

Pléh Csaba

A számítógép szerepe a modern pszichológiában

Tanulmányomban azt szeretném megmutatni, hogyan kapcsolódik a számítógép sikere a modern pszichológiában a *reprezentáció* kulcsfogalmához. Hogyan alakult ki az 1960-as évektől fokozatosan a testetlen szimbólumkezelés eszméje, az a gondolat, hogy a gondolatot formai keretekben jellemezve, a számítógépekben használthoz hasonló módon értelmezhetőek a pszichológiai folyamatok is. Példákat is mutatok erre, elsősorban az emlékezetre és a nyelvfeldolgozásra vonatkozóan, majd arra szeretnék rámutatni, hogy az utóbbi húsz évben hogyan változott meg ez a kezdeti naiv hit.

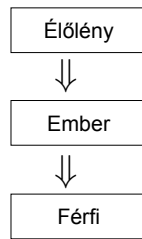
A KOGNITÍV TUDOMÁNY MINT A REPRESENTÁCIÓ TUDOMÁNYA

A XX. század második felének nagy gondolata egy XIX. század végi, s eredetileg késő középkori eszme, az *intencionális reprezentáció* gondolatának felújítása. A kognitív tudomány, ennek az eszmének az intézményes letéteményese úgy jelenik meg, mint a *valamire irányuló modellálás kutatása az emberi fejben*. Arra kíváncsi, hogy milyen modelleket alakítunk ki a külvilágról és egymásról, s hogy ezeknek a modelleknek milyen belső szerveződésük van. Egyszerű illusztratív példa: miben térnek el a térről alkotott modelljeink a nyelvről alkotottakétól? Nézzük meg az 1. ábrát! Az ezt a helyzetet leíró kijelentések között a téri reprezentáció sajátos, mintegy „ingyen megkapott” összefüggéseket teremt. Abból a viszonyból, hogy *a szív a henger felett van*. *A smiley a szíve felett van*, a téri viszonyok tranzitivitása alapján következik, hogy *a smiley a henger felett van*.



I. ábra. Egyszerű tranzitív téri viszonyok

A reprezentációs rendszer belső törvényeiből – éppen rendszerszerűségéből – fakadó más típusú nyereségek jelennek meg a nyelvi szemantika alapján. Ha tudom, hogy *Muzava férfi*, akkor a nyelvi szemantika alá-fölrendelési elvei alapján azt is tudom, hogy *Muzava ember*. A terminusok viszonya mögött ugyanis áll egy sajátos, a 2. ábrán látható hierarchikus rend.



2. ábra. Egyszerű szemantikus hierarchia

Hasonló, a nyelvi szemantikából „ingyen kapott” viszony jelenik meg a melléknevek tranzitív viszonyaiban is. *Mari okosabb, mint Feri. Józsi butább, mint Feri.* Ezekből következik, hogy *Mari okosabb, mint Józsi.*

A reprezentációs gondolatmenetnek két fontos pillére van a mai kognitív kutatásban:

a) A reprezentációk belső rendszert alkotnak.

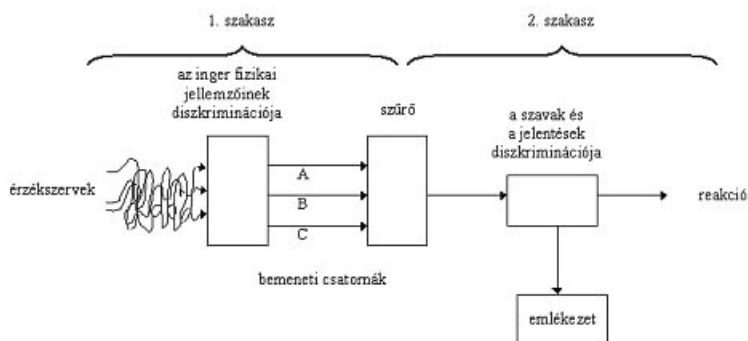
b) A reprezentációk a világ rendjéből képviselnek valamit a reprezentáció hordozója, használója számára.

