva, hogy egyben magyarázzák is a fogalmakat, de a lényegét jelentő szavak, vagy esetleg csak betűk hiányoznak a mondatból és a tanulónak ezeket kell kitölteni. A "sugás"-t itt úgy lehet megoldani, hogy a tényleges kérdés előtt egy hasonló, megválaszolt kérdés van, amelyből következtetni lehet a helyes válaszra. Egy másik megoldás szerint a mondat szerkezete olyan, hogy abból lehet kitalálni a hiányzó szót. Lássunk két példát az ilyen gépekben használt kérdésekre; ezek egyben egy-egy példát adnak a kétféle "sugás"-ra:

1/ A surlódás következtében hő keletkezik, ami a testeket felmelegíti, így a Földre érkező és a levegővel surlódó meteorok is..... és elégnek.

2/ Amikor elindulunk, hogy egy rádiókészülékben végigkövessük a jel utját az antennától a hangszóróig, az ..... fokozat, amit találunk, az előerősítő.

Az első kérdésben a mondat első felét elolvasva, nem okoz nehézséget kitalálni, hogy a hiányzó szó: felmelegszenek. A második mondatból értelemszerűen következik, hogy a pontozott részre az első szót kell írni. Látható a példákból az is, hogy a ..... kérdések egyben új ismereteket is adnak. Megtudjuk, hogy a Földre érkező meteorok felmelegszenek és elégnek, és azt, hogy a rádiókészülék első fokozata egy előerősítő.

Megint másféle tanítógépeket lehet használni a technikai műveletek betanításához. Itt a szóbeli magyarázat mellett meg is kell mutatni a dolgozóknak az egyes műveleteket, a munka bizonyos fogásait. Jó segítséget jelent egy televíziós készülékhez hasonló szerkezet, melynek képernyőjén a dolgozó szemléletesen láthatja, hogyan kell az adott munkaműveletet helyesen elvégezni. Nagy előnye ennek a gépnek az, hogy a munkás munka közben is tud tanulni, illetve hogy tanulás közben is tud munkát végezni.

Még számos különböző tanítógép létezik és nyilván még többet fognak tervezni. Itt csak egy tájékoztató ismertetést vagy inkább csak bepillantást szeretnénk volna adni abba a munkába, amely a tanítógépek területén folyik. De talán már ebből is látszik, hogy a gépek bevonása mennyi szellemi energiát szabadít fel ezen a területen is. Hiszen a tanítógépek nem



csak a tanulás hatékonyságát növelik, de használatuk lehetővé teszi, hogy a tanítással foglalkozók más területen hasznosíthassák tehetségüket.

IRODALOM

1. Tarján Rezső: Gondolkodó gépek. Bp. 1958. Bibliotéka. 227 lap.
2. Nemes Tihamér: Kibernetikai gépek. Bp. 1960. Akadémiai Kiadó. 259. lap.

## TARTALOMJEGYZEK

I.	BEVEZETÉS.....	3
II.	TANULÓ GÉPEK.....	4
	1. A tanulás fogalma.....	5
	2. A tanulási folyamat megvalósítása gépekkel.....	6
	3. Játszó gépek.....	8
III.	TANÍTÓ GÉPEK.....	24
	1. A tanítás feladata és eszközei.....	25
	2. A korszerű tanító gépek.....	26
	IRODALOMJEGYZÉK.....	33