

Az elme mint neurális szoftver? A funkcionalizmus, a komputacionalizmus és a komputációs funkcionalizmus megértése¹

Gualtiero Piccinini

Missouri Egyetem - St. Louis

Ez egy olyan cikk előnyomtatása, amelynek végleges és végleges formája a *Philosophy and Phenomenological Research* című folyóiratban jelenik meg; a *Philosophy and Phenomenological Research* online elérhető a következő címen: <http://www.blackwellpublishing.com/>.

Összefoglalva. A funkcionalizmus vagy a komputacionalizmus védelméhez vagy támadásához tisztázni kell, hogy mit jelentenek, és milyen bizonyítékok szólnak mellettük vagy ellenük. Az én célom itt nem az, hogy értékeljem a plauzibilitásukat. Célom az, hogy elég világosan megfogalmazzam őket és kapcsolatukat ahhoz, hogy meg tudjuk határozni, hogy melyik típusú evidenciák milyen típusúak. Célom, hogy eloszlassam a funkcionalizmust és a komputacionalizmust övező zűrzavar néhány forrását, felvesszük a mechanizmusokkal és a számítással kapcsolatos legújabb filozófiai munkákat, hogy megvilágítsuk őket, és tisztázzuk, hogy a funkcionalizmus és a komputacionalizmus hogyan találkozhat vagy nem találkozhat legitim módon.

¹ Köszönet azoknak, akik a különböző és több szakaszban hozzászóltak ehhez a tanulmányhoz, különösen Ken Aizawa, David Chalmers, Robert Cummins, Carl Craver, Chris Eliasmith, John Heil, Bill Lycan, Peter Machamer, Diego Marconi, Tom Polger, Oron Shagrir és Larry Shapiro. Ennek az előadásnak az elődjei a 2004-es Pacific APA és a 2007-es SSPP konferencián kerültek bemutatásra. Köszönöm a hallgatóságnak és a hozzászólóknak - Matthias Scheutznak és Charles Wallisnak az APA-n, Whit Schonbein-nek az SSPP-n -

a visszajelzéseket. Ezt a munkát részben a St. Louis-i Washington Egyetemen tartott 2006-os NEH nyári szeminárium és a Missouri Egyetem kutatási ösztöndíja támogatta. Az itt kifejtett nézetek nem feltétlenül tükrözik ezen intézmények nézeteit.

1 Bevezetés

A funkcionalizmus negyven éves, a komputeralizmus több mint hatvan, és a filozófusok gyakran összekapcsolják őket. Kapcsolatuk mégis homályban marad. Jerry Fodorral együtt megdöbbenőnek találom, hogy -a pszichológia komputációs programjának a metafizika funkcionalista programjától való megkülönböztetésének széleskörű elmulasztásával (Fodor 2000, 104). Paul Churchland (2005) nemrégiben megjelent tanulmánya jól példázza ezt a kudarcot. Churchland amellett érvel, hogy a funkcionalizmus hamis, mert az agy nem klasszikus (azaz többé-kevésbé Turing-gépszerű) számítástechnikai rendszer, hanem konnekcionista. Érvelése azt feltételezi, hogy a funkcionalizmus magában foglalja a klasszikus komputeralizmust. A funkcionalizmus azonban - helyesen értelmezve - *nem* vonja maga után a komputacionalizmust, legyen az klasszikus vagy nem klasszikus.

A funkcionalizmus és a komputacionalizmus értékeléséhez tisztázni kell, hogy mit jelentenek, és milyen bizonyítékok szólnak mellettük vagy ellenük. Az én célom itt nem az, hogy értékeljem a plauzibilitásukat. A célom az, hogy elég világosan megfogalmazzam őket és kapcsolatukat ahhoz, hogy meg tudjuk határozni, hogy melyik típusú evidencia releváns számukra. Célom, hogy eloszlassam a funkcionalizmust és a komputacionalizmust övező zűrzavar néhány forrását, felvesszük a mechanizmusokkal és a számítással kapcsolatos legújabb filozófiai munkákat, hogy megvilágítsuk őket, és tisztázzuk, hogy a funkcionalizmus és a komputacionalizmus hogyan találkozhat vagy nem találkozhat legitim módon.

A vitát a funkcionalizmus szempontjából fogom megfogalmazni, mivel a funkcionalizmus az a metafizikai doktrína, amely a legszorosabban kapcsolódik (és összefolyik) a komputacionalizmussal.

A tanulmány egyik tanulsága azonban az, hogy a funkcionalizmusnak és a komputacionalizmusnak nem kell együtt járnia. A funkcionalizmus kombinálható egy nem komputalista elmélettel, és a komputacionalizmus kombinálható egy nem funkcionalista metafizikával. Ha megértettük, hogy a funkcionalizmus és a komputacionalizmus hogyan fonódik össze, általánosíthatjuk a képünket.

és megnézzük, hogy a funkcionalizmustól eltérő metafizikai tanok hogyan kombinálhatók a komputacionalizmussal, valamint hogy a komputacionalizmustól eltérő elméletek hogyan kombinálhatók a funkcionalizmussal.

Első közelítésben a funkcionalizmus az a nézet, amely szerint az elme az agy vagy bármely más, az aggyal funkcionálisan egyenértékű rendszer "funkcionális szerveződése" (vö. Putnam 1960, 149; 1967a, 200; 1967b, 32). A funkcionalizmus egy másik megfogalmazása szerint a mentális állapotok "funkcionális állapotok" (Putnam 1967b, 30).² Putnam fő példája a funkcionális szerveződés leírására a Turing-gép gépi táblázata. Számára a funkcionális szervezet funkcionális állapotok halmaza funkcionális kapcsolataikkal, ahol egy funkcionális állapotot a bemenetekhez, kimenetekhez és más funkcionális állapotokhoz (normál körülmények között) fűződő oksági kapcsolatai határozzák meg. Így Putnam funkcionális szervezet fogalma alapján a funkcionalizmus két megfogalmazása egyenértékű.

A funkcionális szerveződés tágabb fogalma szerint, amelyet meg fogok védeni, a funkcionális szerveződés többről szól, mint az egyes funkcionális állapotok és azok kapcsolatai.

Vannak továbbá állapotok aggregátumai, az állapotokat hordozó komponensek, a komponensek funkcionális tulajdonságai, valamint a komponensek és tulajdonságaik közötti kapcsolatok. Mivel a funkcionalizmus első megfogalmazása általánosabb, mint a második, én az elsőt részesítem előnyben, de a következőkben semmi sem függ a kettő közötti különbségtől.

A funkcionalizmus erősebb vagy gyengébb változatait lehet megfogalmazni attól függően, hogy az elme mekkora részét tekintjük funkcionálisnak - hány mentális állapotot, vagy mely mentális állapotokat tekintjük funkcionálisnak.

² Az idézett hivatkozásokban Putnam azt írja, hogy -a szervezetek funkcionális szerveződésel vagy -az ember funkcionális szerveződésel, nem pedig -az agy funkcionális szerveződésel, ahogy én írtam. Mivel az emberi lények - vagy egyébként az organizmusok - funkcionális szerveződésének nagy része irreleváns az elme szempontjából, én

a "szervezet" és az "emberi lény" helyébe az "agy" lépett. Még így is kétlem, hogy az agy rögzíti az elme megvalósulásának pontos határait. A jelen célokra kényelmes lesz, ha az agyl alatt, amikor csak helyénvaló, az organizmusok funkcionális szervezetének minden olyan aspektusát értjük, amely a funkcionalizmus szerint megvalósítja az elmét.

szempontjai, funkcionálisak. Minden mentális állapot funkcionális, vagy csak néhány? A mentális állapotok minden aspektusa funkcionális, vagy csak, mondjuk, a nem-fenomenális aspektusai? Az, hogy ezekre a kérdésekre milyen választ adunk, itt nem számít, mert engem nem a funkcionalizmus plauzibilitása és alkalmazási köre érdekel. Engem az érdekel, hogy miben áll a funkcionalizmus. Az egyik kérdés, amellyel foglalkozni fogok, az, hogy mi a funkcionális szerveződés? A megfelelő időben megvizsgálom a funkcionális szervezet különböző fogalmait, és megkeresem a megfelelőt.

A komputacionalizmus jelen esetben azt a nézetet jelenti, hogy az agy (vagy bármely más, funkcionálisan egyenértékű rendszer) funkcionális szerveződése komputációs, vagy hogy az idegi állapotok komputációs állapotok. Ismét megfogalmazhatók a komputacionalizmus erősebb vagy gyengébb változatai, attól függően, hogy az agy funkcionális szerveződésének mekkora részét tekintjük számításnak. De ismétlem, itt nem fogom értékelni a komputacionalizmus plauzibilitását és hatókörét.

Funkcionalizmus plusz komputacionalizmus egyenlő *komputacionalista funkcionalizmus*. Egy jól ismert szlogen szerint a komputációs funkcionalizmus azt mondja, hogy az elme az agy (vagy bármely funkcionálisan egyenértékű rendszer; ezt a minősítést mostantól elhagyom) szoftvere. Ez a szlogen, ha névértéken vesszük, analógiát von az elme és a közönséges, programvezérelt számítógépek szoftvere között. De ugyanezt a szlogent gyakran úgy értelmezik, hogy szerényebben azt sugallja, hogy az elme az agy számítási szervezete - vagy hogy a mentális állapotok számítási állapotok -, anélkül, hogy ez azt jelentené, hogy ez a számítási szervezet egy programvezérelt számítógépé lenne. Mint látni fogjuk, az erős és a gyenge olvasat közötti kétértelműség a

zűrzavar egyik forrása ezen a területen.

A komputációs funkcionalizmus népszerű volt a funkcionalisták körében, akik szimpatizálnak a mesterséges intelligencia, a pszichológia és az idegtudomány komputationalista kutatási programjaival. Ugyanakkor heves ellenállásba is ütközött.³ Jelenlegi célunk azonban nem az, hogy megállapítsuk, vajon az elme az agy szoftvere. Hanem az, hogy megértsük, mit jelent ez, és mi számít bizonyítéknak mellette vagy ellene.

Egy fontos figyelmeztetés. Az általam tárgyalt funkcionalizmus Hilary Putnam és Jerry Fodor néhány korai írásából származik (Putnam 1960, 1964, 1967a, 1967b; Fodor 1965, 1968a, 1968b). Ez az elme metafizikája - a fő alternatívák a dualizmus, a behaviorizmus és a típus-azonosság elmélet. Az elmével úgy számol el, ahogyan azt a tudományos elméletek és magyarázatok leírják. Pszichofunkcionalizmus néven is ismert (Block 1980).⁴

³ A kritikai irodalom hatalmas. Reprezentatív példák: Block 1978, Putnam 1988, Searle 1992 és Lucas 1996.

⁴ Így közvetlenül nem foglalkozom a funkcionalizmussal a népi pszichológiai elméletek (Lewis 1966, 1972, 1980; Armstrong 1970), a mentálisról szóló analitikus vagy fogalmi igazságok (Shoemaker 2003b) vagy a mentális állapotok *tartalma* (pl. Sellars 1954; Harman 1973, 1999; Block 1986) kapcsán.