Azt is mondhatnánk, hogy mindez szinte a klasszikus retorika, Quintilianus fogalomrendszerét újítja fel modern köntösben. Quintilianus számára a jelek képviseltek valamit valaki számára. „Jel az, amikor valami helyett áll valaki számára” / „Aliquid stat pro aliquo” (lásd erről PLÉH 1998c). Az új felfogásban a reprezentációk képviselnek valamit (pl. a külvilág rendjét) valakik, a használók számára, valamilyen céllal. A reprezentációk az ingerhelyzettől való függetlenedés világában jelennek meg. Olyan rendszerek, amelyek sokkal távolabb vannak a bemenettől, mint például az egyszerű ingernyomok. Az 1. táblázat mutatja a reprezentációfogalom elhelyezését a viselkedés meghatározottságaiban.

I. táblázat: Az eltérő bonyolultságú viselkedés-meghatározottságok (PLÉH 1998b, II9. nyomán)

Elv	Jelleg	Folyamat	Hajlékonyság	Determinált-ság	Organizáció
S-R	egyedi hatás	nyílt válasz	fix	determinált	biológiai
Emlékek	késleltetés	hatás nyoma	hajlékony	valószínűség	képzet
„Reprezentáció”	leválás a helyzetről	modell	hajlékony	determinált és leváló	propozíció, séma, kép
Rendszer	átfogó kontextus	elmélet rávitel	beállítandó	is-is	elmélet

A modern korban, az 1960-as évektől ennek a reprezentációs szemléletnek jellegzetes affinitása jelenik meg a propozicionális szerveződés gondolatával, s azzal a hittel, hogy miként a gépek is, az emberi megismerés is egy egységes információfeldolgozó rendszer keretében képzelhető el. Olyan hit ez, amely szerint a gondolati reprezentációk fokozatosan kibontakozva, logikai szerveződésűek. E logikai szerveződés önkéntelenül, de szándékosan is kapcsolatba került akkoriban, az 1960-as, 1970-es években a köznapjainkba is betüremkedő egységes információfeldolgozó rendszerekkel, az első számítógéprendszerekkel. Olyan minta alakult ki, amelyet a 3. ábrán figyelhetünk meg.



3. ábra. Donald Broadbent (1958) felfogása az emberi megismerés információfeldolgozó paradigmájáról

A gondolati mintázatok világában itt fontos észrevennünk, hogy alapvetően analógiát talál ez a felfogás a gépi gondolkodásmód és az ember között. A sokféle bonyolult átalakulás legfontosabb párhuzama az ember és a gép között, hogy a gép és az ember is *szimbólumból szimbólumot csinál*. A 2. táblázat ennek a gondolatmenetnek a lényeges ember-gép analógiáit foglalja össze.

2. táblázat. A klasszikus kognitívizmus elképzelései a kognitív architektúráról (PLÉH 1998b, 64.)

A megismerés jellemezhető szimbólumok soklépcsős átkódolási folyamataként.
Az (emberi és a gépi) információfeldolgozás szekvenciálisan, lineárisan működik.
Megismerésünknek egyetlen aktív feldolgozó középpontja van. (Ez felel meg a hagyományos karteziánus tudat egységének, s a gépben az egyetlen CPU-nak.)
A feldolgozás során minden feladatot egyetlen közös nyelvre fordítunk le.
A feldolgozásban viszonylag kicsiny kapacitású operatív táruk és ehhez képest óriási kapacitású háttértáruk működnek együtt. A háttértárukban vannak tudásaink, az operatív tárukban pedig az aktivált tudások és a beérkező anyagok.

Az így elképzelt fizikai szimbólumrendszerek végső műveletei igen kisszámúak, ahogy Newell (1980) maga felsorolja, tíz végső művelettel jellemezni tudjuk az emberi megismerésben és a gépi működésben előforduló mindenféle megismerési mozzanatot. Olyan általános műveletekre kell itt gondolni, ahogy Newell (1980) kifejtette, mint:

