

A KOGNITÍV TUDOMÁNY TÖRTÉNETÉRŐL

Áttekintés Howard Gardner nyomán

Richman Gabriella

fishandwater8@gmail.com

DOI: 10.20520/JEL-KEP.2016.3.77

Absztrakt

Bár 2000 után számos figyelemre méltó könyv foglalkozott a kognitív tudomány történetével (Houdé 2004, Boden 2006, Brook 2007, Dupuy 2009, Bermúdez 2010, Pléh – Gurova – Ropolyi 2013), Howard Gardner először 1985-ben megjelent *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution* című munkája még mindig hasznos olvasmány mind a kezdők számára, akik az első lépéseket teszik ezen a tudományterületen, mind azok számára, akik már rendelkeznek tapasztalatokkal a kognitív tudományban, de szeretnék elmélyíteni ismereteiket. A tanulmány összefoglalja Gardner tudományos narratíváját a kognitív forradalomról, legfontosabb előzményeiről és eseményeiről, továbbá feleleveníti a jövő kutatási irányaira és a lehetséges következményekre vonatkozó prognózisát. Zárásként új kutatási irányok áttekintésére és az elmúlt harminc év néhány jelentős kognitív tudományi eredményének az összefoglalására kerül sor.

Kulcsszavak

kognitív forradalom, az elme filozófiája, komputációs paradoxon, mesterséges intelligencia

ON THE HISTORY OF COGNITIVE SCIENCE

An overview inspired by Howard Gardner

Gabriella Richman

Abstract

Although after 2000 several remarkable books have dealt with the history of cognitive science (Houdé 2004, Boden 2006, Brook 2007, Dupuy 2009, Bermúdez 2010, Pléh – Gurova – Ropolyi 2013 eds.), Howard Gardner's *The Mind's New Science. A History of the Cognitive Revolution*, published first in 1985, continues to be a useful lecture for both the beginners who make the first steps in this field of study, and for those who, having some experience in cognitive science already, want to deepen their knowledge in the research of the mind. The paper gives a summary of Gardner's scientific narrative on the cognitive revolution, its most important antecedents and events. It re-examines his prognosis for future research agenda, and his predictions of the consequences of the cognitive movement. Finally, an overview of new directions of research, and an outline of some significant results from the last thirty years will be provided.

Keywords

cognitive revolution, philosophy of mind, computational paradox, artificial intelligence

A KOGNITÍV TUDOMÁNYTÖRTÉNETÉRŐL

Áttekintés Howard Gardner nyomán

Richman Gabriella

Miért éppen egy harminc éve megjelent könyv?

Az 1900-as évek elejére tehető az elmekutatás módszertanának kialakulása. (Brook 2007) Az ezt követő három évtized laboratóriumi kísérletei vezettek az 1940-50-es évek mai napig meghatározó eredményeihez és a kognitív tudomány alapvető kérdései és tudománytörténeti aspektusai tekintetében kialakult nézetkülönbségekhez. Az 1950-es években az elme terminus helyett egyre inkább a kognitív rendszer kifejezést kezdték használni, azonban a kognitív tudomány általánosan elfogadott definícióját illetően nem született megegyezés. Boden (2006) a kognitív tudományt a mentális folyamatok interdiszciplináris tudományaként definiálta, mely a számítástechnikára és a kontroll-elméletre támaszkodik. Egy ettől eltérő megközelítés az elme-funkciókat hangsúlyozta és a kognitív tudományt az elme-funkciókat kutató tudománynak tekintette. (Thagard 2012) Heylighen álláspontja szerint a kognitív tudomány a dualizmus elleni elhúzódó harc. E harc célja annak az egyszerű és intuitív nézetnek a megdöntése, amely szerint az elme az agyban található, analízisre nem alkalmas, önálló entitás, feladata a percepció és a cselekvés kontrollja. (Heylighen 2014/15)

A kognitivisták abban általában megegyeznek, hogy az 1940-50-60-as évek kiemelt jelentőséggel bírnak, azonban arra vonatkozóan, hogy lehet-e kognitív forradalomról beszélni, és ha igen, akkor az mikor kezdődött, az álláspontok megoszlanak. Howard Gardner *The Mind's New Science, a History of the Cognitive Revolution* című könyve sajátos módon illeszkedik a publikált anyagok tengerébe. Az először 1985-ben megjelent, jól strukturált, logikusan felépített mű egyfelől segíti a kognitív tudomány területén járatlan olvasót az eligazodásban, másfelől a tudományág iránt érdeklődő szakemberek számára iránymutatással szolgál a további elmélyüléshez. A könyv az első megjelenése óta eltelt hosszú idő és a kognitív tudomány területén azóta elért újabb eredmények ellenére is a kognitív tudomány iránt érdeklődők irodalomjegyzékének kötelező eleme, a kognitivisták publikációikban újra és újra visszatérnek a Gardner-i gondolatokhoz, utalnak a könyvre vagy idéznek belőle.

Gardner a könyv előszavában így fogalmaz: „Elhatároztam, hogy egy olyan progresszív szemléletű könyvet írok a kognitív tudomány eddigi eredményeinek alapos, ha nem is abszolút és teljes körű összefoglalása céljával, mely kiterjed a filozófiai eredet vizsgálatára, a társterületek történeti áttekintésére, a jelenleg is folyó tudományos munkák, kutatások értékelésére, illetve lehetőséget nyújt elemzésre, állásfoglalásra egyaránt.” (Gardner 1985: xiii) Az eligazodást segíti a mű hármas tagolódása. Az első rész a kognitív tudomány eredetéhez, a filozófiai alapokhoz nyúlik vissza, majd a kognitív tudomány fogalomkörével ismerttet meg és összefoglalja a kognitív forradalomhoz vezető eseményeket. A második rész történeti perspektívát nyit, a harmadik rész pedig áttekintést ad a tudományterületen végzett kutatások eredményeiről a szerző kutatói álláspontjával és egyéb szubjektív elemekkel kiegészítve.

Kognitív Forradalom

A kognitív forradalom címet viselő fejezetben a szerző által legfontosabbnak tartott események és a tudományág fejlődését erőteljesen befolyásoló jelenségek számbavételére és értékelésére kerül sor. Ezen események hozzájárultak a kognitív tudomány pontosabb definiálásához, segítették a kognitív forradalom időbeli elhelyezését, és elvezettek olyan kérdésekhez mint: vajon az emberi elme és a komputer működése mutat-e hasonlóságot, és ha igen, milyen mértékben?

A kognitív tudomány Gardner-i definíciója ismeretelméleti jellegű: „A kognitív tudomány egy olyan kortárs, empirikus alapokra helyezkedő kezdeményezés, amely ősidők óta fennálló episztemológiai kérdésekre próbál választ adni, különös tekintettel azokra, melyek a tudás természetét, összetételét, eredetét, fejlődését és kibontakozását firtatják.” (Gardner 1985: 6) Gardner álláspontja, hogy a tudományos közösség ki nem mondott megállapodása szerint a kognitív forradalom az MIT (Massachusetts Institute of Technology) 1956 szeptember 10-12 között rendezett Technológiai Szimpóziumával vette kezdetét.

Megismerheti az olvasó a *komputációs paradoxon* (computational paradox) kifejezést, amivel a szerző a komputer és az elme-kutatásban kidolgozott modellek ellentmondására utal. Ugyanis az emberi elme működése nem nagyon hasonlítható egy tipikus komputer működéséhez. Mindenesetre Gardner kiegészíti a gondolatot, rámutatva, hogy a megismerés folyamata valóban hordoz magában a komputer működéséhez hasonló elemeket.