Kerülöm a funkcionalizmus Ramsey-mondatokban való megfogalmazását (Lewis 1972, Block 2007), mert az ilyen megfogalmazások elhomályosítják az itt tárgyalt kérdéseket (vö. Gillett 2007). Nem foglalkozom több más, a funkcionalizmussal kapcsolatos témával sem: mennyiben áll összhangban a funkcionalizmus a redukcionizmussal és az identitáselmélettel (pl. Lewis 1969, Fodor 1975, 1997, Boyd 1980, Churchland és Churchland 1982, Lycan 1982, Enç 1983, Wilson 1984, 1993, Kim 1989, 1992, Pereboom és Kornblith 1991, Bickle 1998, Shagrir 1998, Sober 1999, Bechtel és Mundale 1999, Keeley 2000, Bechtel 2001, Prinz 2001, Pereboom 2002), hogy a funkcionalizmus összhangban van-e a mentális oksággal (Block 2003, Kim 2003, Rupert 2006), hogy a funkcionalizmust szerepek vagy megvalósítók szempontjából kell-e megfogalmazni, hogy a funkcionalizmust magasabb szintű tulajdonságok szempontjából kell-e megfogalmazni, magasabb rendű tulajdonságok, vagy az alapvető tulajdonságok közötti hasonlóságok (Heil 2003, 2004), hogy az elme

kiterjed-e a környezetre (Harman 1999, Shapiro 1994, Adams és Aizawa 2001, Wilson 2004, Rupert 2004), és a realizáció helyes metafizikája (Kim 1998, Shapiro 2000, Shoemaker 2001, 2003a, Gillett 2002, 2003, Polger 2004, 2007, Wilson 2004).

2 Az elme és a számítógépek közötti analógia

A komputációs funkcionalizmus eredete az elme és a számítógépek egyes jellemzői közötti analógiákból ered. A különböző analógiák a nézet különböző változatai felé húznak.

Putnam, a számítógépes funkcionalizmus fő megalapítója analógiát vont a mentális állapotok és a Turing-gépek állapotainak individuációs feltételei között (Putnam 1960, 1967a, 1967b).⁵ Putnam észrevette, hogy a Turing-gépek állapotai aszerint individuálódnak, ahogyan más Turing-gépek állapotaira, bemeneteire és kimeneteire hatnak, illetve ahogyan azok hatással vannak rájuk. Ugyanígy, gondolta, a mentális állapotok is individuálódnak aszerint, ahogyan más mentális állapotokra, ingerekre és viselkedésre hatnak, illetve ahogyan más mentális állapotok, ingerek és viselkedés hatnak rájuk. Putnam eleinte nem vonta le azt a következtetést, hogy a mentális állapotok Turing-gép állapotok, mert - mondta - az elme nem biztos, hogy kauzálisan zárt rendszer (Putnam 1960). Kicsit később azonban Putnam úgy vélte, hogy a mentális állapotok funkcionálisan jellemezhetők, akárcsak a Turing-gépeké, bár hozzátette, hogy az elme lehet valami "egészen más és bonyolultabb", mint egy Turing-gép (Putnam 1967a). Végül Putnam egészen a számítógépes funkcionalizmusig ment el: a mentális állapotok (valószínűségi) Turing-gépek állapotai (Putnam 1967b).

Ahogy Putnam pályája is mutatja, a mentális állapotok és a Turing-gépek állapotainak individuációja közötti analógia nem vonja maga után a komputációs funkcionalizmust. Ez utóbbi következtetésre Putnam valamivel az analógia megrajzolása után jutott, független okokból. Milyen indokok alapján?

⁵ A putnami funkcionalizmus és a számítógépes funkcionalizmus részletesebb rekonstrukcióját és

megvitatását lásd Piccinini 2004b és Shagrir 2005.

Nehéz biztosan tudni. Putnam vonatkozó cikkei utalásokat tartalmaznak a mentális jelenségek számítási modelljeinek plauzibilitására és sikerére, beleértve Warren McCulloch és Walter Pitts agyelméletét. McCulloch és Pitts 1943-ban a neuronok és jelzéseik matematikai elméletét javasolta, amely elméletet széles körben úgy értelmezték, hogy az agy lényegében egy Turing-gép (szalag nélkül).⁶ Néhány évvel később John von Neumann úgy értelmezte McCulloch és Pitts munkáját, mint annak *bizonyítékát*, hogy minden, ami kimerítően és egyértelműen leírható, minden, ami kimerítően és egyértelműen szavakba foglalható, ipso facto megvalósítható egy megfelelő véges neurális hálózattal a McCulloch- és Pitts-típusú (von Neumann 1951, 23).

Most már világos, hogy von Neumann állítása nem igaz, legalábbis a legtermészetesebb értelmezése szerint. A fortiori, McCulloch és Pitts semmi ilyesmit nem bizonyított. Egyrészt az elméletük által leírt idegrendszer a valóságnak egy leegyszerűsített és idealizált változata. Ennél is fontosabb, hogy von Neumann állítása hallgatólagosan visszaél a Church-Turing tézissel. A Church-Turing-tézis azt mondja, hogy minden, ami informális értelemben kiszámítható, ami a matematikusok számára intuitív módon ismerős, az Turing-gépekkel kiszámítható. Ebből nem következik, hogy bármi, ami kimerítően és egyértelműen leírható, Turing-gépekkel kiszámítható. Nem következik belőle az sem, ahogyan sokan hamarosan arra a következtetésre jutnának, hogy minden szimulálható Turing-gépekkel, vagy hogy minden számítható. Sajnos sem von Neumann, sem korai olvasói nem voltak különösen körültekintőek ezekben a kérdésekben. Von Neumann után a Church-Turing tézis téves érvei - néha McCulloch-csal együtt - a Church-Turing téziséből kiinduló téves érveket váltották ki.

⁶ Ahogy McCulloch fogalmazott: "Azt hittük, hogy azt csináljuk (és azt hiszem, elég jól sikerült), hogy az agyat Turing-gépként kezeljük" (idézi von Neumann 1951, 33). McCulloch és Pitts elméletének részletes tanulmányát lásd Piccinini 2004a.

és Pitts tényleges vagy állítólagos eredményei - a következtetés, miszerint az elme számítástechnikai, kezdett elterjedni.⁷

Mivel McCulloch és Pitts hálózatai digitális számítógépekkel szimulálhatók, von Neumann (indokolatlan) kijelentése azt vonja maga után, hogy minden, ami kimerítően és egyértelműen leírható, szimulálható digitális számítógéppel. Ha ehhez hozzáadunk egy adag hitet abban, hogy a tudósok képesek a jelenségeket - kimerítően és egyértelműen - leírni, akkor megkapjuk a pánkomputacionalizmust: a leírás megfelelő szintjén minden számítástechnikai. A pancomputationalizmus tehát utat tört magának a szakirodalomban. Ahogy Putnam fogalmazott, -minden egy valószínűségi automata [azaz egyfajta Turing-gép] valamilyen leírás alattl (Putnam 1967b, 31). Putnamnak a mentális állapotok és a Turing-gépek állapotai közötti analógiájával és a komputációs pszichológia állítólagos plauzibilitásával együtt a pánkomputacionalizmus a legvalószínűbb alapja annak, hogy Putnam támogatja a komputációs funkcionalizmust.

A jelen célokból a legfontosabb dolog, amit észre kell vennünk, hogy a számítógépes funkcionalizmus ebből eredő változata meglehetősen gyenge tézis. Ez akkor is igaz marad, ha a komputációs funkcionalizmust leválasztjuk Putnam Turing-gép állapotokra való hivatkozásáról annak a tézisnek a javára, hogy a mentális állapotok általánosabban véve komputációs állapotok (Block és Fodor 1972). Ha a mentális állapotok egyszerűen azért számítástechnikaiak, mert valamilyen szinten minden számítástechnikai, akkor a komputációs funkcionalizmus nem mond semmi konkrétumot az elméről. Ez a komputációs leírások állítólagos általános alkalmazhatóságának triviális következménye a természeti világra. A komputációs funkcionalizmusnak ez a változata nem mondja el, hogyan működik az elme, vagy mi a különleges benne. Egy ilyen

⁷ Ilyen érvekre találhatunk példákat Dennett 1978, Webb 1980, Nelson 1987, Chalmers 1996b, Simon 1996 és Baum 2004 műveiben. Cáfolatukat lásd Copeland 2000 és Piccinini 2007c.

gyenge tézis éles ellentétben áll más tézisekkel, amelyek az elme és a számítógépek jellemzői közötti különböző analógiákból erednek.⁸

Mind az elme, mind a számítógépek számos fajtája bonyolult kombinatorikus struktúrákat manipulál. Az elmék természetes nyelvi mondatokat és más összetett cselekvéssorozatokhoz hoznak létre. A számítástechnikai rendszerek bonyolult számsorokat manipulálnak.⁹ A szóban forgó struktúrák és folyamatok abban az értelemben összetettek, hogy az érdekes esetekben a bemenetek és kimenetek szerkezetét leíró rekurzív szabályok, valamint a bemenetek és kimenetek közötti kapcsolatot leíró rekurzív szabályok léteznek. Továbbá a számítások meghatározására szolgáló bármely (univerzális) formalizmusra (pl. Turing-gépek) és bármely rekurzív függvényre létezik egy program, amely leírja a függvény kiszámításának módját az adott formalizmuson belül. Végül pedig, hogy egy program helyesen számol-e ki egy függvényt (pl. hogy

⁸ David Chalmers rámutatott, hogy a gyenge tézis megerősíthető azzal az érveléssel, hogy míg a számítás elégtelen a legtöbb tulajdonság instanciálásához, a számítás elégséges a mentális tulajdonságok instanciálásához. A legtöbb tulajdonságtól eltérően a mentális tulajdonságok lehetnek olyanok, hogy azok a számítások végrehajtásának köszönhetően (Chalmers, személyes levelezés). Ez jogos észrevétel, de csak annyiban jelent különbséget, amennyiben jó bizonyítékunk van arra, hogy a számítás elegendő a mentációhoz.

Chalmers a következőképpen védi a számítási elégségesség téziséjét. Meghatározza az absztrakt oksági szerveződés fogalmát, amely magában foglalja a rendszer részei közötti kölcsönhatás mintáit, elvonatkoztatva az egyes részek felépítésétől és az oksági kapcsolatok megvalósításának módjától, és mégis magában foglal egy olyan szintet, amely elég finom ahhoz, hogy meghatározza a viselkedés ok-okozati összefüggéseit (Chalmers publikálatlan). Ezután azzal érvel, hogy a legtöbb nem mentális tulajdonságtól eltérően a mentális tulajdonságok csak absztrakt oksági szerveződések, és az absztrakt oksági szerveződések teljes mértékben és magyarázóan megragadhatók számítással. Ha Chalmersnek igaza van, akkor a (megfelelő fajta) számítás elegendő a mentációhoz, míg a legtöbb más tulajdonsághoz elégtelen.