MÁSOLJ
 OLVASS
 CSINÁLD
 RENDELJ HOZZÁ ÉRTÉKET
 ÍRD BE
 ÍRD ÁT

Ez a paradigma egyneműnek tekinti az emberi gondolkodást. Közös mozzanatokat keres a színelismerés, a társak ijesztgetése és a történetmegértés között. Minden megismerést szimbólumok, belső leképezések átalakításaként képzel el. Egy szám felismerése során először egy vizuális mintát elemzünk vízszintes sávok és függőleges tengelyek között, hogy azután kialakuljon a 7-nek megfelelő mintázat, s a fejünkben azután ezt kapcsoljuk össze a hetes fogalmával. Ez a folyamat az 1960-as évek felfogása szerint szekvenciálisan rendezve menne végbe. Ráadásul a kognitív kutatás számára van egy további ember-gép analógia is. A gépre megfogalmazva foglalkozhatunk a szoftver, a program kérdésével, anélkül, hogy azt is elemeznénk, hogyan is valósítja ezt meg a gép, vagyis eltekinthetünk a hardvertől. Hasonló módon az emberre nézve is a végbemenő folyamatok elemzése során, hangzik a kognitív kutatás klasszikus szemléletének hite, eltekinthetünk a hordozó rendszerektől, a megismerés neurobiológiájától. A kogníció világa testetlenül, mint szimbólumátalakítás is értelmezhető. Ennek legrészletesebb példája Chomsky (1975, 1980) nyelvfelfogása és David Marr (1982, Kovács 1991) elképzelése a komputációs látás elméletről.

E gondolatmenet a számítógépek és az emberi gondolkodás viszonyáról megfogalmazott három lehetséges felfogásban jelent meg, ahogy azt a 3. táblázat összegzi. Fontos kiemelni, hogy ez a három felfogás, mint azt számos esztétörténet kimutatja, nemcsak a számítógépek és a pszichológia, hanem általánosabban, minden gépi gondolatmenet és a kulturális gondolkodás összefüggésére érvényes.

3. táblázat. Három felfogás a gépek szerepéről

Koncepció	Determináció iránya	Példa (tudományos, köznapi)
Gépi determinista	A számítógép átalakítja életünket	Tomográfia, látáskutatás, úrhajózás Gépirás, helyfoglalás, számlák
Metaforikus	A számítógép alakítja metaforáinkat	Idegrendszer s elme mint komputer Pontok vagyunk egy hálózatban
Instrumentális	A komputer magát a gondolkodást képviseli	Erős mesterséges intelligencia Szövegszerkesztő, WEB-keresés

A gondolkodás világára nézve a harmadik, az instrumentalista felfogás szinte Paul Valéry (1977, 110) jelszavát ismétli meg, aki szerint „*belső életünk – fordítások végtelen sorozata*”. A gondolkodás során, akárcsak a gépekben, fordítások egymásutánja figyelhető meg, ahol a végső lépés a gépi kódnak megfeleltethető „beégetett” Gondolat Nyelve a nyelv, a gondolkodás genetikailag adott propozicionális rendszere, mint azt legvilágosabban Jerry Fodor (1968, 1975) megfogalmazza, egyben kifejtve ennek pszichológiai értelmezését is: „*Elképzelhetünk [...] egy olyan lélektant, amely szerint az igen komplex megismerő folyamatok szimbólumok elemi manipulációból épülne*” (FODOR 1996, 85).

Miként Neumann János a matematikai gépekről szóló írásában, már akkor, az ötvenes években kifejti, egy gépi architektúra öt egységből áll. A pszichológusok úgy gondolják, hogy ez igaz az emberi architektúrára is.

Ez az öt egység:

1. Tároló
2. Aritmetikai egység
3. Vezérlőegység
4. Bemenőegység
5. Kimenőegység

A pszichológiai értelmezésben az 1. a hosszú távú emlékezetnek, a 2. a gondolkodás propozicionális folyamatainak, a 3. a műveleti emlékezetnek, illetve a későbbi felfogásokban, pl. a mai felfogásokban a végrehajtó működéseknek, a 4. az érzékelés folyamatainak, s az 5. a mozgásszerveződésnek felel meg.

Mindezek révén kialakult egy olyan felfogás, amelyet Chomsky (1975), Jerry Fodor (1975, 1996) s mások az elme szintaktikai elképzeléseként jellemeznek.

Ennek alaptézisei, hogy:

(1) *Gondolataink szerkezeteket alkotnak*, a jelek és a műveletek struktúrafüggőek. Műveleteink szerkezeteken érvényesülnek, pl. mondat szerkezeten vagy egy tárgy felületen, s nem pusztán önmagukban tekintett elemek listáján.