A rész zárásaként az olvasó a kognitív tudomány alapelemeivel ismerkedhet meg. Ezek közé tartozik a mentális reprezentáció, a komputer mint a szimuláció eszköze, illetve a társadalomtudományok által oly fontosnak tartott, bár a kognitív tudomány néhány képviselője szerint jelentőségét veszítő affektív elemek hármasságát: a kontextus, a kultúra és a történelem. További két alapvonás az interdiszciplináris szemlélet és a klasszikus filozófiához visszanyúló gyökerek, melyek elkerülhetetlenül és erőteljesen befolyásolták az új tudományterület módszertanát. Ezek a klasszikus filozófiai, episztemológiai problémák adták meg a kortárs kognitív tudomány ízét és zamatát; nélkülük a kognitív tudomány meg sem szülehetett volna, hangsúlyozta Gardner.

Gardner tudománytörténeti áttekintése

Filozófia

A filozófia kitüntetett szerepe, csakúgy mint a racionalizmus és az empirizmus képviselőinek folyamatos vitája korántsem meglepő az elmekutatásban. Platón és Arisztotelész óta igyekeznek a filozófusok megválaszolni a kérdést: mi az elme? Az emberi elme hatalmának felismerésére és felmérésére az egyetlen rendelkezésre álló mód a reflexió, írta Thomas Reid 1764-ben. Reid, Hume szkepticizmusát tompítva és a józan ész jelentőségét hangsúlyozva, az elme működésének megértéséhez egyetlen utat látott, amely a képzelet, a memória, az érzékelés, az észlelés, az akarat, a szenvedély, az érzelmek és a lélek hatalmának megismerésén keresztül vezet. A józan ész tudománya megköveteli a világos és egyértelmű gondolatokat, illetve e gondolatok közvetlen és adekvát feldolgozását, amihez az egyetlen eredményes út a figyelmes reflexió.

A történeti áttekintés Decartes munkásságának elemzésével indul különös jelentőséget tulajdonítva az *Elmélkedések az első filozófiáról* (1641) című művének. Decartes a testet egy mechanikus rendszernek tekintette, a tudomány feladatát pedig abban látta, hogy az empirikus munka megfigyeléseiből levont logikus következtetéseket levezesse és összegezze. Az introspekció fontosságának hangsúlyozása jellemezte munkáját, amivel szemben a brit empirizmus

képviselői (Locke, Berkeley, Hume) kissé szkeptikus, az introspektív érvelés eredményességében kételkedő, a percepció jelentőségét hangsúlyozó álláspontot képviseltek.

A dualizmus időszakának áttekintése a racionalizmus és empirizmus szintézisét megalkotó Emanuel Kant munkásságával zárul. Kant, visszatérve a karteziánus gondolatokhoz, a megismerés és a tapasztalás lehetséges kapcsolatait elemezve kereste a választ az elme működésére, megkülönböztetve a tapasztalatból szintézis útján nyert tudást és a belső analízisből előálló, eredendő tudást. Meglátása szerint az elme 1. a kognitív folyamatok szintézisének helye, 2. a tapasztalat és a tudatosság konvergenciájának tere, 3. az öntudat képződése és 4. maga is reprezentáció. (Brook 2007)

Az introspekció szerepe nem csak Reid, Decartes és Kant munkássága során kapott kritikus szerepet. A „tudatos” tapasztalás kategóriája azóta is tisztázatlan, bár Wundt, majd Titchener és Würzburg már az 1800-as évek végén megkezdte a laboratóriumi kísérleti munkát.

A 20. század jelentős filozófiai mozgalmakat hívott életre. A logikai empirizmus jeles képviselői (Russell, Whitehead, Carnap, Tarski) a logika és a matematika rendkívüli relevanciája mellett érveltek az empirikus tapasztalás megértése érdekében. Céljuk a racionalizmus és az empirizmus elemeinek ötvözése volt. Gardner az irányzat mellett foglalt állást, ennek ellenére helyet engedett az irányzatot ért erős kritikai érvelésnek is, mely a „nyers információ” és a verbális kommunikáció értelmezhetőségének akadályaira és a kontextus szerepének erősödésére hívta fel a figyelmet. Így szó esett Ryle ironikus hangvételű bírálatáról, mellyel a karteziánus dualizmust támadta, és Wittgenstein álláspontjáról, mely valamelyest távolodott a klasszikus behaviorista nézetektől.

A fejezet zárásaként az episztemológia újszerű megközelítéseinek, az ellentmondásos és alkalmanként ellenállást keltő posztmodern aspektusoknak a bemutatására kerül sor. A Nyugat episztemológiája kanti alapokra helyezkedik: az idő természetét, az okozatiságot, a moralitás kérdését és a tér szerepét vizsgálja. A posztmodern kor magával hozta a tudás és a kultúra állandó változását, főszerepet kapott a tanulás folyamata és a logika. (Bateson 1987)

Pszichológia

Gardner könyvének következő fejezete négy fontos esemény felidézésével kezdődik. Shanon (1948) információelmélete indította el a pszichológia új kutatási irányát, amely a megismerés mentális folyamatát az információ-feldolgozás folyamatához hasonlította, megteremtve az elméleti alapot a megismerés sémáinak kidolgozására. Megjelent Miller jól ismert munkája az információ-feldolgozó képességünk korlátairól: a mágikus hét, plusz-mínusz kettő. (Miller 1956) A tanulmány hatására a variancia, az információ mennyisége és a feldolgozás korlátai, illetve a kommunikációs csatornakapacitás mérése adta a kutatások új irányát azzal a nem titkolt szándékkal, hogy megtörténhessen az információelmélet pszichológiai alkalmazása. Bruner *A Study of Thinking* című könyve (1956), mely ugyan az introspekció hagyományához nyúlt vissza, mégis innovációs erőt hordozott magában. Broadbent (1958), akinek neve a gyakorlat-orientált brit mozgalomhoz köthető, megalkotta az emberi megismerés első folyamatábráját (*filter theory*).

A fejezet éppúgy nem nélkülözheti a visszatérést a filozófiai örökséghez és a kanti gondolatokhoz, mint Helmholtz, Fechner, Donders és Brentano munkásságának ismertetését. Wundt munkája megérdemelten kiemelt helyet kapott, majd Ebbinghaus újszerű módszertanának és statisztikai analíziseinek összegzését követően a pszichológia 20. század első felében kibontakozó új irányzatainak számbavételére került sor.

Korántsem meglepő, hogy a behaviorista mozgalom és a Gestalt pszichológia, illetve e két irányzat neves képviselői kiemelt figyelmet kaptak. A konstruktivizmus atyjának tekintett Jean Piaget munkásságát a szerző igen nagyra értékelte. A konstruktivizmus tanuláselmélete

és a Gestalt pszichológia eredményei végül kétségbe vontak mindent, amit a behaviorizmus képviselt. Az 1960-as évekhez érkezve az információ-feldolgozás folyamata, a vizuális percepció és a memória került fel a kognitivisták napirendjére, a kognitív pszichológia azóta is töretlen dominanciáját biztosítva.

Mesterséges intelligencia

A 20. század derekán a percepció-kutatás területén két új irány kibontakozása, majd erősödése volt megfigyelhető. Az idegtudomány területén végzett kutatások bizonyos idegsejtek érzékenységét, a mesterséges intelligencia kutatások pedig a vizuális percepció folyamatát szándékoztak feltárni. Az utóbbi cél elérhetőnek tűnt a komputer megjelenésével.