Mivel nincs hely Chalmers érvelésének részletes tárgyalására, hadd tegyem meg a következő rövid megjegyzést. Nem látom, hogy Chalmers érvelése a mentális tulajdonságok számítási elégségességét olyan módon állapítaná meg, hogy az a jelen célok szempontjából jelentőséggel bírna. Chalmers egy dilemmával szembesül. Ha az absztrakt kauzális szerveződés valóban elég finom szemcsés ahhoz, hogy meghatározza egy rendszer viselkedésének okságát, akkor - Chalmers szándékával ellentétben - az absztrakt kauzális szerveződés *bármilyen* tulajdonságot (annak kauzális aspektusait) megragad (beleértve az emésztést, az égést stb.). Ha ehelyett az absztrakt oksági szervezet elegendő információt zár ki egy rendszerről ahhoz, hogy legalább bizonyos tulajdonságokat (mint például az emésztés és az égés) kizárjon, akkor - ismét csak Chalmers szándékával ellentétben - nincs okunk elfogadni, hogy az absztrakt oksági szervezet a mentális tulajdonságok minden aspektusát megragadja. Akárhogy is, a mentáció és a számítás közötti konkrét kapcsolat nem erősödik meg. Így Chalmers érvelése nem befolyásolja fő vitánkat.

⁹ A „digitl” kifejezést a számítógépek által manipulált fizikai entitásokra vagy állapotokra használom, függetlenül attól, hogy azok számokat képviselnek-e.

helyesen számítja ki a négyzetgyököket) nyitott kérdés - úgymond "racionális kritika tárgya" (Putnam 1960, 149).

Részben a számjegyek összetett szerkezetének és a számítástechnikai rendszerek ilyen szerkezetre való érzékenységének köszönhetően a számsorok szisztematikusan értelmezhetők. A számítógépek tevékenységét tehát általában szemantikai leírásokkal jellemzik. Például azt mondjuk, hogy a számítógépek aritmetikai számításokat végeznek, ami a számjegyek lehetséges referensei, a számokkal végzett műveletek szempontjából individuált tevékenység.

A számítógépek által manipulált számjegyek értelmezhetőségét gyakran a mentális állapotok és a számítógépes állapotok közötti analógia részének tekintik, mivel a mentális állapotokat is jellemzően szemantikai tartalommal felruházottnak tekintik. Ez viszont hozzájárult a számítógépes elméelméletek vonzerejéhez.¹⁰ A mentális tartalom kérdései azonban ellentmondásosak, és a mentális tartalomról való megállapodás nélkül a mentális állapotok és a számítási állapotok közötti feltételezett szemantikai analógia nem ad szilárd alapot a számítási funkcionalizmus magyarázatához. A következő szakaszban amellet érvelek, hogy a számítási mechanizmusok szemantikai tulajdonságai nem jelentenek különbséget a mi céljaink szempontjából. A szemantikai tulajdonságokat félretéve térjünk vissza a manipulált struktúrák komplexitására.

Az elme és a számítástechnikai mechanizmusok által manipulált struktúrák közötti analógia erősebb, mint az előző: első látásra a legtöbb dolog nem képes tetszőleges rekurzív bonyolultságú kombinatorikus struktúrákat tetszőleges rekurzív szabályok szerint manipulálni. Ez az erősebb analógia a valószínű forrása a

¹⁰ Smith szerint: "Az *egyetlen* nyomós ok arra, hogy feltételezzük, hogy mi (vagy az elme vagy az intelligencia) számítógépek lehetünk, abból a tényből fakad, hogy mi is reprezentációkkal, szimbólumokkal, jelentésekkel és hasonlókval foglalkozunk" (1996, 11). Smith túloz, amikor ezt nevezi az *egyetlen* oknak. Az elme és a számítógépek közötti szemantikai analógia azonban valóban hosszú és

befolyásos múltra tekint vissza. Ennek részletesebb tárgyalását lásd Piccinini 2004c.

komputacionalizmus, és ebből következően a komputacionalista funkcionalizmus. De ez az analógia még mindig nem elegendő ahhoz, hogy alátámassza a szlogent - az elme az agy szoftvere. | Ennek az az oka, hogy az analógia általában véve az elme és a számítástechnikai mechanizmusok között áll fenn, és sok számítástechnikai mechanizmus (pl. a közönséges Turing-gépek) nem rendelkeznek a releváns értelemben vett szoftverrel. A szoftver releváns fogalmához még egy másik analógiára van szükségünk, amely bizonyos mentális képességek és a programvezérelt számítógépek bizonyos képességei között áll fenn.

A programvezérelt számítógépek (a továbbiakban "számítógépek") más számítástechnikai rendszerekkel ellentétben végtelenül sokoldalúan manipulálhatják a számsorokat. Ha univerzálisak, akkor egyetlen egységben testesítik meg az egész programozási rendszerek egyetemességét. A számítógépek azért sokoldalúak, mert képesek programokat tárolni, manipulálni és végrehajtani.¹¹ Első közelítésben a program egy számsorokon keresztül meghatározott feladat végrehajtására szolgáló utasítások listája. Egy utasítás szintén egy számsor, amely speciális módon hat a számítógépre. A legtöbb számítógép sok különböző (megfelelően megírt) programot képes végrehajtani - általában bizonyos idő- és memóriakorlátokon belül *bármilyen* programot képes végrehajtani. Emiatt a számítógépek tetszőleges számú új kapacitást szerezhetnek, egyszerűen a programok megszerzésével és az azok közötti váltással. Képességeiket a programjaik módosításával is finomíthatják. Ahogyan az elmék is megtanulhatnak végtelennek tűnő számú feladatot végrehajtani, a számítógépek is képesek végrehajtani bármilyen, számsorokon keresztül meghatározott feladatot, amelyhez megfelelő programot kapnak.

A számítógépek e különleges tulajdonsága - a számítógépek képessége a tárolásra és végrehajtásra

programok - ez adja a magyarázatnak azt a különleges formáját, amelyet a viselkedésükre alkalmazunk. Hogyan engedi az asztali számítógémem, hogy megírjam ezt a dolgozatot? Azzal, hogy végrehajt egy

¹¹ A számítógépek és tulajdonságaik részletes és szisztematikus tárgyalását lásd Piccinini 2008a.

szövegszerkesztő program. Hogyan tudok vele keresni a weben? Egy internetböngésző program futtatásával. És így tovább a számítógémem számtalan kapacitását. Ezek a magyarázatok a programok végrehajtásával:

Egy S rendszer által birtokolt C kapacitás programvégrehajtással történő magyarázata egy olyan P program C -re, amely szerint S birtokolja C -t, mert S végrehajtja a P -t.

A programvégrehajtással történő magyarázat csak olyan rendszerekre, például számítógépekre vonatkozik, amelyek képesek programokat végrehajtani. Egyéb releváns rendszerek közé tartoznak bizonyos automata szövegépek. Bár a számítógépek nem az egyetlen olyan rendszerosztály, amelyre a programvégrehajtással történő magyarázat vonatkozik, a számítógépek más érdekes tulajdonságokkal is rendelkeznek, amelyek nem közősek más programvezérelt mechanizmusokkal. A fő különbség az, hogy a számítógépes programok által generált folyamatok a bemeneti adatok (azaz a bemeneti számsorok) pontos konfigurációjától függnek alkalmazásukhoz: minden bemeneti adatsornak más-más számítás felel meg. Továbbá a tipikus számítógépek rendelkeznek belső memóriával, amelyben tárolhatják és manipulálhatják saját adataikat és programjaikat, és bármilyen rekurzív függvényt kiszámíthatnak, amíg csak idő és memóriaterület áll rendelkezésükre.

A számítógépek e figyelemre méltó képességei - számsorok manipulálása, programok tárolása és végrehajtása - egy merész hipotézist sugallnak. Talán az agyak is számítógépek, és talán az elmék sem mások, mint az idegszámítógépeken futó programok. Ha ez így van, akkor az elmék többféle képességét úgy magyarázhatjuk meg,

hogy a képességek számára specifikus programokat tételezünk fel. Az elme sokoldalúságát akkor azzal magyaráznánk, ha feltételeznénk, hogy az agyak ugyanolyan különleges képességgel rendelkeznek, mint a számítógépek: a számítási képességgel.

programok tárolása és végrehajtása.¹² Ez a valódi forrása a komputációs funkcionalista szlogennek: az elme az agy szoftvere.

Hasonlítsa össze a számítási funkcionalizmusnak ezt a változatát az elsővel. Itt az emberi viselkedés feltételezett magyarázatát kapjuk, amely a számítógépek viselkedésének magyarázatával való analógián alapul. Ez a változat elmondja, hogyan működik az agy, és mi a különleges benne: az agy képes különböző programok tárolására és végrehajtására, és az agynak a programok közötti váltogatása magyarázza sokoldalúságát. Ez egy erős tézis: az általunk megfigyelt dolgok közül csak az agyak és a számítógépek mutatnak ilyen végtelennek tűnő képességet a feladatok közötti váltásra és új készségek elsajátítására. Feltehetően kevés, ha van egyáltalán más olyan rendszer, amelynek viselkedése (ilyen típusú) programvégrehajtással magyarázható.

Ha komolyan vesszük a számítógépes funkcionalizmusnak ezt a megfogalmazását, akkor a programvégrehajtás megfelelő magyarázatát kellene megtalálnunk. Ki kellene fejtenünk, hogy mi különbözteti meg a programvégrehajtással számító rendszereket más típusú rendszerektől. Ha ugyanis az elmék érdekesen analógok a számítógépek valamely aspektusával, akkor kell lennie valaminek, ami az elmékben és a számítógépekben közös, más rendszerekben pedig hiányzik - valaminek, ami az elmék és a számítógépek sokoldalúságát, valamint e sokoldalúságnak a programvégrehajtással való magyarázatát magyarázza. Sajnos, a programvégrehajtás standard nézete mögött meghúzódó, a szoftverek megvalósításáról kialakult felfogás nem felel meg ennek a megfelelőségi feltételnek.

¹² Egy ilyen érv található Fodor 1968b című művében, amely a komputációs funkcionalizmus egyik alapidokumentuma, és amelyet Fodor 2000 úgy emel ki, mint amely összekeveri a funkcionalizmust és a komputacionalizmust. Hasonló érvelés olvasható Newell 1990, 113ff. más befolyásos szerzők is hasonló

érveket hoztak fel.

megfontolások. A programvégrehajtás szerepéről Alan Turing intelligenciáról való gondolkodásában lásd: Turing 1950 és Piccinini 2003a. A programvégrehajtás szerepéről von Neumann agyról való gondolkodásában lásd: von Neumann 1958 és Piccinini 2003b.