(2) *A jelek elrendezéséből, szintaxisából x-szel egy lehetséges kijelentés kalkulus következik*. A gondolkodásnak jellegzetes logikája van (FODOR 1996).

Ez a gondolati logika olyan bennefogalási viszonyokat tükröz, amelyek az idegrendszer oksági viszonyai által jönnek létre, de attól függetlenek. Ha azt mondom, hogy: *a pesti férfiak mind lusták. Feri is pesti férfi*, akkor ebből a két kijelentésből nem oksági, hanem logikai következtetési viszonyként következik, hogy: *tehát Feri is lusta*. Hasonló módon, ha azt mondom: *a váza a fényképen van, a fénykép az asztalon van*, akkor a téri reprezentáció szintaktikai rendszeréből következik, hogy a váza is az asztalon van.

Az emberi feldolgozás és a számítógép közötti viszonyra vonatkozóan azonban Neumann János már igen korán kihívó kérdéseket is felvetett. Angolul, posztumusz, 1958-ban, magyarul pedig 1964-ben megjelent munkájában már szó esett arról, hogy milyen eltérések (diszanalógiák) vannak számítógépek és emberek között.

1. *Elemek nagysága*. A gép elemei, pl. a rádiócsövek még nagyon nagyok voltak, ehhez képest a neuronok nagyon kicsik. Ma a nagyságrend talán éppen fordítva fogalmazódik meg a nanotechnológia révén.

2. *Az idegrendszer elemeinek, a neuronoknak a működése bonyolultabb, mint a fizikai végső rendszerek elemeinek működése*. Ez mindmáig igaz. Az egyes neuronokon belül folyó komputáció bonyolultabb lehet, mint a tiszta összegzés, amelyet egy elméleti rádiócső elvégez.

3. *Az idegrendszer igen gyakran követ párhuzamos feldolgozási elveket*. Ez nem volt érvényes a Neumann-architektúrájú számítógépekre. Ma úgy látjuk, hogy megismerési folyamataink masszív párhuzamos működések következményei.

4. *A gépek determinisztikusak, az idegrendszer viszont statisztikus*. Tudunk statisztikus gépeket is készíteni, azonban az alapgondolat igaz, az idegrendszer statisztikus módszerekkel jut el az abszolút szabályokhoz is. A mai kognitív kutatásban virágzó

statisztikai tanulásméleti felfogások ezt a statisztikai, közelítő jelleget próbálják meg visszaadni átfogó modellekben.

5. *A gépekben többnyire digitális szervezőelvek működnek, az idegrendszerben feltehetően vannak analóg folyamatok is.* Ez valóban alapvető különbség. Neumann számára még a XX. század közepi alaklélektani ihletés révén került előtérbe az analóg folyamatok elképzelése. Ma azonban számos módon tükrözzük ezt, mint pl. Vizi E. Szilveszter elméletében a nem szinaptikus átvitelről (VIZI, KISS és LENDVAI, 2004).

AZ EMBER-GÉP ANALÓGIA ÉS A TURING-PRÓBA SZINTJEI

Turing 1950-ben megfogalmazott ekvivalenciaelvét ma már sokkal komplexebben látjuk. Turing elve az volt, hogy egy gép és egy ember között akkor lesz egyenértékűség, ha egy feltételezett szobában az emberi megítélő nem tud különbséget tenni a géptől vagy az embertől jövő bemenetek között. Ma ezt neveznénk viselkedéses adekvátság-nak. Ha megnézzük a szinteket Hernád István (HERNÁD, 2000) nyomán, ma már négy szintet különböztethetünk meg.

1. *Viselkedéses adekvátság.* A gép ugyanaz, mint az ember, például $6 \times 7 = 42$ kiszámításakor a gép is ugyanerre az eredményre jut. Ez felelne meg a mesterségesintelligencia-kutatásban a gyenge MI álláspontjának. Fontos ebben, hogy a gép ugyanarra képes, mint az ember, de nem fontos, hogy hogyan csinálta meg. Érdekes módon a mai nyelvtechnológia nagy eredményei többnyire ilyen módszereket használnak.