A mesterséges intelligencia és a kognitív tudomány együttműködésének szükségessége ma már magyarázatra sem szorul. A gyakorlat azt mutatja, hogy a kognitív tudomány területén elért eredmények segítik a mesterséges intelligencia kutatóit a fejlesztésben, illetve a mesterséges intelligencia kutatói által kifejlesztett komputer modellek segítik a kognitív tudományt az előrelépésben. Azonban az 1950-es években nagy szükség volt az újjító szellemiségű tudósok összefogására a mesterséges intelligencia kutatások fellendítése érdekében. A matematika (McCarthy, Minsky, Simon, Newell), a nyelvészet (Chomsky), a pszichológia (Piaget, Miller), a filozófia és az antropológia (Lévi-Strauss, Geertz) területén új lendülettel indult meg a kommunikáció. A különböző tudományterületek eltérő szellemisége az ötletek, hipotézisek, elméletek sokszínű egyvelegét hozta, ami aztán tudományos viták sorát eredményezte.

Aki a robottechnikáról, a *Big Data* kutatásokról (bár az 1980-as években még csak adatbányászatról vagy adatbázis építésről lehetett hallani; a *Big Data* kifejezést először 2001-ben használták) vagy a programírásról szeretne többet megtudni, illetve e területek történeti áttekintését keresi, csalódnia fog, mert Gardner kifejezetten kerüli ezeket a területeket. Azonban a mesterséges intelligencia eredetét, az álom történetét megismerheti az olvasó. A Julian Offray de Mettrie, Vaucanson, majd a 19. század angol matematikusai, Babbage és Boole megfigyeléseit összefoglaló gondolatsort a 20. század első felében elért eredmények értékelése követi (Whitehead, Russell, Shannon, Neumann).

A mesterséges intelligencia kutatások a kezdetekben arra a feltételezésre építkeztek, hogy a megismerés folyamata a tudás strukturált rendszerére támaszkodik, a tudáselemek ebben a strukturált rendszerben kerülnek tárolásra és a reprezentáció „igény” szerint alakul. Azonban ez a feltételezés pontos leírást követelt a tanulás minden aspektusáról és az intelligencia minden meghatározó összetevőjéről, alapvetően befolyásolva a mesterséges intelligencia kutatások irányát. A feladatmegoldás során szükséges kompetenciák modellezése mit sem ér elegendő mennyiségű, konkrét, a komputer nyelvén kifejezhető tudás nélkül. Ahhoz, hogy egy átlagos felnőtt tudását modellezni lehessen, óriási memória-kapacitásra van szükség. Amellett, hogy egy mesterséges intelligencia program a tudáselemek, az adatok millióit raktározza, a személyes, intuitív tudás – Polanyi (1962) szóhasználatával a „tacit” tudás – explicitté tétele is szükséges, ami rendkívül komplex feladat, ha egyáltalán megoldható, arról nem is beszélve, hogy az emberi problémamegoldás nem mindig logikus.

A Turing-gép messze nem volt tökéletes vagy elegendő, de elengedhetetlen volt a forradalmi változásokhoz az 1950-60-as években, éppen úgy, mint Simon és Newell (1972) munkája. Az ő figyelmük a fejlett nyelv, a tárhely vagyis a memória és egy olyan problémamegoldó stratégia kialakítására irányult, mely az emberi gondolkodás legjobb szimulációját eredményezheti. A fejezet további része a programozás történetének mérföldköveiként számon tartott események számbavétele, kiemelve Weizenbaum és Colby tudományos vitáját, a kódolás gyakorlati kérdéseit.

Az 1970-es évekre kialakult kritikai aspektusok (Dreyfus 1972), a fordulatot hozó 1980-as évek eseményei és Searle (1980) argumentációja ellenére a filozófia általi támogatottság mértéke nőtt. Számos etikai kérdés fogalmazódott meg, még a kognitivisták is arra az álláspontra helyezkedtek, hogy a mesterséges intelligencia kutatások nélkülözték a tudományos elméletalkotás hagyományos feltételeit. A tudományág a felnőtté válás folyamatát élte, próbálgatta erejét és határait. Az alkalmazott módszertan kétségtelenül ellentmondásos elemeket hordozott magában. Az emberi viselkedés és a komputer működése közötti hasonlóság már biztosan igazolható volt, annak ellenére, hogy néhány komputer modell alkalmatlannak bizonyult az emberi kognitív folyamatok szimulálására, alátámasztva a Gardner által is érintett komputációs paradoxont.

Nyelvtudomány

A nyelvtudomány és a kognitív tudomány kapcsolata, a két tudományág közötti együttműködés lehetősége sokak számára távoli, utópisztikus ötletnek tűnhetett az 1970-es években. Gardner az ellentétes nézetek kibékítése helyett inkább teljes nyíltsággal a modern nyelvészet, Chomsky mentalizmusa, illetve a logika és a matematika eszköztárának lingvisztikai alkalmazása mellett foglalt állást.

A nyelv értelmezhető elvont rendszerként, mely önmagában, izoláltan vizsgálható. Ehhez az értelmezéshez és kutatási irányhoz a kognitív tudomány és a társadalomtudományok együttműködésére nincs szükség. Azonban a nyelv tekinthető az interperszonális kapcsolatok rendszere egyik meghatározó elemének is, ebben az esetben lehetetlen a nyelvtudomány kategorikus leválasztása a társadalomtudomány egyéb területeiről – hangsúlyozza Gardner. „A modern nyelvészet története nem más, mint Chomsky elméletei és az azokra adott sokszínű válaszok összessége.” (Gardner 1985: 185) E pozitív attitűd jegyében túlnyomó részben Chomsky *Syntactic Structures* (1957) címmel megjelent könyvét vizsgálta a szerző, így a szintaktikai elemzést és a generatív transzformációs nyelvtan elméleti alapjait. Természetesen sor került Skinner *Verbal Behavior* (1957) című könyvéről írt elhíresült kritikára és a visszatekintés a klasszikus filozófiai alapokra sem maradhatott el.

Chomsky elmélete kapcsán ismét felmerült a komputációs paradoxon gondolata, de ez nem változtatott a nyelvészetet megújító tudós szerepéről kialakított pozitív képen. „Piaget, Simon és Newell munkái talán szélesebb körben kaptak elismerést, de a kognitív tudomány kereteit senki olyan pontossággal és elkötelezett meggyőződéssel nem határozta meg, mint Chomsky.” (Gardner 1985: 222)

Antropológia

Gardner könyvében a kognitív tudomány és az antropológia együttműködésének történeti áttekintését nyújtó fejezet két, a tudományos diskurzus alakulását döntően meghatározó témával indul: az egyik a módszertan, a másik az egzotikus népek szokásai, gondolkodása. Az antropológia történetének első évtizedeit messzemenően meghatározta a módszertan által biztosítható hitelesség és megbízhatóság növelésére irányuló szándék. Átvette egyéb tudományágak, különösen a pszichológia eszköztárát és állandósította a klasszikus etnográfia módszereinek használatát.