3 Problémák a program végrehajtásával

Amióta Putnam (1967b) megfogalmazta a számítógépes funkcionalizmust, a szoftverek megvalósításáról a következő nézetet vallják. Ha egy rendszernek két leírása van, egy fizikai és egy számítási leírás, és ha a számítási leírás leképeződik a fizikai leírásra, akkor a rendszer a számítási leírás fizikai megvalósítása, a számítási leírás pedig a rendszer szoftvere.¹³

A probléma ezzel a nézettel az, hogy mindent számítógéppé változtat. Ahogy az előző szakaszban említettük, mindenre lehet számítási leírást adni. Egyes kozmológusok például celluláris automaták segítségével tanulmányozzák a galaxisok fejlődését. A szoftveres megvalósításról vallott felfogás szerint ez a galaxisokat hardverré változtatja, amely a vonatkozó cellás automata programokat futtatja. Ha kielégítő számítási

leírások elégségesek a megvalósításukhoz abban az értelemben, ahogyan a közönséges számítógépek

¹³ Íme egy példa erre:

[A] A programozási nyelv úgy képzelhető el, mint egy gép fizikai állapotainak angol nyelvű mondatokra történő leképezése, úgy, hogy az adott állapothoz rendelt angol mondat kifejezi azt az utasítást, amelyet a gépnek az adott állapotban végrehajtania kell (Fodor 1968b, 638). Az 1970-es évektől kezdődően egyes szerzők megpróbálták túllépni a leképezési szemléleten azáltal, hogy további korlátokat szabtak a megvalósításnak. A legjelentősebb Bill Lycan (1987) egy teleológiai korlátozást vezetett be. Bár ez egy lépés volt a helyes irányba (erről később), Lycan és mások is a „szoftver/hardver” és „szerep/megvalósító” felváltva. Nem kínáltak a szerepmegvalósítással szemben a *szoftveres* megvalósításra vonatkozó sajátos beszámolót, így a funkcionalizmus és a komputacionalizmus közötti összeolvadás érintetlenül maradt. Amikor kifejezetten a számításról beszéltek, a filozófusok továbbra is a leképezési nézet változataira hivatkoztak:

[Egy] fizikai rendszer csak abban az esetben számítástechnikai rendszer, ha a *rendszer fizikai állapotai és a számított függvény elemei között* megfelelő (feltáró) *leképezés* van (Churchland és Sejnowski 1992, 62. o.; kiemelés hozzáadva).

[C]omputációs elméletek a kognitív folyamatokat szimbólumstruktúrákon definiált formális műveletekként értelmezik... A szimbólumok csak funkcionálisan jellemzett objektumok, amelyek individuációs feltételeit egy f_g *realizációs függvény* határozza meg, *amely egy rendszer fizikai jellemzőinek ekvivalenciaosztályait képezi le azokra a jellemzőkre, amelyeket "szimbolikus" jellemzőknek nevezhetünk*. A formális műveletek csak azok a fizikai műveletek, amelyek differenciáltan érzékenyek a szimbolikus kifejezések csak aspektusaira, amelyek a megvalósítási függvény f_g szimbolikus jellemzőként van megadva. Az f_g leképezés lehetővé teszi, hogy a fizikai állapotátmenetek kauzális sorozatát *számításként* értelmezzük (Egan 1992, 446. o.; az első kiemelés hozzáadva).

végrehajtják a programjaikat, akkor minden egy számítógép, amely a számítási leírásait hajtja végre. Ez nem csak ellenkező értelmű, hanem a számítógép fogalmát és a számítási funkcionalizmus eredetét jelentő analógiát is elbagatellizálja. Ha az elme az agy szoftvere abban az értelemben, ahogy bizonyos sejtautomaták a galaxisok szoftvere, akkor az elme és a számítógépek közötti analógia az elme és minden más közötti analógiává válik. Ennek következtében a komputációs funkcionalizmus erős változata valami olyasmivé omlik össze, ami nagyon hasonlít a gyenge változathoz.

Súlyosbítja a helyzetet, hogy ugyanaz a rendszer számos számítási leírásnak megfelel. Végtelen számú cellás automata - különböző állapotátmeneti szabályokat, különböző időlépéseket vagy különböző méretű régiókat reprezentáló cellákat használva - leképezheti ugyanazt a fizikai dinamikát. Továbbá, a cellás automatáktól eltérő, végtelen számú formalizmus - például Turing-gépek vagy C++ programok - használható ugyanazon funkciók kiszámítására, amelyeket a cellás automaták számolnak ki.

Tekintettel a kapott nézetre

szoftveres megvalósítás, ebből az következik, hogy a galaxisok egyszerre futtatják ezeket a programokat.¹⁴ Ugyanígy az agyak is végtelen sok számítási programot hajtanak végre.

leírások. Ha az elme az agy szoftvere, ahogyan azt a komputációs funkcionalizmus állítja, akkor a szoftverek implementációjának szokásos nézetét figyelembe véve vagy meghatározatlanságot kapunk azzal kapcsolatban, hogy mi az elme, vagy azt, hogy az elme meghatározhatatlanul sok

¹⁴ Matthias Scheutz javaslatot tett a szoftvermegvalósítás standard magyarázatának módosítására, amely

szerint ahhoz, hogy egy számítási leírás a szoftvermegvalósítás szempontjából relevánsnak tekinthető legyen, annak *minden* állapotát és *minden* számítási lépését le kell képeznie a leírt rendszerre (Scheutz 2004). Ez a javaslat számos számítási leírást, például a C++ programokat alkalmazó számítási modelleket kizárja, mint irrelevánsakat annak szempontjából, hogy egy rendszer milyen szoftvert valósít meg, és így javít a szabványos nézeten. Ez a javaslat azonban még mindig korlátlanul sok számítási leírást hagy bármely adott rendszerről, így nem oldja meg a jelen problémát.

szoftverek. Ez nem az elme ígéretes metafizikája, és nem is a mentális képességek programvégrehajtással való magyarázata.¹⁵

A tárgyalt problémát nem szabad összetéveszteni a Putnam (1988) és Searle (1992) által leírt, felületesen hasonló problémával. Ők azt állítják, hogy bármely fizikai rendszer nagyszámú számítást, vagy talán minden számítást megvalósít, mert a számítási állapotok közötti állapotátmenetek nagy száma (vagy talán az összes) szabadon leképezhető a rendszer fizikai állapotai közötti állapotátmenetekre.

Például a webböngészőm állapotátmeneteit leképezhetem az íróasztalom állapotátmeneteire. Ennek eredményeképpen az íróasztalom megvalósítja a webböngészőmet. Ugyanezt a leképezési kapcsolatot létrehozhatom számos (vagy talán az összes) számítás és fizikai rendszer között. Ebből Putnam és Searle azt a következtetést vonja le, hogy a számítás fogalma olyan módon megfigyelő-relatív, hogy az elmefilozófia számára használhatatlanná teszi. Érvelésük a szoftverek implementációjának elfogadott nézetén alapul, és a következtetésüket úgy kerülhetjük el, ha elhagyjuk a elfogadott nézetet.

De Putnam és Searle problémája még a szoftver implementációról kialakult nézet szerint sem túl komoly. Amint azt számos szerző megjegyezte (pl. Chrisley 1995, Copeland 1996, Chalmers 1996a, Bontly 1998, Scheutz 2001), a Putnam és Searle által alkalmazott számítási leírások anomálisak. A kóser esetében

¹⁵ Az a tézis, miszerint mindennek van számítási leírása, sokkal problematikusabb, mint amilyennek látszik, mégpedig oly módon, hogy további nehézségeket okoz a szoftvermegvalósítás szabványos szemléletének. A közönséges számítási leírások ugyanis csak közelítő leírások, nem pedig egzakt leírások, és így a standard nézet további nemkívánatos következménye, hogy a programok csak megközelítőleg képesek az őket implementálni hivatott rendszerek viselkedését megközelíteni. Ennek a további nehézségnek a teljes körű tárgyalása több helyet foglalna el, mint amennyi ebben a dolgozatban rendelkezésre áll, ezért félreteszem. A közelítésnek a pancomputationalizmus szempontjából való jelentőségéről és arról, hogy a pancomputationalizmus hogyan trivializálja a komputationalizmust, lásd Piccinini 2007a.

a számítási leírások esetében - amelyeket általában a tudományos modellezésben használnak¹⁶ - a rendszer viselkedésének egymást követő leírásainak létrehozását egy megfelelő programot futtató számítógép végzi (pl. egy időjárás-előrejelző program), nem pedig a leképezési reláció. A Putnam és Searle érvelésében alkalmazott leírásokban a leíró munkát a leképező reláció végzi.

Példánkban a webböngésző nem generál egymás után leírásokat az asztalom állapotáról. Ha valódi számítási leírást akarok az íróasztalomról, akkor azonosítanom kell az íróasztal állapotait és állapotátmeneteit, ezeket számítási leírással kell reprezentálnom (ezáltal rögzítve a leképezési kapcsolatot a számítási leírás és az íróasztal között), majd egy számítógép segítségével generálnom kell az íróasztal állapotának egymást követő reprezentációit, miközben a leképezési kapcsolat rögzített marad. Putnam és Searle állítólagos problémája tehát irreleváns a valódi számítógépes leírások esetében. A tárgyalt probléma mégis megmarad: mindennek végtelen számú *jóhiszemű* számítási leírása adható.

A probléma megoldásához arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a számítással való leírás nem elegendő a szoftverek megvalósításához, vagyis túl kell lépni a szoftverek megvalósításáról kialakult nézeten. Ugyanezt a pontot független megfontolások is alátámasztják. A „szoftver” szót azért találták ki, hogy jellemezzenek bizonyos rendszereket, az ún.

„számítógépek”. A számítógépek más tevékenységeket végeznek, mint más rendszerek, például fűrók vagy szelepek - nem is beszélve a galaxisokról. A számítógépek 1940-es években történt feltalálását nagy szellemi áttörésnek tekintjük - valami új felfedezésének. Vannak külön tudományágaink - a számítástechnika és a számítástechnikai mérnöki tudomány -, amelyekkel

a számítógépek és csakis a számítógépek sajátos tevékenységének és jellemzőinek tanulmányozása. Minden

¹⁶ A tudományban alkalmazott számítógépes modellezés szisztematikus kezelését lásd Humphreys 2004.

Ezen okok miatt a szoftverek megvalósításának jó leírásának alapvetően különbséget kell tennie a számítógépek és más rendszerek között.

A filozófusok nagyrészt figyelmen kívül hagyták ezt a problémát, és a jótékony olvasó joggal kérdezheti, hogy miért. A válasz első része az, hogy a komputualizmus iránt érdeklődő filozófusok figyelmük nagy részét a mentális jelenségek magyarázatának szentelték, és a számítást *önmagában* nagyrészt elemzetlenül hagyták.

A válasz másik része az, hogy a komputualista filozófusok jellemzően a számítás szemantikai nézetét támogatják, amely szerint a számítási állapotokat legalább részben a tartalmuk alapján különböztetik meg (egy újabb példát lásd Shagrir 2001, 2006). A szemantikai nézet látszólag védelmet nyújt a szoftvermegvalósításról alkotott recepció nézetének, mert a szemantikai nézettől függetlenül is plauzibilis, hogy csak bizonyos dolgok, például a mentális állapotok, individuálódnak a tartalmuk alapján. Ha a számítási állapotok a tartalmuk alapján individuálódnak, és a tartalom csak kevés dologban van jelen, akkor a programvégrehajtás általi magyarázat legfeljebb a tartalommal rendelkező dolgokra vonatkozik, és ezzel elkerülhető a szoftver fogalmának trivializálása. Sajnos a szemantikai szemlélet által kínált védelem illuzórikus. Itt nincs helye annak a mélyreható kezelésnek, amelyet a számítás szemantikai szemlélete megérdemelne. Máshol már végeztem ilyen kezelést (Piccinini 2004c, 2008b); most csak megismétlem az eredményeket.