2. *Ugyanolyan algoritmusokat használnak.* Ahhoz, hogy ezt el tudjuk dönteni, ahhoz tökéletesen kellene tudnunk, hogy az ember milyen algoritmusokat használ például egy szó felismerése során. Vajon, amikor eldönti, hogy a *lót* nem helyes szó, akkor egy listából keresi ki, hogy létezik-e a *lót* szó, avagy egy szabály révén, amely a *v* tövűeknél beilleszti a *v-t* a tárgyesetben, s ebből tudná, hogy *lovát*. Tehát ahhoz, hogy eldöntsük, hogy ebből a szempontból adekvát-e, ahhoz tudnunk kell, hogy az ember listaalapú algoritmussal, avagy szabályalapú algoritmussal működik-e.

3. *Ugyanolyan fizikai rendszerben valósítja meg.* Képzelnünk el egy olyan rendszert, amely a szilikonchipeket ugyanúgy működteti, mint mi a neuronokat! Elég tudományos fantasztikusan hangzik, de nem lehetetlen.

4. *Ugyanúgy érez.* Ez érhető el Hernád szerint a legnehezebben. Ez valójában a qualia problémája, a gépeknek vajon lesz-e ugyanúgy élményminőségük, mint az embernek.

AZ INTERPRETÁLT MEGISMERÉS MAI VILÁGA

Az utóbbi három évtizedben az egyszerű analógia a számítógépek működése és az emberi gondolkodás között kicsit átalakult. Az átalakulás a feltételezett folyamatokat is érinti. Míg a klasszikus felfogás a megismerést egységesnek és szimbolikusnak képzelte el, valamint testetlenül kezeli, a mai felfogások sokkal több variabilitást engednek meg. A mai felfogásban a színelismerés és az emberi szándékfelismerés világa például eltérő szerveződési elveket követő rendszerekhez tartozik. Alapvetőnek tartjuk annak a megkülönböztetésnek a további kibontását, amit Dennett (1969) a személyes és a személy alatti (*personal and sub-personal*) megközelítés kettősségének nevezett. Dennett számára ez a mentális tartalmak – gondolatok, érzések, kijelentések s hasonlók – személyes világa és az ezt megvalósító idegrendszeri világ közötti kettős-

séget jelentette. Mára összetettebbé vált a helyzet. Valójában a megismerés világának három kutatási szintje alakult ki, mint a 4. táblázat összefoglalja.

4. táblázat. A megismeréskutatás három szintje

Szint	Kognitív jellemzők	Idői sáv	Megvalósítói kategória	Alapja
Szelf alatti	nem tudatos	500 ms alatt	neurális hálók	neurális evolvált rendszer
Szelf szintű	tudatos (lehet)	800 ms – évek	személy	agyi integráció
Szelf feletti	nem tudatos–tudatos	Sec – évek	társas kapcsolatok	interakció, evolúciós alapon

Mai felfogásunkban a személy alatti szint sem csupán neurobiológia, idetartoznak a nagyon gyors, nem tudatos mentális folyamatok is. Mára igen fontosnak tartjuk, hogy Hofstadter (2000) nyomán megkülönböztessük a nagyon gyors, a szimbólumhasználat előtti vagy időben tekintve az alatti és a lassabb szimbolikus folyamatokat. Ugyanilyen fontos új mozzanat a gépies ihletés tekintetében, hogy fontosnak tartjuk a készségi szerveződést is a gondolati reprezentáció mellett, és mindezt a testre vonatkoztatjuk.

A HÁLÓZATI GONDOLATOK A MEGISMERÉSKUTATÁSBAN

Ennek az átalakulásnak egy különleges, az ember és a számítógép viszonyát illető vonatkozása a konnekcionista modellek megjelenése. Már Neumann János is megfogalmazta az automaták általános logikai elméletében. „Minden, amit kimerítően és egyértelműen szavakba lehet foglalni – alkalmas véges neurális hálózattal realizálódni” (NEUMANN 1964, 86). A konnekcionista felfogás igen határozottan előtérbe állítja ezt a neumann gondolatot, amely a pszichológiában Donald Hebb (1949, 1975) munkáiban is felmerült. Miközben előtérbe állítja, a régmúltba megy vissza (PLÉH 1992, 1997). Már Thorndike 1920 táján megfogalmazta azt az elvet, hogy minden tanulás valójában kapcsolatképzés. Az 1930-as években pedig Guthrie magát a konnekcionizmus kifejezést is használja. A formális modelleket 1940-ben Clark Hull fejt ki (magyarul HULL 1952/2004). Szerinte a tanulás alapját képező kapcsolaterősség növekedésére egy igen egyszerű képlet adható:

$${}_sH_R = 1 - 10^{-0,00306 N},$$

ahol N a megerősítések száma.