Az antropológia és a lingvisztika különleges kapcsolatának felderítése során Gardner könyvének olvasója megismerheti Wundt kortársának, az antropológia diszciplináris alapjait megteremtő Tylornak a forradalmi meglátásait, a brit kutatók fordulatot hozó munkáját (kulturális eltérések kritikus vizsgálata) és az antropológia amerikai ágát kibontakoztató Boas hipotézisét, mely a nyelv és a gondolkodás kauzális viszonya tekintetében képviselt új álláspontot. A perceptuális kapacitásra, a vizuális percepcióra, a viselkedés kulturális eltéréseire vonatkozó kutatások áttekintése, illetve a funkcionalista alapokra helyezkedő Malinowszki és

a kulturális relativizmus úttörője, Herskovits tudományos álláspontjának összegzése következik, majd az antropológia irányát alapjaiban meghatározó két tudós, Geertz és Lévi-Strauss tudományos vitájának ismertetésére is sor kerül. Lévi-Strauss, a strukturális antropológia, a strukturális mítosz-kutatás atyja irányította a figyelmet a mentális reprezentációnak, az emberi megismerés folyamatának a feltárása felé és – az emberi gondolkodás egy mechanisztikusabb megközelítését javasolva – háttérbe szorította az affektív hatások, a motiváció és az érzelmek szerepét. „Minden civilizáció hajlamos túlértékelni gondolkodása objektivitásának mértékét és ez a tendencia soha nem halványul el. Amikor azzal a hibás feltételezéssel élünk, hogy a vadember cselekedeteit kizárólag organikus, elsődleges vagy éppen gazdasági szükségletei irányítják, elfeledjük, hogy ő is hasonlóan gondolkodik rólunk, és a benne kialakult tudás iránti vágy az ő számára sokkal kiegyensúlyozottabb állapotnak tűnik, mint a miénk.” (Lévi-Strauss 1962: 2)

Geertz kritikája a kulturális, társadalmi és környezeti hatásokra helyezte a hangsúlyt, megkérdőjelezve a kognitív tudomány és az antropológia együttműködésének lehetőségeit és szükségességét. A folyamatos vita ellenére Gardner arra az álláspontra helyezkedett, hogy a kauzális viszonyok felismerésére irányuló törekvések elmélyíthetik a kognitív tudomány, különösen a kognitív pszichológia és az antropológia kapcsolatát.

Idegtudomány

Az információáramlás mintázata mindig központi szerepet játszott az idegtudomány történetében. A konnekcionizmus és a neurofiziológia területén elért eredmények adtak új lendületet és irányt a mesterséges intelligencia kutatásoknak. Az idegtudomány és a mesterséges intelligencia elválaszthatatlanokká váltak, az orvosbiológia kutatási eredményeire támaszkodva, hol kézen fogva, hol egymásnak ugorva, haladnak a tudományos fejlődés útján.

A fejezet bevezető gondolata Karl Lashley munkásságát dicséri. Lashley elkötelezettsége, és az elvégzett tucatnyi laboratóriumi kísérlet hozta meg az áttörést, kihívások elé állítva a tudósokat. Jó néhány évtizeddel az idegtudomány megszületése előtt, mikor az uralkodó tudományos nézet a szinapszis funkció semmilyen közvetlen bizonyítékát nem látta, és azt sem tekintette bizonyítottnak, hogy a szinapszis rezisztencia eltérő lenne, vagy az eltérés ingerület-haladásból fakadna, Lashley (1930) következetes munkával belekezdett a neurológia és a pszichológia kapcsolatának vizsgálatába. A Gestalt pszichológia és a behaviorista irányzat közötti arany középutat választva fáradhatatlanul kutatta az emléknymok (engramok) keletkezésének folyamatát, nem kevés munkát adva a redukcionista nézeteket valló kutatóknak. Az idegrendszer-kutatás során alkalmazott kauzális manipulációs technikák Lashley által alkalmazott módjai lehetővé tették az idegrendszeri folyamatok feltárását, vagy legalábbis annak kísérletét. A fejezetben bemutatásra kerül az ekvipotenciális felületek koncepciója és az idegrendszeri plaszticitás hipotézise, majd kisebb kitérő következik, mely visszavezet a karteziánus gondolatokhoz, felvetve a test és az elme egységének kérdését. Ezt követően a lokalizáció korai képviselői (Paul Pierre Broca, Gustav Theodor Fritsch és Eduard Hitzig az 1860-70-es években) és a lokalizációval szembeni szkeptikus álláspontra helyezkedők (Pierre Marie a XX. század elején) vitáját elemezve jut el a szerző a holisztikus megközelítés térnyeréséhez.

A lokalizáció elkötelezettjei és a holisztikus álláspontra helyezkedők között kiélesedett vita gyakorlatilag két oldalról közelítette meg ugyanazt a problémát, fogalmazta meg álláspontját Hebb *The Organization of Behavior* című könyvében (1949). A pszichológia problémája, hogy a gondolkodás folyamata, bár nem teljesen a környezeti stimuláció által kontrollált, mégis azzal együttműködve történik, a fiziológia problémája pedig az ingerületátvitel (szenzoros, motoros) folyamata. Ezekkel az átvezető gondolatokkal jut el Gardner az idegtudomány területén az 1950-es években elért eredmények ismertetéséhez (Hubel, Wiesel) és az azt követő két évtized tudományos munkáinak áttekintéséhez (Lettvin, Mountcastle, Gross, Rocha-Miranda, Bender).

Az idegtudomány területén a 20. század egyik szenzációját a Sperry által dokumentált kutatások eredményei hozták. Sperry *split brain* (osztott agy) kísérletei arra engedtek következtetni, hogy az idegrendszeri plaszticitás alátámasztást nyerhet, azonban a hosszú távú hatások nem tisztázottak. Ezt követően Kandel tudományos munkája kerül bemutatásra, aki a tanulás folyamatára összpontosító kísérleteivel járult hozzá a kognitív folyamatok idegi alapjainak megismeréséhez és adott új lendületet a redukcionizmus híveinek.

Az idegtudomány kutatói kicsit kilógnak a kognitív tudományok sorából – zárta a fejezetet Gardner –, hiszen a fizika és a biológia területén kutatók mindig magabiztosabb attitűddel és határozottabb állásponttal képviseltetik magukat, míg a pszichológia vagy az antropológia tudományos közössége visszafogottabb stílusban, kevesebb eredménnyel lép színtérre. Álláspontja szerint nem lehet az agy működéséről adekvát elméletet hirdetni a kognitív folyamatok és a mentális képességek pszichológiai tényezői, illetve az agyi funkciók és a komputáció közötti viszony egyértelmű azonosítása nélkül.

A világról alkotott kép

Gardner a kognitív tudomány integrált megközelítését kezdeményezi, amelynek négy pillére: a percepció, az agyi képalkotás/képi információk, a kategorizáció és a racionalitás.

A percepció kutatás történeti összefoglalójának fő vonala David Marr munkásságának bemutatása. A Marr (1982) által kidolgozott három szintű modell logikai felépítését követve kerül sor a mesterséges intelligencia kutatások percepcióra, mint folyamatra koncentráló eredményei és a nyomokban kialakult tudományos viták ismertetésére. A Marr elméletével szemben erős kritikai álláspontot képviselő Gibson ökológiai szemlélete, illetve az affordancia és hatékonyság koncepciója éppúgy része e fejezetnek, mint a társadalomtudósok Gibsonnal szembeni fellépése a tudás már meglévő elemei, a hitek, a szimbolikus reprezentáció, a szándék és a cél fontosságának hangsúlyozása jegyében. Teret kap a „semleges információ” és a párhuzamos feldolgozó rendszerek kognitív tudomány területén való felhasználhatósága iránti szkeptizmus, illetve az alternatív hipotézis, mely az emberi megismerés mentális sémáira vonatkozó elképzelések tágítását vagyis egy sokkal pragmatikusabb hozzáállást hirdet, nyitottan azon feltételezés felé, hogy az emberi agy több, eltérő komputer ötvözete és csak némi hasonlóságot mutat az eddig megismert komputer modellekhez.