Először is, még a szoftvermegvalósításról alkotott nézet és a számítás szemantikai nézetének összekapcsolása sem ragadja meg a programvégrehajtás fogalmát, amely a közönséges számítógépekre vonatkozik. A számítógépek (és egyes automata szöveg gépek, ami azt illeti) programokat hajtanak végre, függetlenül attól, hogy az általuk manipulált számjegyeknek van-e tartalma vagy sem, és vannak olyan

mechanizmusok, amelyek értelmezett számjegysorokon keresztül meghatározott számításokat hajtanak végre, mint például

olyanok, amelyeket számítógépek kezelnek, de ezt programok végrehajtása nélkül teszik (pl. számos számológép). Másodszor, vannak olyan komputeralisták, akik azt állítják, hogy a tartalom nem játszik magyarázó vagy individuatív szerepet az elme számítógépes elméletében (Stich 1983, Egan 1992, 2003). A komputacionalizmus és a számítás szemantikai szemléletének összekapcsolása felveti azt a kérdést, hogy a számítási állapotokat a tartalmuk alapján individuálják-e. Végül, és ez a legsúlyosabb, a számítási állapotok szemantikai szemlélete helytelen, mert a számíthatóság teoretikusai és a számítógép-tervezők - vagyis azok, akikre a számítási állapotok individuálásában támaszkodnunk kellene - a számítási állapotokat anélkül individuálják, hogy azok szemantikai tulajdonságaira hivatkoznának. Ezen okok miatt a számítás szemantikai szemléletét el kell vetni, és nem tudja helyreállítani a szoftvermegvalósításról kialakult elfogadott szemléletet.

Első közelítésben a számítógépek és más rendszerek közötti különbséget a programvégrehajtás szempontjából lehet megtenni, ahol a programvégrehajtást informálisan egy speciális mechanizmusokhoz tartozó speciális tevékenységként értelmezzük (vö. Fodor 1968b, 1975; Pylyshyn 1984). A számítógépek azon kevés rendszerek közé tartoznak, amelyek viselkedését általában az általuk végrehajtott programok meghívásával magyarázzuk.¹⁷ Ilyenkor a számítógép minden egyes tevékenységét a végrehajtott egyedi programra való hivatkozással magyarázzuk. Egy program többféleképpen is leírható: utasítások, alprogramok, teljes program gépi nyelven, assembly nyelven vagy magasabb szintű programozási nyelven. De a programok és a különböző leírási szinteken lévő összetevőik közötti kompozíciós és funkcionális kapcsolatokról függetlenül a számítógépen mindig csak egy és csakis egy program fut. Egy szakértő ténylegesen elő tudja hívni a számítógép által futtatott egyedi

programot, és utasításról utasításra leírhatja azt.

¹⁷ A "programvégrehajtás" megfelelő értelmében. Egy másik fogalom a fejlődési program, amelyet a biológiában alkalmaznak. Ez egy független programfogalom, amely külön beszámolót igényelne.

Igaz, hogy a modern számítógépek képesek egyszerre több programot is futtatni, de ennek semmi köze ahhoz, hogy különböző számítási leírásokat alkalmaznak rájuk egyidejűleg.

idő. Ez azzal a képességgel függ össze, hogy a számítógépek képesek egy bizonyos időt egy program futtatására fordítani, majd gyorsan átváltani egy másik programra, gyorsan visszaváltani, és így tovább, azt a benyomást keltve, hogy egyszerre több programot futtatnak. (Egyes úgynevezett szuperszámítógépek sok programot *képesek* párhuzamosan futtatni. Ennek oka, hogy sok különböző processzorral, azaz programfuttató komponenssel rendelkeznek. Minden egyes processzor egy adott időpontban egy és csak egy programot hajt végre).¹⁸ Mindezek nem körkörös magyarázatra szorulnak. A szoftverek megvalósításának jó beszámolójának meg kell mondania, hogy a számítógépek miért hajtják végre programokat, míg a legtöbb más rendszer nem, és ennél fogva milyeneknek kell lenniük az elméknek ahhoz, hogy az agyak feltételezett szoftverei legyenek. Ennek előkészítéséhez itt az ideje, hogy tisztázzuk a funkcionalizmus és a komputacionalizmus közötti kapcsolatot.

4 Mechanisztikus funkcionalizmus

A funkcionalizmus szerint az elme az agy funkcionális szerveződése. A komputacionalizmus szerint az agy funkcionális szerveződése számítási jellegű. Ezek a tézisek *prima facie* logikailag függetlenek egymástól - az egyiket el kell tudni fogadni, miközben a másikat elutasítjuk. Az egyik értelmezés szerint azonban a funkcionális szervezeteket a rendszer bemeneteit, belső állapotait és kimeneteit összekötő számítási leírások határozzák meg (Putnam 1967b, Block és Fodor 1972). E felfogás szerint a funkcionális szervezetek *ipso facto* komputációsak, és ezért a funkcionalizmus magával

vonja, hogy

¹⁸ Az is igaz, hogy végtelen sok program képes ugyanazt a viselkedést produkálni. De bármely adott számítógépes processzorban, bármely adott időpontban tény, hogy melyik program generálja a kérdéses viselkedést: az, amelyiket a processzor éppen végrehajtja.

komputacionalizmus. Ez a következmény lehetetlenné teszi a komputacionalizmus elutasítását a funkcionalizmus elutasítása nélkül, ami megmagyarázza, hogy a funkcionalizmus cáfolatára tett kísérletek gyakran kifejezetten csak annak komputacionalista változatával foglalkoznak (pl. Block 1978, Churchland 2005). Ugyanez a következmény vezetett ahhoz, hogy Fodor nemrégiben beismerte, hogy ő és mások összemossák a funkcionalizmust és a komputacionalizmust (2000, 104).

Ahhoz, hogy elkerüljük a funkcionalizmus és a komputacionalizmus összekeverését, a funkcionális szerveződés olyan fogalmára van szükségünk, amely nem veti fel a komputacionalizmus kérdését. A funkcionális szerveződés legtágabb fogalma a tisztán kauzális fogalom, amely szerint a funkcionális szerveződés magában foglalja a rendszer belső állapotai, bemenetei és kimenetei közötti összes kauzális kapcsolatot. E felfogás alapján a funkcionalizmus azt a tézist jelenti, hogy az elme az agy kauzális szerveződése, vagy hogy a mentális állapotokat kauzális tulajdonságaik alapján individuálják. A funkcionalizmust valóban gyakran így fogalmazzák meg. A jó hír az, hogy a funkcionalizmusnak ez a változata nyilvánvalóan nem elkötelezett a komputacionalizmus mellett, mert prima facie a kauzális tulajdonságok nem ipso facto komputációsak. A rossz hír az, hogy a funkcionalizmusnak ez a változata túl gyenge ahhoz, hogy egy elmeelméletet alátámasszon.

A funkcionális szerveződés oksági fogalma minden olyan rendszerre vonatkozik, amely bemenetekkel, kimenetekkel és belső állapotokkal rendelkezik. A bemenet és a kimenet liberális fogalma a funkcionális szervezet különösen tág kauzális fogalmát eredményezi, amely minden fizikai rendszerre vonatkozik. Például minden fizikai rendszerről elmondható, hogy a t_0 időpontban fennálló állapotát veszi bemenetként, a t_0 és a t_n között egy sor belső állapoton megy keresztül, és a t_n időpontban fennálló állapotát

adja kimenetként. A bemenet és a kimenet szűkebb fogalma a funkcionális szerveződés érdekesebb fogalmait eredményezi. Például az átlátszatlan testekről azt mondhatjuk, hogy bemenetként minden hullámhosszúságú fényt fogadnak be, és kimenetként csak néhány hullámhosszúságú fényt és hősugárzást adnak ki. Mégis, a

a funkcionális szerveződés tisztán kauzális fogalma túlságosan homályos és tág ahhoz, hogy hasznos munkát végezzen az elmefilozófiában (és a számításban, ami azt illeti). Hogyan kellene alkalmazni a bemenet és a kimenet fogalmát? Egy rendszer számos kauzális tulajdonsága közül melyek relevánsak a rendszer képességeinek magyarázata szempontjából? A funkcionalizmusnak ez a tisztán kauzális változata magában foglalja-e a komputacionalizmust? E kérdések megválaszolásához figyelmünket az organizmusok és műtárgyak azon kauzális tulajdonságaira kell korlátoznunk, amelyek relevánsak sajátos képességeik magyarázata szempontjából.

E cél eléréséhez a funkcionális elemzés fogalmához fordulunk. A funkcionális analízist Fodor (1965, 1968a) vezette be a modern elmefilozófiába. Olyan példákat használt, mint a vezérműtengely, amelynek az a feladata, hogy felemelje a motor szelepét, hogy az üzemanyagot a dugattyúba engedje. A vezérműtengely számos kauzális tulajdonsággal rendelkezik, de ezek közül csak néhány, például a szelepek megemelésére való képessége funkcionálisan releváns - releváns a motor hajtóerő előállítására való képességének magyarázata szempontjából. Fodor azt állította, hogy a pszichológiai elméletek funkcionális elemzések, akárcsak a motor kapacitásának elemzése az alkatrészek funkciói szempontjából.

Amikor azonban Fodor általánosságban definiálta a pszichológiai funkcionális analízist, eltért a példaitól, és a pszichológiai funkcionális analízist a számítási leírásokhoz hasonlította.¹⁹ Több más szerző is kidolgozta a funkcionális analízis hasonló fogalmát, megtartva a funkcionális analízisek Fodor általi asszimilálását a számítási leírások (Cummins 1975, 1983, 2000, Dennett 1978, Haugeland 1978, Block 1995). Ha a funkcionális szervezeteket funkcionális elemzések határozzák meg, és a funkcionális elemzések számítási leírások, akkor a funkcionális szervezetek ipso

¹⁹ Vö.: "A paradigmaticus pszichológiai elmélet a viselkedés előállítására vonatkozó utasítások listája" (Fodor 1968b, 630). Bővebb értekezést lásd Piccinini 2004b.

facto számítástechnikai. A funkcionista analízis és a komputalista leírás keveréke egy másik forrása a funkcionalizmus és a komputacionalizmus összemosásának.

Ahhoz, hogy elkerüljük ezt az összemosást, a funkcionális szerveződés olyan fogalmára van szükségünk, amely rendelkezik a megfelelő magyarázó erővel - mint Fodor és társaié -, de nem kötelez bennünket arra a nézetre, hogy minden funkcionálisan szervezett rendszer számítási rendszer. A mechanizmusoknak a tudományfilozófiában a közelmúltban újraéledt felfogása kínálja azt, amire szükségünk van. A mechanizmusok nem csak a mi igényünket elégítik ki; a funkcionalizmus mechanizmusok szerinti megfogalmazása önállóan is motivált. A legújabb tudományfilozófia egyik fontos tanulsága ugyanis az, hogy a speciális tudományokban, például a pszichológiában és az idegtudományokban a magyarázat (releváns fajtája) mechanisztikus formát ölt²⁰ :

Egy *M mechanizmus*, amelynek kapacitása **C**, az A_1, \dots, A_n tér-idő komponensek, azok *F* függvényei és az *F* releváns **R** oksági és tér-idő kapcsolatok halmaza, úgy, hogy *M* rendelkezik **C-vel**, mert (i) *M* tartalmazza A_1, \dots, A_n , (ii) A_1, \dots, A_n *F* függvényei **R** módon szerveződnek, és (iii) *F*, amikor **R** módon szerveződik, alkotja **C-t**.