Hull ihletéséből kiindulva az 1950-es években pedig megjelentek az első formális és gépi tanulási elméletek például Estes (1950) és mások munkáiban, melyeket klaszikus szöveggel mutat be a Luce, Bush és Galanter (1963) szerkesztette matematikai pszichológiai kézikönyv.

A konnekcionista modellek idegrendszeri metateóriájának azonban közvetlen előzményei is voltak. Az egyrétegű perceptron modellek, amelyek az elméleti sejtek izgalmaival próbálták a McCulloch–Pitts-modellnek (1943) megfelelően értelmezni a felismerési folyamatokat. (Erről a kapcsolatról lásd ÉRDI 1998 és DUPUY 2009.) A XX. század utolsó két évtizedének konnekcionista neuronháló-modelljei tisztában vannak McCulloch és Pitts jelentőségével, ugyanakkor azt mutatják meg, hogy az ezt

az eszmét használó „egyirétegű perceptron” jogosan bírált elméleti hiányossága az volt, hogy nem tételeztek fel rejtett rétegeket, pusztán az inputtal és az outputtal közvetlen kapcsolatban lévő neuronális masinériát gondoltak el. A pszichológiában pedig megjelentek a címkézett hálózatelméletek, melyekben a hálózatban a gráfok élei hordozzák a viszonyt, például alárendelés, ellentét s hasonló, például Collins és Quilian (1968) munkájában, és számos, a kísérleti részleteket is illető vita uralta az 1970–1990-es évek pszichológiáját a párhuzamos és szekvenciális modellek viszonyáról. Meddig érvényes például a párhuzamosság: csak a korai feldolgozásban, hangzott a klasszikus érv. (A vitákról lásd CZIGLER 2005 beszámolóját.)

A konnekcionista felfogás alapgondolata kettős. A korabeli címkézett hálózati elképzelésekkel szemben címkézetlen hálózatokat hirdet. A párhuzamos-szekvenciális váltással szemben pedig mindenütt párhuzamosságot feltételez. Számára – legalábbis radikális képviselőinél – nincsen szubszimbolikus-szimbolikus váltás. Semmi sincs, csak elemek (egységek), s ezek együttes izgalmon alapuló kapcsolatai.

A hálózatok a kis mikrotulajdonságokat képviselő elmélet szerint neuronokból állnak, melyek együttes párhuzamos tevékenysége valósítja meg a teljesítményeket. Az észlelési feldolgozás, s így a megértés is, valójában az aktiváció időbeli kibontakozása. Minden aktiválás egyben a hálózaton belüli kapcsolatok, a súlyok változását eredményezi. Nincsen külön modell az észlelésre és tanulásra-émlékezésre. S nincsenek különválasztva olyan folyamatok, amelyek teljesen alulról felfelé, s amelyek felülről lefelé irányuló információáramlásra alapulnának. Mindig teljes kölcsönhatás van a hálózat minden szintje között.

- A reprezentációk a konnekcionista modellekben aktivitási mintázatok a hálózat egységein.

- Az aktivitási mintázat a súlyozások szerint automatikusan tovaterjed, nincsen külön központi feldolgozó, teremfelügyelő, aki szabályozná terjedését. A gépi analógiánál maradvá: nincsen egyetlen CPU a központi idegrendszerben.

- A tanulás a kapcsolatok erősségének folyamatos módosulása.

- Tanulás és ingerfeldolgozás (megértés) között folyamatosság van, minden újabb feldolgozási esemény módosít a hálózaton.

- A tudást, például egy fogalom ismeretét, kapcsolatmintázat képviseli.

A konnekcionista hálózatok jellemzői a feltételezett elméleti neurális elveket tekintve az alábbiakban összegezhetőek:

- (1) Idegrendszer szerű; modellálás. Semmi egyéb nincs, mint elemek magukban buta egységes kapcsolatmintázata.