A kutatások egy másik iránya a megismerés során végzett kategorizálás, osztályozás felé fordult. A klasszikus nézet szerint a kategorizálás a megismerés során abszolút elkerülhetetlen, a kialakított osztályok meghatározó attribútumokkal rendelkeznek és a szándék, az attribútumok köre határozza meg az adott osztály kiterjedését. Az 1970-es években az ezen a területen folyó vitát két szemlélet összeütközése jellemezte. Egyes álláspontok szerint a megismerés folyamata során alkalmazott osztályozás valamely belső reprezentáció leképeződése, egy nagyon stabil szimbolikus rendszer, melyet logikai műveletek befolyásolnak. Más nézetek pedig valószínűségeen alapuló, kontextusfüggő, korrelációs hatásoktól, a percepció és az emlékezés minőségétől befolyásolt folyamatról szóltak.

A döntéshozatal racionalitását vizsgáló kutatások új lendületet kaptak az 1960-70-es években. E folyamat kiemelkedő alakjai közé tartozott Amos Tversky és Daniel Kahneman. A döntés racionalitását cáfoló nézetek képviselői azóta is állandóan megújuló lelkesedéssel és tudományos alapossággal tartják előtérben az affektív hatások, a valószínűség és a kulturális elemek szerepét. Gardner komputációs paradoxonja ismét igazolódni látszott, hiszen a kognitív tudomány tiszta rendszerekre építő képviselői számára az abszolút modellt a logikán alapuló komputer képviselte, amely a racionalis döntés modellálásában nem enged teret a valós gondolkodási folyamatokban szerepet játszó szubjektív elemeknek.

Gardner történeti áttekintését követően: új irányok, új elgondolások

Gardner könyvének megjelenése óta a kognitív tudomány sok vonatkozásban jelentősen átalakult és új eredményekkel gazdagodott. A változások közül néhány fontosabbat igyekszünk az alábbiakban röviden ismertetni.

Elsőként arra mutathatunk rá, hogy a Gardner által használt „kognitív forradalom” fogalom új köntöst kapott. Andrew Brook a Pléh Csaba által szerkesztett *New Perspectives on the History of Cognitive Science* (2013) című könyvben olvasható tanulmányában arra az álláspontra helyezkedik, hogy a forradalmi folyamat megindult ugyan, Gardner meglátása helyes volt, azonban tulajdonképpen második forradalomnak tekinthető, hiszen az első kiobbantása Decartes nevéhez fűződött. Gardner a filozófiai alapok áttekintését fontosnak tartotta, de a kognitív tudományt egy fiatal tudománynak tekintette. Az elmúlt évtizedben megjelent áttekintő munkák viszont, többek között Brook és Boden munkái is a kognitív tudomány őstörténetéről írnak, az elmekutatás történetét periódusokra osztják és ezzel időben szélesítik a tudománytörténeti palettát. Ha a fókusz kizárólag a névhasználatra, a kognitív tudomány kifejezés széleskörű elterjedésére, illetve a módszertan dinamikus változására kerül, akkor a tudományág valóban fiatalnak tekinthető. Ha azonban a történeti áttekintés fókusza az elmekutatás, a filozófiai eredet, akkor indokolt a kognitív tudomány őstörténetéről beszélni.

Gardner álláspontja szerint a filozófia kivételes szerepet játszott a kognitív tudomány alakulásában. Hasonló nézetet vall Paul Thagard (2009, 2012), akinek ez irányú munkái jóval Gardner könyvének első megjelenését követően kerültek publikálásra. Thagard az interdiszciplináris szemlélet értékét hangsúlyozza, ami nem csupán a kapcsolódó tudományágak területén végzett kutatásokra vonatkozóan adhat keretet a leíró feladatok ellátásához, hanem a tudományágakat átfogó normák kidolgozására is lehetőséget biztosíthat a jobb működés érdekében. A kognitivisták tudósok egy része ezzel nem ért egyet, különösen a filozófia hozzájárulását vitatják. Thagard így jellemzi a helyzetet: „Egy jól ismert kognitivisták leírása szerint a filozófia olyan szerepet lát el a kognitív tudományok területén, mint a felfűzött üres konzervdobozok a mennyasszonyi kocsin után kötve. Egy hasonlóan negatív analógia szerint – egy pszichológus által megfogalmazva – a filozófia és a kognitív tudományok kapcsolata olyan, mint az alkohol és a szex kapcsolata, amit én úgy értelmezek [...] az alkohol a vágyat felkelti, viszont a teljesítményt tönkreteszi.” (Thagard 2009: 237) Az itt hivatkozott ironikus észrevételek ellenére a kognitivisták jelentős része nagyra becsüli az őstörténet filozófusait és a kortárs filozófusok munkáit.

A filozófia hatása mellett a kognitív pszichológia erősödése is jól felismerhető, amit egyértelműen jelez a javasolt kutatási területek és a publikálásra szánt tanulmányok számának erőteljes növekedése. (Gentner 2010) A kognitív pszichológusok hittek az elme strukturális szerveztségében és egy központi mechanizmusban, mely a percepció és a cselekvés integrációját eredményezi. Azonban arról, hogy milyen centrális erők hatására és hogyan alakulnak ezek a mechanizmusok, keveset tudtak. A klasszikus elmekutatás kiindulópontja szerint az elme a logika központi motorja és a szimbolikus reprezentáció adatbázisa néhány perifériás szenzoros funkcióval. Eszerint az emberi test az információ-bevitel, az „input” helye, a kogníció központilag irányított, a problémamegoldás logikai következtetés eredménye és az emlékezet nem más, mint az adatbázisban elraktározott szimbolikus reprezentáció előhívása. (Clark 1997) Ez a funkcionális megközelítés az elmeműködés megismerését az agyi folyamatok feltárásán és az agyi funkciók tiszta elkülönítésén keresztül látta megvalósíthatónak. Daniel Dennett erre a rendszerelméleti megközelítésre reagálva fogalmazta meg a tudatos és a tudattalan folyamatok kapcsolatának modellezését szolgáló javaslatát: „Az elme és a tudatosság viszonyáról alkotott alapvető gondolat, hogy a tudat mindig nézőpontot képvisel. A tudatos elme a rendelkezésre álló információk egy részét befogadja és feldolgozza, mint egy jó megfigyelő. Általában egy megfigyelő az univerzum egy adott időbeli és térbeli pontján

helyezkedik el... [azonban] az univerzum eltérő pontjain a dolgok másként látszanak [...] Mi történik akkor, ha a megfigyelőre fókuszálunk és megpróbáljuk a megfigyelő fejében kialakult nézőpontot pontosabban meghatározni? Az alapfeltételezésünk [mely a fentiekben olyan jól működött] kezd széthullani. Ugyanis nincs az agynak egy meghatározott pontja, ahova minden információ befut, és ez a tény néhány korántsem egyértelmű és logikát nélkülöző következménnyel bírhat.” (Dennett 1991: 102) Dennett a dilemmát leginkább abban látta, hogy ha a karteziánus dualizmus nézeteit reménytelenül helytelennek címkézik és „a tobozmirigy, mint központi irányító egység” gondolatát elvetik, a probléma még mindig nem lesz megoldva. Modern kontextusba helyezve a tobozmirigy se nem a lélekkel kapcsolatot tartó „faxgép”, se nem az agy működésének „ovális irodája”. Az agy maga a „főhadiszállás”, vagyis az agyban nincs megfigyelő, aki a tudatos tapasztalást koordinálja. (Dennett 1991)