A jelen értelemben vett mechanizmus az alkotóelemei, azok funkciói és szerveződése révén mutatja meg képességeit. A biológusok funkciókat tulajdonítanak a biológiai tulajdonságok típusainak (pl. a gyomor emésztési funkciója), a mérnökök pedig műtárgyak típusainak és azok összetevőinek (pl. a hűtőszekrények hűtő funkciója). A tulajdonságoknak és a műtárgyaknak tulajdonított funkciók különböznek a véletlenszerű hatásaiktól (pl. zajjal járnak vagy nyomás alatt megtörnek), és ezért csak egy részhalmazát képezik az ok-okozati képességeiknek. Mint egy

²⁰ Lásd pl. Bechtel és Richardson 1993, Machamer, Darden és Craver 2000, Bechtel 2001, 2006, 2007, Craver 2001, 2005, 2006, 2007, Glennan 2002, 2005, Thagard 2003, Machamer 2004, Tabery 2004, Bogen 2004, Bechtel és Abrahamsen 2005, Darden 2006.

ennek következtében a funkciójukat nem teljesítő szervek és műtárgyokról azt lehet mondani, hogy nem működnek megfelelően vagy hibásak.

Ahogy én használni fogom a kifejezést, a mechanizmus funkcionális szerveződése magában foglalja a komponensek állapotait és tevékenységeit, a komponensek közötti térbeli kapcsolatokat, a komponensek tevékenységei közötti időbeli kapcsolatokat, valamint a komponensek tevékenységeinek egymásra gyakorolt sajátos hatásait. Például a szív vért *pumpál az* artériákba. Ezt az egyszerű mechanisztikus leírást a következőképpen kezdhetjük el kibontani: (i) a mechanizmus magában foglalja a szívet (komponens), az artériákat (komponensek) és a vért (bemenet/kimenet), (ii) a szív pumpálja a vért (a szív aktivitása), (iii) a szív bizonyos módon kapcsolódik az artériákhoz (térbeli kapcsolat), (iv) a vér a szívből való kilépése után belép az artériákba (időbeli kapcsolat), (v) a szív pumpálásának hatására a vér belép az artériákba (aktív kapcsolat). A komponensek közötti releváns térbeli kapcsolatok akkor is fennállhatnak, ha a mechanizmus nem működik. Nem így van ez a legtöbb időbeli és aktív reláció esetében. Sokkal többet lehetne mondani a funkcionális szerveződésről. A lényeg az, hogy egy mechanizmus funkcionális szerveződése szükséges feltétele annak, hogy a mechanizmus azt tegye, amit tesz.

A mechanizmus különböző fogalmait a funkció különböző fogalmainak alkalmazásával lehet létrehozni.²¹ William Wimsatt hasznos taxonómiájából kiindulva három különösen releváns fogalmat találunk (Wimsatt 1972, 4-5). A *perspektivikus* funkciók olyan oksági erők, amelyek a rendszer tevékenységének egy nézete vagy perspektívája szerint relevánsak. Az *értékelő* funkciók olyan kauzális erők, amelyek hozzájárulnak a rendszer megfelelő működéséhez.

²¹ Polger 2004 hasonló stratégiát követ, amikor a funkcionalizmus különböző változatait különbözteti meg aszerint, hogy a funkció melyik fogalmát használják. Sajnos, ezzel hamis ellentétet állít a jelen értelemben vett függvények és a matematikai függvények közé (vö. még Polger 2007, 252. o., ugyanerről a hamis ellentétről).

A teleológiai funkciók olyan oksági erők, amelyek hozzájárulnak a rendszer vagy a felhasználók célja(i) teljesítéséhez.

Ez a három fogalom összefügg. A célok teljesítése a megfelelő működés egyik módja, különösen, ha a megfelelő működést úgy határozzuk meg, mint a célok teljesítését, bár általánosabb értelemben valami működhet megfelelően anélkül is, hogy teljesítené a céljait.

A megfelelő működés lehet minden, ami a célok teljesítéséhez szükséges, különösen, ha a cél a megfelelő működés, bár valami teljesítheti céljait anélkül is, hogy megfelelően működne. Tehát az értékelő és a teleologikus funkciók vagy együtt járnak, vagy nem.

Továbbá, a célok és a megfelelő működés normái meghatározzák azokat a perspektívákat, amelyeket egy rendszerrel szemben felvehetünk. Így, ahogy Wimsatt rámutat, az értékelő és teleológiai funkciók a perspektivikus funkciók speciális esetei. A perspektivikus funkció fogalma azonban tágabb, mint a többi: vannak olyan perspektívák egy rendszerrel szemben, amelyeknek semmi közük a megfelelő működéshez vagy a célokhoz.

A funkció fenti fogalmai (valamint a célok, a megfelelő működés és a perspektívák) naturalista magyarázatot igényelnek. Az ezzel foglalkozó szakirodalomban nincs hiány, és nem remélhetem, hogy itt megoldom a funkciókról szóló vitát.²² Jelen célokra a következő fenntartásokra szorítkozom.

Először is, a különböző szerzők kissé eltérő módon számolnak be a mechanizmusokról, és nem mindegyikük használja a "funkció" szót. De ezek a különbségek itt lényegtelenek. A mechanizmusokról szóló valamennyi beszámoló a fenti sablon alá sorolható, ha a perspektivikus funkció tág fogalmát használjuk.

²² A biológiában és a mérnöki tudományokban a funkciókkal kapcsolatos főbb, egymással versengő beszámolók megtalálhatók Allen, Bekoff és Lauder 1998, Preston 1998, Schlosser 1998, Buller 1999, Ariew, Cummins és Perlman 2002, Christensen és Bickhard 2002. Egyéb hozzájárulások: Perlman 2004, Hourkes és Vermaas 2004, Cameron 2004, Johansson 2004, Schroeder 2004, Vermaas és Houkes 2006, Scheele 2006, Franssen 2006, Vermaas 2006, Houkes 2006, Houkes és Meijers 2006, Kroes 2006.

Másodszor, a mechanizmusoknak több legitim fogalma is lehet, amelyek a funkció különböző fogalmainak felelnek meg. A funkció minden olyan fogalmának azonban, amely itt releváns akar lenni, naturalisztikusnak kell lennie. Hogy a mechanizmusok pontosabb fogalmai közül melyik a legmegfelelőbb az elme tudománya és metafizikája szempontjából releváns magyarázó gyakorlatok magyarázatára, az olyan kérdés, amelyet itt nem kell megoldani.

Harmadszor, a funkció vagy mechanizmus fogalmának további kifejtése nem támaszkodhat a számítás fogalmára oly módon, hogy minden mechanizmust számítási mechanizmussá változtat, mert ez ismét a komputacionalizmus kérdését feszegeti. Szerencsére a számítás nem játszik ilyen szerepet e fogalmak jelenlegi magyarázataiban. Ennek eredményeképpen a mechanizmusokra való hivatkozás nem veti fel a komputacionalizmus kérdését.

Ez azt mutatja, hogy nem kell a függvényeket és a számításokat úgy összekötnünk, ahogy Fodor és követői tették. Amikor a vezérműtengelyek funkciójára hivatkozunk, hogy megmagyarázzuk a motorok kapacitását, a funkcióhozzáírásunk része a motor kapacitásának mechanisztikus magyarázatának, amely a motor alkatrészeire, azok funkcióira és szerveződésére vonatkozik.

Nem hivatkozunk a motorok által végrehajtott programokra, és nem tulajdonítunk semmilyen számítást a motoroknak. Valójában a legtöbb ember a motorokat jó példának tartaná az olyan rendszerekre, amelyek *nem* programok végrehajtásával (vagy általánosabban, számítások elvégzésével) működnek.

Ugyanez vonatkozik a mechanizmusok túlnyomó többségére, a számítógépek és más számítástechnikai mechanizmusok (beleértve talán az agyat is) jelentős kivételével.

Negyedszer és végül, nem szabad összekevernünk a funkció teleológiai fogalmát

a teleológia etiológiai beszámolójával. A teleológiának az evolúciótörténet szempontjából történő etiológiai bemutatása talán a legnépszerűbb, de nem biztos, hogy megfelel a jelenlegi

célokra.²³ Itt az a fontos, hogy a teleológiai funkciók a funkcionális szerveződés szilárd fogalmát alapozzák meg anélkül, hogy a számítás fogalmára támaszkodnának. Az a kérdés, hogy a teleológiai funkciókat hogyan kellene explikálni, bizonyára fontos, de ezzel kapcsolatban semleges tudok maradni.²⁴

A legtöbb speciális tudomány által vizsgált rendszerek - beleértve az idegtudományt, a pszichológiát és az informatikát - mechanizmusok. E tudományágak kutatói úgy elemzik a rendszereket (pl. a fákat), hogy alkotóelemeikre (pl. gyökerekre) bontják őket, és felfedezik (vagy a mérnöki tudományokban megtervezik) e részek funkcióit (pl. a fa megtámasztása és a talajból való vízfelvétel). Az idegtudósok és a pszichológusok ugyanígy dolgozzák ki elméleteiket: az agyat vagy az elmét alkotóelemekre (pl. a szuprachiasmatikus magokra vagy az epizodikus emlékezetre) bontják, és funkciókat tulajdonítanak nekik (a cirkadián ritmus szabályozása és az események feljegyzésének tárolása).

Mutatis mutandis, az informatikusok ugyanezt teszik: a számítógépet összetevőkre osztják (pl. a memóriára és a processzorra), és funkciókat tulajdonítanak nekik (az adatok és az utasítások tárolása, illetve az utasítások végrehajtása az adatokon).

Mivel a mechanizmusok adják a funkcionális szerveződés fogalmát, amely releváns a pszichológia, az idegtudomány és az informatika elméleteinek megértéséhez, a funkcionalizmus megfogalmazásában a funkcionális szerveződésnek ezt a fogalmát kell elfogadnunk. A

²³ Miért nem? Először is, a funkciók evolúciós leírása nem alkalmazható azonnal az olyan műtárgyakra, mint a számítógépek, amelyek nem a természetes szelekció általi evolúció termékei. Emiatt nem világos, hogy a számítógépes funkcionalizmus, amely az elme és a számítógépek jellemzői közötti analógián alapul, megfogalmazható-e és hogyan fogalmazható meg a funkció evolúcióra támaszkodó fogalmával. (Ez nem jelenti azt, hogy nem létezhet a szelekciónak egy tágabb fogalma, amely mind az organizmusokra, mind a műalkotásokra vonatkozik; vö. Wright 1973, Preston 2003). Másodsor, és ami még fontosabb, a funkciók evolúciós leírása az elme bármely ebből eredő elméletét az evolúciós biológia fogalmaira és gyakorlatára alapozza, nem pedig az elme és a számítógépek képességeinek magyarázatához releváns empirikus

diszciplínákra - nevezetesen a pszichológiára, az idegtudományra és talán a számítástechnikára.

²⁴ A teleológia nem etiológiai megközelítéséről például Schlosser 1998, Boorse 2002 és Wimsatt 2002 ír.

most a funkcionalizmus új és továbbfejlesztett megfogalmazását adjuk, amely igazságot szolgáltat a funkcionalizmus eredeti motivációinak anélkül, hogy a komputualizmus kérdését felvetné. Az *S* rendszerrel kapcsolatos funkcionalizmust úgy kell értelmezni, mint azt a tézist, hogy *S* annak a mechanizmusnak a funkcionális szerveződése, amely az *S* képességeit mutatja. Most már kifejthetjük azt az állítást, hogy az elme az agy funkcionális szerveződése: az agy a releváns mechanizmus, az elme pedig annak funkcionális szerveződése. Ez a *mechanisztikus funkcionalizmus* megőrzi a funkcionalizmus belátását, miközben igazságot tesz a vonatkozó tudományos gyakorlatnak.