- (2) Minden tudásunk csomópontok izgalmaival s köztük levő – facilitációs és gátló – kapcsolatokkal írható le.

- (3) A hálózatok címkézetlenek.

- (4) Nincsenek szimbólumok és szabályok.

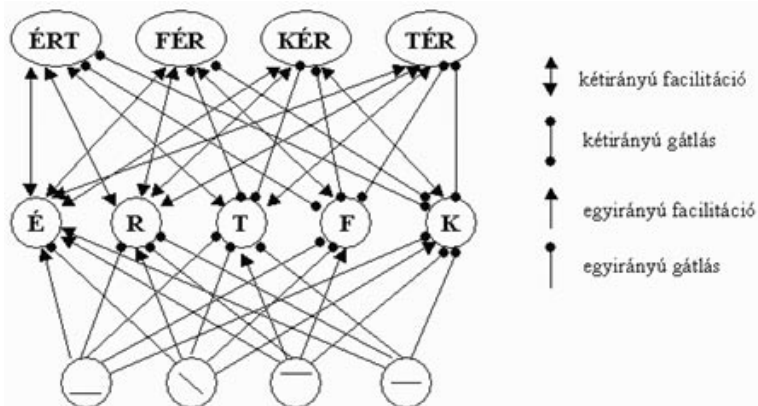
- (5) Párhuzamos aktiválás és versengés jellemzi a rendszert.

- (6) A tudás a hálózat egy részének aktiválása.

- (7) Minden reprezentáció kicsiny építőkövekből áll össze.

- (8) A tanulás a hálózat súlyviszonyainak beállítása.

Ha konkrét példákat nézünk a konnekcionista modell megvalósulására, például egy szó felismerésekor, akkor a 4. ábrán látható képet kapjuk.



Jól látható, hogy a három elkülönített szint, az ismertetőjegyek, a betűk és a szavak szintje között állandó gátló és ingerlő, oda-vissza kapcsolatok vannak. Nincsen kitüntetett szint és maga a felismerés sem kitüntetett pillanat. Nincs egyetlen királyi út, a felismerés azt jelenti, amikor egy szó, jóval valamilyen küszöbértéknél, izgatottabb lesz, mint a vele rivális szavak.

VITÁK A SZABÁLY KÖRÜL

A konnekcionista és a hagyományos szimbolikus reprezentáció és szabályközpontú felfogások egy jellegzetes vitaterepe a nyelvi szabályok értelmezése. A klasszikus elképzelés szerint a gyerekek eleinte elemeket, később szabályokat tanulnak, s az érett rendszerre a szabályok uralma a jellemző. Az új, konnekcionista felfogás szerint ilyen váltás nincsen, csupán kapcsolatok vannak, mind a kezdetekkor, mind később. Ennek megfelelően, az első pillanattól kezdve pusztán elemalapú tanulási folyamatok vannak, amelyekből mintegy kibontakoznak a szabályokat utánzó viselkedések.

Számos kompromisszumos megoldás jött létre. Pinker, Marcus és Clahsen felfogása (lásd PINKER 1999, 2002 s PLÉH 2008 összefoglalóját) majd azt hirdeti, hogy kettős rendszerekben kell gondolkodnunk. Elemek és szabályok is vannak. A kivételeket, az elemeket egy asszociatív rendszer kezeli, míg a szabályokat továbbra is egy szimbólumkezelő rendszer. Ezek a kettősségek azután sajátos biológiai értelmezést is kaptak.

Hova is vezet mindez? Valójában oda, hogy a modern pszichológiában a számítógép eredeti inspirációja a pszichológia egészének kettős felfogásához, ennek részletes kidolgozásához vezet el. A számítógép, amely egykor egy közvetlen analógia volt az emberi gondolkodás szekvenciális, egyközpontú, egynemű jellegére, ma már az emberi gondolkodásról való sokféle gondolkodás és a feltételezett sokrétűség felfogásának egyik ihletője.