Az 1990-es évekre a kognitív tudomány képviselői minden kétséget kizáróan felismerték a kapcsolódó tudományágakkal való együttműködésben rejlő lehetőséget, de az elme–agy–test hármass viszonyára és működésére vonatkozó elméleti viták továbbra sem szűntek meg. Így az antropológia szerepe Gardner optimista prognózisa ellenére sem lett egyértelmű, hiszen a kognitív tudomány által kezdeményezett új kutatási irányok és az antropológusok körében megerősödő szándék a Taylor-i alapokhoz való visszatérésre nem az együttműködés felé terelte a két tudományterületet, hanem még az antropológián belül is elválásokhoz vezetett. (Bender – Hutchins – Medin 2010) Az utóbbi években az együttműködés fokozására irányuló szándék látszik erősödni, ami leginkább abban nyilvánul meg, hogy a pszichológusok a kontextusbeli elemek szerepének fontosságát hangsúlyozzák, az antropológusok pedig törekszenek a szituáció és a kontextus, illetve egyéb releváns analitikus elemek összekapcsolására. (Hutchins 1995) Az újabb együttműködések eredménye a „disztributív kogníció” elmélet (Norman 1993, Saloman 1993, Hutchins 1995), amelynek alapegysége az addigi gyakorlattól eltérően már nem az egyén, hanem a csoport, és amely a kognitív folyamatok és a szociokulturális hatások rendszerszerű vizsgálatának egy sajátos formáját kínálja: a kognitív tudomány, a kognitív antropológia, a pszichológia és a szociálpszichológia ötvözését. Hutchins álláspontja, hogy a terepen, valós viszonyok között végzett vizsgálatok idővel szükségszerűen megváltoztatják a kogníció természetéről alkotott nézeteket. A csoportfeladatok teljesítése alternatíváinak, a mindennapi életben előforduló helyzetek kezelése csoportos módjainak a vizsgálata járulhat hozzá az általános elképzelések pontosításához, hiszen a kognitív tudomány képviselői nem hagyhatják figyelmen kívül, hogy az emberi gondolkodás egy része soha nem lesz modellezhető, bár a nem modellálható folyamatok valószínűs, jól megfigyelhető viselkedést generálnak. (Hutchins 1995) A mindennapok gyakorlata és a közösség által konstruált kultúra hozza létre azt a formális keretek között működő rendszert, mely a kognitív folyamatok kontextusa. A disztributív kogníció elmélet három alapvető kérdésre keresi a választ: hogyan történik az elmefolyamatok implementációja a csoportok esetében? miben különböznek a kollektív kognitív folyamatok az egyén elmeműködésétől? milyen hatás éri az egyén elmeműködését csoportos feladatok során? (Hollan 2000: 177)

Az idegtudomány történeti áttekintéséhez szolgál fontos hozzájárulásként Margaret Boden *Mind as Machine: A History of Cognitive Science* című könyve (2006). A neurofiziológia és a mesterséges intelligencia ötvözése nem volt könnyű feladat, emlékszik vissza Boden. A neurofiziológia túl zavaros volt a tiszta matematikára támaszkodó mesterséges intelligencia kutatóknak, mert nem lehetett minden jelenséget a matematika nyelvén leírni. A neuront nem lehet egyetlen logikai elemként értelmezni, mert számtalan „outputtal” rendelkezik, vagyis a modellezést mindig a tudás változására, bővülésére tekintettel kell végezni. Az 1980-as évek második felére az idegkutatók jelentős része kötelezte el magát a hipotézis mellett, mely szerint a neuron kapacitása jelentős részét az információ-továbbítás és -kezelés köti le. Forradalmi útjára indult a funkcionális mágneses rezonancia vizsgálat (fMRI), amely az 1990-es években élte aranykorát. A funkcionális agyi képalkotás lehetővé tette a korrelációs kapcsot-

latok felismerését, az idegrendszeri aktivitás alakulásának nyomon követését, azonban a kauzális viszonyok alakulása és a korrelációs módszerek alkalmazási lehetőségei tekintetében az eltérő álláspontok erősen megosztották a tudományos közösséget. A lokalizáció híveit a „naiv lokalizáció”, a redukcionista nézetek képviselőit a felületesség csapdája fenyegette. (Shimamura 2010)

A kognitív tudomány és a mesterséges intelligencia kutatások fókuszában manapság már nem a programozás nyelve vagy a problémamegoldás folyamata, hanem inkább az emberi intelligencia problémaköre áll. A legnagyobb kihívás azt megfejteni, hogy a viszonylag egyszerű atomok és molekulák kombinációja hogyan eredményez intelligens viselkedést, az információ minősítése, a relevancia és az integráció hogyan módosul. (Cassimatis 2012) A normatív sztenderdeken alapuló algoritmusok vagy a szabályszerűség még korántsem jelent intelligens viselkedést. Az emberi intelligencia egyebek között a percepció, az értelmezés, a következtetések és az idő perspektívák mindennapi sikeres alkalmazásában nyilvánul meg. Ezek azok a területek, ahol a gépek még mindig lemaradnak az emberi intelligencia mögött az immár 60 éve folyó kemény munka ellenére. (McClelland 2010)

A kutatások egy másik iránya, a döntéshozatal racionalitását vizsgáló kutatások is új lendületet kaptak az idegtudomány és a mesterséges intelligencia eredményei és vitája által stimulálva. Kahneman, ötvözve Gardner, Cassimatis és McClelland kritikai észrevételeit, az emberi elmét egy kivételesen jól működő komputerhez hasonlítja, amely „ugyan nem oly gyors, mint az a legjobb hardverek által biztosított gépek esetén megszokott, viszont képes a világról olyan strukturált reprezentációt alkotni, amely bármikor és bárhol előhívható, és teszi mindezt a rendelkezésre álló asszociatív kapcsolódódási pontok segítségével, melyek a gondolatok, ötletek terjedelmes rendszerében helyezkednek el. Az így alkotott, sajátos elemeket tartalmazó egyéni világ, amelyben lenyomatot képez az ellentétpárok mintázata, keretet ad az ember egyedi 'normális' kategóriáinak megalkotásához.” (Kahneman 2011: 71) A döntés racionalitását cáfoló nézetek képviselői változatlanul megújuló lelkesedéssel és tudományos alaposággal vizsgálják az affektív hatások, a valószínűség és a kulturális elemek kognícióban betöltött szerepét, a hitek és vágyak rendszerét, a situációs hatásokat, a kontextust és a dinamikát, illetve a szándékot.

Az 1960-70-es évek klasszikus kognitív tudományát és a mai kognitív tudományt összehasonlítva egy kritikus elem szerepe és jelentősége szembevető változáson ment át: a reprezentáció értelmezése. (Pléh – Gurova 2013) A klasszikus komputáció-fókuszú mesterséges intelligencia kutatás szerint a kognitív folyamat algoritmikus információ-feldolgozás vagyis komputáción alapuló szimbolikus reprezentáció. (Kästner – Walter 2013) A konnekcionista szemlélet ugyanezt a folyamatot sűrű, szoros kötésű rendszerben képzelel el, ahol az információ neurális hálózatokban és között terjed, a tanulás folyamata pedig nem más, mint a neurális hálózatok elégséges facilitációja, a hálózat kialakított útjainak megfelelő szintű stimulálása. (Boden 2006, Kästner – Walter 2013) A konnekcionista és a klasszikus elmélet közötti különbség kizárólag a belső reprezentáció természetére vonatkozik, nem annak létezését vonja kétségbe, hangsúlyozta Andy Clark. „A klasszikusok abban hisznek, hogy létezik egy vaskosabb szimbolikus elemekből álló 'belső gazdaság', egy mentális tartalom, mely olvasható, másolható, mozgatható jelcsoportok összességének tekinthető. A konnekcionisták pedig sokkal inkább implicit formában képzelel el a reprezentációt, egy olyan rendszerként, mely felváltja ezeket a jól kezelhető, vaskos szimbolikus elemeket és helyettesíti őket numerikus vektorokkal és a mintázatok felismerését és transzformálását szolgáló műveletekkel.” (Clark 1997: 128)

A hálózatok tudománya (*network science*) jóvoltából a szociokulturális környezet és az „élő” hálózatok iránti érdeklődés tovább erősödik. A hálózatvizsgálatok a komputer–elme metafora helyett az internet–elme metafora alkalmazását javasolják és a redukcionista nézettel

végleg szakítva, a hálózat információ-feldolgozó tulajdonságainak elemzésére, az emberi megismerés folyamatával való megegyezések keresésére és a problémamegoldás eseteinek hálózat-szemléletű modellezésére koncentrálnak.