A funkcionalizmus e mechanisztikus változata szerint a rendszert alkotóelemei, azok funkciói, valamint a vonatkozó oksági és tér-időbeli kapcsolataik határozzák meg. A rendszer funkcionális állapotait a rendszer mechanisztikus magyarázatában betöltött szerepük alapján különböztetjük meg. A rendszer állapotait nem csak a más állapotokhoz, bemenetekhez és kimenetekhez fűződő releváns oksági kapcsolataik alapján különböztetjük meg, hanem a komponens alapján is, amelyhez tartoznak, valamint a komponens által az adott állapotban betöltött funkció alapján. Ez minden mechanizmusra vonatkozik, beleértve a számítástechnikai mechanizmusokat is. Például Putnam tempójában a közönséges Turing-gép állapotai nemcsak úgy individuálódnak, mint amelyeknek az a funkciójuk, hogy bizonyos bemenetek és állapotok alapján bizonyos kimeneteket és más belső állapotokat generálnak, hanem úgy is, mint az aktív eszköz *állapotai* (szemben a szalaggal), amely a Turing-gép egyik összetevője, és amelynek a szalag mentén való mozgás, a szalag olvasása és a szalagra való írás a funkciója.²⁵

²⁵ Carl Gillett (2007) ettől függetlenül kidolgozott egy, az általam *_mechanisztikus funkcionalizmusnak*

nevezett javaslatához hasonló, amellyel a funkcionalizmus más aspektusait is érinti.

Ha a mechanisztikus funkcionalizmust teleológiai funkciók alkalmazásával pontosítják tovább, akkor az így kapott tan a teleológiai funkcionalizmus közeli rokona (Lycan 1981, 1987, Wilkes 1982, Millikan 1984, Sober 1990, Shapiro 1994, Rupert 2006). A teleologikus funkcionalizmus szerint az elme az agy teleologikus szerveződése, illetve a mentális állapotok teleologikus funkciójuk alapján individuálódnak. A mechanisztikus funkcionalizmus teleologikus változata a hagyományos teleologikus funkcionalizmust kiegészíti egy mechanisztikus kerettel, amelyen belül az agy funkcionális szerveződését meg lehet határozni. Továbbá a következő két fenntartás érvényesül. Először is, a teleologikus funkcionalizmust gyakran kínálják alternatívaként a

A mechanisztikus funkcionalizmusnak van egy további nagy előnye, amely különösen fontos e dolgozat szempontjából: a mechanizmus fogalmán alapul, amely a programvégrehajtás és általánosabban a számítás fogalmának magyarázatához kínál anyagot.

5 Mechanizmusok, számítás és programvégrehajtás

Egy mechanizmus végezhet vagy nem végezhet számításokat, és egy számításokat végző mechanizmus - egy számítási mechanizmus - végezhet vagy nem végezhet számításokat programok végrehajtásával. Az utóbbi megkülönböztetés szemléltetésére tekintsük a Turing-gépeket. A Turing-gépek egy korlátlan hosszúságú szalagból, egy véges számú állapotot felvenni képes aktív eszközből, egy véges ábécé betűiből, valamint a szalag, az aktív eszköz, az állapotok és a betűk közötti (egy gépi táblázat által meghatározott) funkcionális kapcsolatokból állnak. Természetesen a Turing-gépeket általában absztraktnak tekintik, ugyanabban az értelemben, ahogyan a matematikailag meghatározott háromszögek és körök is absztraktnak. A háromszögekhez és körökhöz hasonlóan a Turing-gépek is megvalósíthatók fizikailag. A fizikailag megvalósított Turing-gépek és más konkrét számítási mechanizmusok a betűsorok konkrét megfelelőin működnek, amelyeket én "számsoroknak" nevezek. Akár absztrakt, akár konkrét, a Turing-gépek mechanizmusok, amelyek nem több és nem kevesebb mechanisztikus magyarázat tárgyát képezik, mint más mechanizmusok.²⁶

számítási funkcionalizmus (pl. Lycan 1981, Millikan 1984, Sober 1990). Hamarosan azonban amellett fogok érvelni, hogy a mechanizmusok jelentik a legmegfelelőbb keretet a számítás magyarázatához. Ennek következtében a komputációs funkcionalizmus a mechanisztikus funkcionalizmus egy speciális változatának bizonyul. Másodszer, a teleologikus funkcionalizmus számos támogatója a teleológia etiológiai leírását támogatja. De mint már rámutattam, ez nem biztos, hogy a teleológia legmegfelelőbb elmélete a jelen célokra.

²⁶ Az absztrakt és a konkrét közötti különbségtétel könnyen zavart okoz ezekben a kérdésekben. Itt nincs

helyem az összes lényeges kérdés teljes körű tárgyalására, ezért a következő rövid pontoknak elegendőnek kell lenniük.

Thomas Polger mellett érvel, hogy az absztrakt számítások, mivel absztraktak, nincsenek kauzálisan individuáltak (2007, 239-244). (Néhány második gondolatot is kifejez; vö. fn. 18.) Polger csúszkál az arról való beszéd között, hogy a

Egyes Turing-gépek csak egy függvényt számolnak ki. Más Turing-gépek, amelyeket univerzálisnak nevezünk, bármilyen kiszámítható függvényt képesek kiszámítani. A számítási képességek közötti különbségnek mechanisztikus magyarázata van. Az univerzális Turing-gépek, a nem univerzális gépekkel ellentétben, a szalagjukon lévő egyes számjegyeket programként kezelik; a programokra adott megfelelő válaszokkal manipulálják adataikat. Emiatt az univerzális Turing-gépekről - a nem univerzális gépekkel ellentétben - azt mondhatjuk, hogy a szalagjukra írt programokat *hajtják végre*. Minden Turing-gép viselkedését az adataikon végzett számítások magyarázzák, de csak az univerzális Turing-gépek viselkedését magyarázza a programok végrehajtása. A Turing-gépeken kívül sok más mechanizmus is számol: véges állapotú automaták, tolóautomaták, RAM-gépek stb. Ezek közül néhányan programok végrehajtásával számolnak, mások pedig nem. Azok közül, amelyek igen, néhány univerzális, néhány pedig nem.

A Turing-gépekhez hasonlóan a legtöbb biológiai rendszer és műtárgy képességei is

mechanisztikusan megmagyarázzák összetevőiket és funkcióikat (Bechtel és Richardson 1993, Craver és Darden 2001). A Turing-gépekkel ellentétben a kapacitások a

absztrakt függvények, számítások, gépek, állapotok, algoritmusok és programok, mintha mindenre ugyanazok a megfontolások vonatkoznának. Ezzel vitatkozom. Az absztrakt függvények nem ugyanabban az értelemben valósulnak meg, mint a gépek. A függvényeket gépek *számítják ki* - ezek a gépek bemenetei és kimenetei között fennálló kapcsolatok. A gépek a függvényeket algoritmusok vagy programok *követésével* számítják ki. Mint látni fogjuk, néhány speciális gép nemcsak követi, hanem *végre is hajtja* a programokat. Az algoritmusokat tekinthetjük utasítássorozatoknak vagy a gép állapotai és műveletei között fennálló relációknak; a programokat tekinthetjük karakterláncok sorozatainak, utasítássorozatoknak vagy a gép állapotai és műveletei között fennálló relációknak. Az absztrakt függvények nem kauzálisan individuáltak, de a gépek, valamint azok állapotai és számításai igen - legalábbis amennyiben fizikailag megvalósíthatóak. Az algoritmusok és programok lehetnek vagy nem lehetnek azok, attól függően, hogy hogyan fogjuk fel őket.

Egy másik megjegyzéssel kapcsolatban gyakran találkozunk a számítástechnikai mechanizmusok különböző szintű leírására vonatkozó hivatkozásokkal, amelyek közül egyeseket absztraktabbnak mondanak, mint másokat (pl. Newell 1980, Marr 1982). Ebben az értelemben egy leírás attól függően több vagy kevesebb absztrakt, hogy kevesebb vagy több részletet tartalmaz egy rendszerről. Ebben a tanulmányban nem kérdőjelezem meg a leírás absztraktabb és konkrétabb szintjei közötti különbséget, és

nem a -implementációs vagy -fizikai szintre összpontosítok az -absztraktabb| számítási szintek rovására. Inkább a számítási szintek megértésének új módját kínálok fel, annak fényében, hogy amennyiben a leírási szintek relevánsak egy rendszer képességeinek magyarázata szempontjából, mind egy mechanizmus aspektusait írják le - mind a rendszer teljes mechanisztikus magyarázatának részét képezik, függetlenül attól, hogy mennyire absztraktak. A mechanisztikus szintek részletes bemutatását lásd Craver 2007.

a legtöbb biológiai rendszer nem magyarázható az általuk végrehajtott feltételezett számítási műveletekre való hivatkozással, nem is beszélve az általuk végrehajtott programokról (kivéve persze az agyak és más feltételezett számítási mechanizmusok esetében).

Tehát egy kapacitás programvégrehajtással való magyarázata nem ugyanaz, mint a számítási magyarázat, ami nem ugyanaz, mint a mechanisztikus magyarázat. Egy (számítási) kapacitás programvégrehajtással való magyarázása inkább a számítási magyarázat egy speciális *fajtája*, ami a mechanisztikus magyarázat egy speciális *fajtája*.

A számítástechnikai mechanizmusok sajátos mechanikai tulajdonságaik miatt magyarázhatók a programvégrehajtással. Pontosabban, a számítógépek sajátos mechanisztikus tulajdonságaik miatt, amelyek közül néhányat (bár nem mindet) megosztanak más számítási mechanizmusokkal, a számítási magyarázat tárgyát képezik.

E szakasz hátralévő részét a fenti megkülönböztetések kifejtésének szenteljük. Először is azonosítom a mechanizmusok azon alosztályát, amelyek számításokat végeznek, és amelyek (releváns) kapacitásait az általuk végzett számítások magyarázzák.²⁷ Másodszor, azonosítom a programokat végrehajtó számítási mechanizmusok azon alosztályát, amelyek (releváns) tevékenységeit az általuk végrehajtott programok magyarázzák. Amint rendelkezünk e megkülönböztetésekről, rendelkezünk a számítási funkcionalizmus magyarázatához szükséges forrásokkal.

A legtöbb mechanizmust részben a kapacitásaik alapján különböztetik meg. A gyomor például olyan dolog, amelynek az a feladata, hogy megemésze az ételt, a hűtőszekrény pedig olyan dolog, amelynek az a feladata, hogy csökkentse a tér bizonyos területeinek hőmérsékletét. A kapacitásokat viszont a környezetből kapott inputok és a

környezetnek adott outputok szempontjából lehet elemezni. A gyomor bemenetként emésztetlen táplálékot vesz fel, és kimenetként emésztett táplálékot ad ki;
a hűtőszekrények egy bizonyos hőmérsékletű belsejüket veszik fel bemenetként, és ugyanazt a régiót szállítják le

²⁷ E számla részletesebb megfogalmazását és védelmét lásd Piccinini 2007d.

alacsonyabb hőmérsékleten, mint kimenet. A bemenetek és kimenetek többféleképpen is taxonimizálhatók, amelyek a magyarázandó kapacitások szempontjából relevánsak.