IRODALOM

- BROADBENT, Donald 1958. *Perception and Communication*. London: Pergamon.
- CHOMSKY, Noam 1975. *Reflections on Language*. New York: Pantheon Books.
- CHOMSKY, Noam 1980. *Rules and Representations*. New York: Columbia University Press.
- COLLINS, A. és QUILLIAN, M. 1968. How to Make a Language User? In Tulving, Endel és Donaldson, Wayne (eds.): *Organization of Memory*. New York: Academic Press.
- CZIGLER István 2005. *A figyelem pszichológiája*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- DENNETT, Daniel C. 1969. *Content and Consciousness*. London: Routledge.
- DUPUY, Jean-Pierre 2009. *On the Origins of Cognitive Science. The Mechanization of the Mind*. Cambridge: MIT Press.
- ÉRDI Péter 1998. *Teremtett valóság*. Budapest: Typotex.
- ESTES, William K. 1950. Towards a Statistical Theory of Learning. *Psychological Review* 57, 94–107.
- FODOR, Jerry 1968. *Psychological Explanation*. New York: Random House.
- FODOR, Jerry 1975. *The Language of Thought*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- FODOR, Jerry 1996. Fodor kalauza a mentális reprezentációhoz: Az intelligens nagynéni segédlete. In Pléh Csaba (szerk.): *Kognitív tudomány*. Budapest: Osiris.
- HARNAD, Stevan 2000. Minds, Machines and Turing: The Indistinguishability of Indistinguishables. *Journal of Logic, Language and Information* 9, 425–445. Elektronikusan: <http://cogprints.org/2615/>
- HEBB, Donald Olding 1949. *The Organization of Behavior*. New York: Wiley.
- HEBB, Donald Olding 1975. *A pszichológia alapkérdései*. Budapest: Gondolat.
- HOFSTADTER, Douglas R. 2000. *Gödel, Escher, Bach: Egybefont gondolatok birodalma*. Budapest: Typotex.
- HULL, Clark Leonard 1952/2004. A viselkedés rendszere. In Pléh Csaba és Györi Miklós (szerk.): *Olvasmányok a kísérleti pszichológia történetéhez*. Budapest: Osiris, 790–803.
- KOVÁCS Ilona 1991. Egy tudományos vízió. *Pszichológia* 11, 77–126.
- LUCE, R. Duncan, BUSH, R. Robert & GALANTER, Eugene (eds.) 1963. *Handbook of Mathematical Psychology*. Volumes I–III. New York: Wiley. (A II. kötet elektronikusan is rendelkezésre áll.)
- MARR, David 1982. *Vision*. San Francisco: Freeman.
- McCULLOCH, Warren S. és PITTS, Walter H. 1943. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5, 115–133.
- NEUMANN János 1964. *A számológép és az agy*. Budapest: Gondolat. 2. kiadás: 1972. Szalai Sándor fordítása.
- NEWELL, Allen 1980. Physical Symbol Systems. *Cognitive Science* 4, 135–183.
- PINKER, Steven 1999. *A nyelvi őstön*. Budapest: Typotex.
- PINKER, Steven 2002. *Hogyan működik az elme? Budapest: Osiris.*
- PLÉH Csaba 1990. A számítógép és a pszichológia. *Világosság* 31, 527–541.
- PLÉH Csaba 1992. Az asszociáció reneszánsza a kognitív pszichológiában. *Janus* IX–2, 12–22.
- PLÉH Csaba 1997. Szekvenciális és párhuzamos modellek a kognitív pszichológiában. In Pléh Csaba (szerk.): *A megismeréskutatás egy új modellje: A párhuzamos feldolgozás*. Budapest: Typotex, 13–55.
- PLÉH Csaba 1998a. Számítógép és személyiség. *Replika* 30, 77–100.
- PLÉH Csaba 1998b. *Bevezetés a megismeréstudományba*. Budapest: Typotex.
- PLÉH Csaba 1998c. *Hagyomány és újjítás a pszichológiában*. Budapest: Balassi Kiadó.
- PLÉH Csaba 2008. *A pszichológia örök témái*. Budapest: Typotex.
- TURING, Alan M. 1950. Computing Machinery and Intelligence. *Mind* 59, 433–460.
- VALÉRY, Paul 1997. *Füzetek*. Budapest: Európa. Somlyó György fordítása.
- VÍZI E. Sylvester, KISS János P. és LENDVAI Balázs 2004. Nonsynaptic Communication in the Central Nervous System. *Neurochemistry International* 4, 443–451.