A kognitív tudomány nagy előre lépése, hogy a szituációs hatás és a beágyazottság kiemelt szerepet kapott; az elmében lezajló folyamatok elszigetelt kezelése már a múlté. A kultúraelemek a motiváció, az elkötelezettség alapjai, melyeknek az interperszonális kapcsolatok sokasága és a társadalmi intézményrendszer ad keretet. A folyamatban a negatív visszacsatolás kritikus elem lehet, a kontroll biztos forrása, vallják a hálózatelmélet képviselői. Az egyén nem csak a másik attitűdjét veszi át, de saját attitűdje is változtat másokat, a csoport attitűdjét. Egyszerre alakul, bővül és változik a csoport tagjainak egyéni és a csoportnak a kollektív tudása. A stabilitásra törekvő, önrendező dinamikus rendszerek ezt a természetes önszabályzó képességet kihasználva válhatnak képessé a legmagasabb szintű kognitív folyamatokra. A dinamikus rendszer hipotézis (fejlődés önrendező, alapszabályokat követő folyamatok által) a szituációs és környezeti hatások rendszerében vizsgálja az elme, az agy és a viselkedés kapcsolatát, perifériára szorítva a reprezentáció és a komputáció kérdéseit. Azonban – mint Jose Bermúdez (2010) rámutat – a kognitivisták nehezen fogadják fel ezt a „kogníció reprezentáció és komputáció nélkül” gondolatot.

Mitchel Resnick (1994) arra hívja fel a figyelmet, hogy a mesterséges intelligencia kutatások egyik legnagyobb hibaforrása a központosított gondolkodás. A természetben előforduló, különösebb technológiai felkészültséget nem igénylő mintázatok és struktúrák megfigyelése általában arra a hamis következtetésre ösztönöz, hogy mindig valamilyen központi erő diktál, pedig az esetek többségében nem így van. Resnick szerint a komplex rendszerek hatékony önrendezésre képesek, a rendszer elemeinek viselkedését néhány alapszabály és a közvetlen elemekkel fennálló kapcsolatuk határozza meg. A kontroll szükségességét feltételező tévhitből fakadó probléma, hogy az ember még a kreatív és innovatív alkotás során is központi irányítást akar kialakítani ott is, ahol erre nincs szükség.

A mesterséges intelligencia kutatások irányváltása, a nyelv és a reprezentáció konnexionista szemléletének terjedése, a disztributív kogníció elméletének megjelenése és más változások a kognitív tudomány olyan új fejleményei, amelyeket Gardner harminc évvel ezelőtt nem láthatott előre. Mindezzel együtt a fentiekben áttekintett könyve továbbra is a kognitív tudomány első három évtizedét összefoglaló tudományos iránytűnek tekinthető, amit jól mutat, hogy a kognitív tudomány területén az elmúlt évtizedben megjelent publikációk jelentős része (Shimamura 2010, Bender 2010, Thagard 2010 és mások) elmaradhatatlanul idézi Gardner gondolatait.

Irodalom

- Barabási, Albert-László – Abert, Réka (1999) Emergence of Scaling in Random Networks. *Science* 286–509. <http://arxiv.org/pdf/cond-mat/9910332.pdf> Letöltés ideje: 2016 június 1. <http://dx.doi.org/10.1126/science.286.5439.509>
- Bateson, Gregory (1987) *Steps to An Ecology of Mind*. Jason Aronson, London. <http://www.edtechpost.ca/readings/Gregory%20Bateson%20%20Ecology%20of%20Mind.pdf> Letöltés ideje: 2015 február 6.
- Bender, Andrea – Hutchins, Edwin – Medin, Douglas (2010) Anthropology in Cognitive Science. *Topics in Cognitive Science* 2. 374–385. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1756-8765.2010.01082.x/pdf> Letöltés ideje: 2015. November 22.
- Bermúdez, Jose Luis (2010) *Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind*. Cambridge University Press. Cambridge. <http://bookzz.org/s/?q=berm%C3%BAdas+cognitive+science%3A+an+introduction++&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 június 23. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511781322>
- Boden, Margaret (2006) *Mind as Machine: A History of Cognitive Science*. Vols. I and II. Oxford University Press, Oxford. <http://bookzz.org/s/?q=boden+mind+as+machine+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 július 4.
- Brook, A. (ed.) (2007) *The Prehistory of Cognitive Science*. Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.
- Broadbent, Donald Eric (1958) *Perception and Communication*. Pergamon, Oxford. <http://bookzz.org/s/?q=broadbent+preception+and+communication&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2015 december 10. <http://dx.doi.org/10.1037/10037-000>
- Brook, Andrew (2007) *The Prehistory of Cognitive Science*. Palgrave Macmillan, London.
- Brook, Andrew – Stainton, Robert J. (2001) *Knowledge and Mind*. MIT Press, Cambridge, Mass. <http://bookzz.org/s/?q=brook+knowledge+and+mind+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 június 8.
- Bruner, Jerome Seymour (1956) *A Study of Thinking*. Transaction, London.
- Cassimatis, Nicholas L. (2012) *Artificial Intelligence and Cognitive Modelling Have the Same Problem. Theoretical Foundation of Artificial General Intelligence*. Springer. http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9789491216619-c2.pdf?SGWID=0-0-45-1344857-p174313481 Letöltés ideje: 2016 május 10.
- Chomsky, Noam (1957) *Syntactic Structures*. Mouton, The Hague. <http://bookzz.org/s/?q=chomsky+syntactic+structures+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 22.
- Clark, Andy (1997) *Being There: Putting Brain, Body and World Together Again*. MIT Press. Cambridge, Mass. <http://bookzz.org/s/?q=clark+being+there+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 10.
- Clark, Andy (2001) *Mindware: An Introduction to The Philosophy of Cognitive Science*. Oxford University Press. Oxford. <http://bookzz.org/s/?q=clark+mindware+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 június 15.
- Descartes, René (1642) *Elmélkedések az első filozófiáról*. Atlantisz, Budapest.

- Dennett, Daniel Clement (1991) *Consciousness Explained*. Back Bay Books, New York. <http://bookzz.org/s/?q=dennett+consciousness+explained+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 10.
- Dreyfus, Hubert L. (1972) *What Computers Can't Do*. Harper and Row, New York. <http://bookzz.org/s/?q=dreyfus+what+computers+cant+do+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 10.
- Dupuy, Jean-Pierre (2009) *The Mechanization of The Mind: on The Origins of Cognitive Science*. MIT Press, Cambridge, Mass. <http://bookzz.org/s/?q=Dupuy+On+the+Origins+of+Cognitive+Science%3A+The+Mechanization+of+the+Mind&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 20.
- Gentner, Dedre (2010) Psychology in Cognitive Science: 1978–2038. *Topics in Cognitive Science*. Vol. 2. 328–344. http://groups.psych.northwestern.edu/gentner/papers/gentner_2010-topiCS.pdf Letöltés ideje: 2015 november 20.
- Gardner, Howard (1985) *The Mind's New Science, a History of The Cognitive Revolution*. Basic Books, New York.
- Hebb, Donald Olding (1949) *The Organization of Behavior. A Neuropsychological Theory*. Wiley, New York. <http://bookzz.org/s/?q=hebb+the+organization+of+behavior+&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 április 6.
- Heylighen, Francis (2015) *Cognitive Systems: A Cybernetic Perspective on The New Science of the Mind. Lecture Notes*. Vrije University. Brussels. <http://pespmc1.vub.ac.be/papers/cognitivesystems.pdf> Letöltés ideje: 2016 július 10.
- Hollan, James – Hutchins, Edwin – Kirsch, David (2000) Distributed Cognition: Toward a New Foundation for Human-Computer Interaction Research. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. Vol. 7. 174–196. <http://interactivity.ucsd.edu/articles/dcog.pdf> Letöltés ideje: 2016 március 13. <http://dx.doi.org/10.1145/353485.353487>
- Houdé, Olivier (2004 ed.) *Dictionary of Cognitive Science: Neuroscience, Psychology, Artificial Intelligence, Linguistics, and Philosophy*. Psychology Press, New York. <http://bookzz.org/s/?q=dictionary+of+cognitive+science+Houd%C3%A9&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 július 1.
- Hutchins, Edwin (1995) *Cognition in the Wild*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Jackendoff, Ray (2007) Linguistics in Cognitive Science: The State of The Art. *The Linguistic Review*. Vol. 24. 347–401. <https://ase.tufts.edu/cogstud/jackendoff/papers/LinguisticsinCognitive.pdf> Letöltés ideje: 2015 október 14. <http://dx.doi.org/10.1515/tlr.2007.014>
- Kahneman, Daniel (2011) *Thinking, Fast And Slow*. Penguin Books, London.
- Kästner, Lena – Walter, Sven (2013) Historical Perspectives on The What and Where in Cognition. In: Pléh, Csaba (2013ed.) *New Perspectives on The History of Cognitive Science*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lashley, Karl Spencer (1930) Basic Neural Mechanisms in Behavior. *Psychological Review*. Vol. 37. 1–24. <http://annalsofneurosciences.org/journal/index.php/annal/article/viewArticle/73/935> Letöltés ideje: 2015 november 20.
- Levi-Strauss, Claude (1962) *The Savage Mind. Chapter One. The Science of The Concrete*. University of Chicago Press, Chicago. <http://web.mit.edu/allanmc/www/levistrauss.pdf> Letöltés ideje: 2016 február 10.

- Marr, David (1982) *Vision: a Computational Investigation into The Human Representation and Processing of Visual Information*. MIT Press, Cambridge, Mass. <http://bookzz.org/s/?q=marr+Vision%3A+a+computational+investigation+into+the+human+representation+and+processing+of+visual+information&yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2016 május 2.
- McClelland, James L. (2010) Emergence in Cognitive Science. *Topics in Cognitive Science*. Vol. 2. 751–770. <http://psych.stanford.edu/~jlm/papers/McClelland10TOPiCSEmergence.pdf> Letöltés ideje: 2016 február 11. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-8765.2010.01116.x>
- Miller, George A. (1956) The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*. Vol. 101. 343–352. <http://www.psych.utoronto.ca/users/peterson/psy430s2001/Miller%20GA%20Magical%20Seven%20Psych%20Review%201955.pdf> Letöltés ideje: 2015 október 4. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295x.101.2.343>
- Miller, George A. (2003) The Cognitive Revolution: a Historical Perspective. *Trends in Cognitive Science*. Vol. 3. <http://www.cs.princeton.edu/~rit/geo/Miller.pdf> Letöltés ideje: 2015 november 14. [http://dx.doi.org/10.1016/s1364-6613\(03\)00029-9](http://dx.doi.org/10.1016/s1364-6613(03)00029-9)
- Norman, Donald A. (1993) *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in The Age of the Machine*. Addison-Wesley Longman, New York. <http://bookzz.org/s/?q=Norman%2C+D.+A.+%281993%29+Things+that+make+Us+smart%3A+%26yearFrom=&yearTo=&language=&extension=&t=0> Letöltés ideje: 2015 október 14.
- Pekár, Károly (1902) *A filozófia története*. Athenaeum, Budapest. http://mtdaportal.extra.hu/books/pekar_karoly_a_filozofia_tortenete.pdf Letöltés ideje: 2016 május 20.
- Pléh, Csaba – Gurova, Lilia – Ropolyi, László (2013 eds.). *New Perspectives on the History of Cognitive Science*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pléh, Csaba – Gurova, Lilia (2013) Existing and Would-be Accounts of The History of Cognitive Science: An Introduction. In: Pléh Csaba – Gurova, Lilia – Ropolyi, László (2013 ed.) *New Perspectives on the History of Cognitive Science*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Polanyi, Michael (1962) *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Routledge and Kegan Paul, London. <http://www.strongwind.com.hk/pdfs/TuiJian/PersonalKnowledge.pdf> Letöltés ideje: 2015 február 10.
- Reid, Thomas (1764) *An Inquiry Into The Human Mind: on The Principles of Common Sense*. London. <https://archive.org/details/inquiryintohuman00reidiala> Letöltés ideje: 2015 november 20. <http://dx.doi.org/10.1093/oseo/instance.00106376>, <http://dx.doi.org/10.1037/11974-000>
- Resnick, Mitchel (1994) Changing the Centralized Mind. *Technology Review*. 32–40. <https://llk.media.mit.edu/papers/archive/CentralizedMind.html> Letöltés ideje: 2016 július 10.
- Saloman, Gavriel (1993) *Distributed Cognition: Psychological And Educational Considerations*. Cambridge University Press, Cambridge, Mass. https://web.stanford.edu/~roypea/RoyPDF%20folder/A67_Pea_93_DI_CUP.pdf Letöltés ideje: 2016 február 14.
- Searle, John R. (1980) Minds, Brains And Programs. *Behavioural And Brain Sciences*. Vol. 3. 417–457. <http://cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf> Letöltés ideje: 2015 november 14. <http://dx.doi.org/10.1017/s0140525x00005756>

- Shanon, Claude Elwood (1948) A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*. Vol. 27. 379–423. 623–656. <http://worrydream.com/refs/Shannon%20%20A%20Mathematical%20Theory%20of%20Communication.pdf> Letöltés ideje: 2015 november 14. <http://dx.doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb00917.x>
- Shimamura, Arthur P. (2010) Bridging Psychological And Biological Science: The Good, Bad, and Ugly. *Perspectives on Psychological Science*, 772–775. Sage. <http://dx.doi.org/10.1177/1745691610388781>
- Simon, Herbert A. – Newell, Allen (1972) Human Problem Solving: The State of The Theory in 1970. *American Psychologist*, Vol 26. 145–159. [http://www.cog.brown.edu/courses/cg195/pdf_files/fall07/Simon%20and%20Newell%20\(1971\).pdf](http://www.cog.brown.edu/courses/cg195/pdf_files/fall07/Simon%20and%20Newell%20(1971).pdf) Letöltés ideje: 2016 április 6. <http://dx.doi.org/10.1037/h0030806>
- Skinner, Burrhus Frederic (1957) *Verbal behaviour*. Appleton–Century–Crofts., New York. <http://dx.doi.org/10.1037/11256-000>
- Stilling, Neil (1995) *Cognitive Science: an Introduction*. The MIT Press, Cambridge, Mass.
- Thagard, Paul (2009) Why Cognitive Science Needs Philosophy and Visa Versa. *Topics in Cognitive Science*. 237–254. <http://cogsci.uwaterloo.ca/Articles/whycogsci.2009.pdf> Letöltés ideje: 2015 november 20. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01016.x>
- Thagard, Paul (2012) *The Cognitive Science of Science: Explanation, Discovery and Conceptual Change*. MIT Press, Cambridge, Mass.