Példáinkban az élelmiszereket és a hőmérsékletet aszerint taxonimizáljuk, hogy a gyomor és a hűtőszekrény a megfelelő módon képes-e feldolgozni őket, és ha igen, hogyan. Mivel a számítási mechanizmusok egy sajátos mechanizmusfajtáról van szó, a számítási mechanizmusokat egy sajátos jellegű bemenetek és kimenetek, valamint e bemenetek és kimenetek feldolgozásának sajátos módja különbözteti meg.

A számítási mechanizmusok szempontjából fontos bemeneteket és kimeneteket a kiszámíthatóság elméletirői betűsorozatoknak vagy szimbólumoknak nevezik.²⁸ A számsor, ahogy én használom a kifejezést, a betűsor konkrét megfelelője. Mi kell ahhoz, hogy egy konkrét entitás számsor legyen? A választ most mechanisztikusan fogom felvázolni. A számjegy egy adott állapot, amely véges számú releváns típus közül csak egyhez tartozik. A számjegyek típusai egyértelműen megkülönböztethetők (és így individuálhatók) az őket manipuláló mechanizmusra gyakorolt hatásuk alapján. Vagyis minden azonos típusú számjegy ugyanolyan módon hat egy mechanizmusra a generáláshoz képest.

a mechanizmus kimenetét, és minden egyes számjegy-típus másképp hat a mechanizmus kimenetének előállításához képest.

Más szóval, *ceteris paribus*, ha a $Digit_1$ és a $Digit_2$ azonos típusúak, akkor a $Digit_1$ helyettesítve a $Digit_2$ -t a $Digit$ -mal pontosan ugyanazt a számítást (típust) eredményezi, ugyanazzal a kimeneti karakterlánccal (típus), míg ha a $Digit_1$ és a $Digit_2$ különböző típusúak, akkor a $Digit_1$ helyettesítve a $Digit_2$ -t a $Digit$ -t más számítást eredményez, amely más kimeneti karakterláncot generálhat.²⁹ A számjegyeknek ez a tulajdonsága megkülönbözteti őket sok más adatosztálytól, például a hőmérsékletektől és az ételek

falatjaitól, amelyek végtelen sok osztályba tartoznak.

²⁸ A húrok matematikai elméletéről lásd Corcoran, Frank és Maloney 1974.

²⁹ Lehetséges, hogy két különböző számítás ugyanazt a kimenetet generálja ugyanabból a bemenetből. Ez egyszerűen azt mutatja, hogy a számítások finomabban egyéniesülnek, mint a bemenet-kimenet leképezések.

releváns típusok. (Nincs jól meghatározott funkcionális osztályozása a hőmérsékleteknek vagy az ételeknek, hogy minden hőmérséklet vagy ételfalat a véges számú releváns típusok valamelyikéhez tartozna.)

A karakterlánc a változtatható számjegyek listája, amelyeket a számjegyek típusa, száma és a karakterláncon belüli sorrendje különböztet meg. Minden véges karakterláncnak van egy első és egy utolsó számjegyes tagja, és minden, a karakterláncba tartozó számjegynek (az utolsó tag kivételével) van egy egyedi utódja. A karakterláncon belül egy számjegyet egy másik számjeggyel lehet helyettesíteni anélkül, hogy a többi számjegy típusát, számát vagy a karakterláncon belüli pozícióját befolyásolná. Különösen, amikor egy bemeneti karakterláncot egy mechanizmus feldolgoz, ceteris paribus, a számjegyek típusa, száma és a karakterláncon belüli sorrendje befolyásolja, hogy milyen kimeneti karakterlánc keletkezik.

Az a tény, hogy a számjegyek karakterláncokba szerveződnek, tovább különbözteti meg a számjegyek karakterláncait más funkcionálisan elemezhető rendszerek bemeneteitől és kimeneteitől. Sem a hőmérsékletek, sem az ételfalatokat nem szervezik a megfelelő értelemben vett karakterláncokba. Az összehasonlítás nem igazságos, mert sem az ételek, sem a hőmérséklet nem számjegyek. De tegyük fel, az érvelés kedvéért, hogy megtaláljuk a módját annak, hogy az ételfalatokat egyértelműen véges számú (funkcionálisan releváns) típusba soroljuk. Például taxonómiázhatnánk az ételfalatokat fehérjefalatra, zsírfalatra stb. Ha egy ilyen taxonómia életképes lenne, akkor az ételdarabokat számjegyekké változtatná. Az ételfalatok sorozata mégsem lenne számsor, mert az emésztés - a számítással ellentétben - nem érzékeny pontosan arra, hogy az élőlény milyen sorrendben harapja meg a táplálékát.

A számsorokat manipuláló rendszerek közül néhányan speciális módon teszik ezt:

normál körülmények között a bemeneti számsorokból számsorokat állítanak elő egy általános szabály szerint, amely minden releváns számsorra vonatkozik, és függ a

bemenetek (és esetleg a belső állapotok) az alkalmazáshoz.³⁰ A kérdéses szabály a rendszer által *kiszámított* függvényt határozza meg. Egyes rendszerek úgy manipulálnak karakterláncokat, hogy nem végeznek rajtuk számításokat. Például egy valódi véletlenszám-generátor számsorokat ad ki kimenetként, de nem egy, a karakterláncok felett definiált általános szabály alapján. (Ha ezt tenné, akkor a kimenete nem lenne valóban véletlenszerű.) Azokat a rendszereket, amelyek számsorokat manipulálnak a megfelelő típusú szabály szerint, számítási mechanizmusoknak kell nevezni.

A számítási mechanizmusok tevékenységét az általuk végzett számítások magyarázzák. Ha például egy (jól működő) számológép $_21'$, $_:'$, $_7'$ és $_='$ jelű gombjait megnyomjuk, rövid késleltetés után megjelenik a $_3'$. Ennek a viselkedésnek a magyarázata többek között az, hogy a 3 az 21 osztva 7-gyel, a $_21'$ a 21-et, a $_:'$ az osztást, a $_7'$ a 7-et, a $_='$ az egyenlőséget, a $_3'$ pedig a 3-at jelenti. De a legfontosabb, hogy a magyarázat azt a tényt foglalja magában, hogy a számológép ezekkel a feltételekkel egy konkrét számítást végez: az első bemeneti adatot elosztja a másodikkal. A számítási képességet viszont egy megfelelő mechanisztikus magyarázat magyarázza.

A számológépek bemeneti eszközökkel, feldolgozóegységekkel és kimeneti eszközökkel rendelkeznek. A bemeneti eszközök feladata a környezetből származó bemeneti adatok és parancsok eljuttatása a feldolgozóegységekhez, a feldolgozóegységek feladata a megfelelő műveletek elvégzése az adatokon, a kimeneti eszközök feladata pedig az eredmények eljuttatása a környezethez. Ezt a magyarázó stratégiát ismételve a számológép összetevőinek kapacitásait az összetevők funkciói és szerveződése szempontjából magyarázhatjuk.

³⁰ Melyek a releváns karakterláncok? A vonatkozó ábécé összes karakterlánc. Minden számítási

mechanizmushoz létezik egy releváns véges ábécé. Vegyük észre, hogy a szabálynak nem kell kimenetet definiálnia a releváns ábécé összes bemeneti karakterláncára (és esetleg belső állapotára). Ha néhány kimenet nem definiált, akkor a mechanizmusnak ilyen feltételek mellett nem szabad a vonatkozó típusú kimeneti karakterláncokat produkálnia.

Eddig a számítási mechanizmusok általános leírását vázoltam fel: a számítási mechanizmusok olyan mechanizmusok, amelyek funkciója számsorok megfelelő szabályok szerinti manipulálása; viselkedésüket az általuk végrehajtott számítások magyarázzák. Még meg kell magyarázni a (programvezérelt) számítógép érdekesebb fogalmát - egy olyan mechanizmusét, amely programok végrehajtásával számol.

A számítógépek speciális feldolgozóegységekkel, általában processzorokkal rendelkeznek. A processzorok véges számú primitív műveletet képesek végrehajtani a (rögzített hosszúságú) bemeneti karakterláncokon, az úgynevezett `_adatokon_`. Azt, hogy a processzor milyen műveletet végez az adatokon, további számsorok, az úgynevezett `_utasítások_` határozzák meg. A különböző utasítások különböző műveleteket hajtanak végre a processzorban. Az adott utasításra adott művelet végrehajtása jelenti az adott utasítás végrehajtását. Az utasítások listája alkotja a programot. A program utasításainak a megfelelő sorrendben történő végrehajtása jelenti a program végrehajtását. Tehát a program utasításainak a megfelelő sorrendben történő végrehajtásával a számítógépes processzor végrehajtja a programot. Ez egy rövid mechanisztikus magyarázat a (programvezérelt) számítógépekről és azok programvégrehajtó képességéről az összetevők, a funkciók és a szervezet szempontjából. A processzor utasításvégrehajtó képessége tovább magyarázható a processzor mechanisztikus magyarázatával a processzor összetevői, funkciói és szerveződése szempontjából.³¹

Csak egy bizonyos típusú számítástechnikai mechanizmusok, nevezetesen a számítógépek rendelkeznek olyan processzorokkal, amelyek képesek a programok végrehajtására (és memóriákkal a programok, adatok és eredmények tárolására). Ezért csak a számítógépek kapacitása, ellentétben a számítógépek kapacitásával.

más számítástechnikai mechanizmusok - nem is beszélve olyan mechanizmusokról, amelyek nem teljesítenek

³¹ Vö. a számítógépek szervezéséről és tervezéséről szóló bármelyik szabványos tankönyvvel, például Patterson és Hennessy 1998.

számítások - a program végrehajtásával magyarázhatók. A programvégrehajtással történő számításmagyarázat azt mondja, hogy léteznek olyan számsorok, amelyeknek az a funkciójuk, hogy meghatározzák a processzor által az adatokon végrehajtandó műveletek sorozatát.

Más szóval, a program végrehajtása megköveteli, hogy a számítógép egyes összetevőinek bizonyos állapotai programként *működjenek*; a magyarázatban a program végrehajtásával,

A `_program_` függvénykifejezésként használatos. Az, ahogyan egy program meghatározza, hogy a számítógép mit csinál, a számítógép mechanikai tulajdonságai szempontjából van beváltva. A programvezérelt számítógép a számítástechnikai mechanizmusok egy nagyon speciális fajtája, amely képes programokat végrehajtani. Ezért a programvégrehajtásra való hivatkozás magyarázó a számítógépekre - mert a számítógépek *belsejében* programokat és processzorokat posztulál.

Ennek következtében, amikor a közönséges számítógépek viselkedését a program végrehajtásával magyarázzuk, a program nem csupán egy leírás. A program egyben a számítógép egy (stabil állapotú) *fizikai összetevője* is, amelynek feladata a számítógép vonatkozó kapacitásának előállítása. A programok fizikailag jelen vannak a számítógépekben, ahol funkciójuk van. Valahogy úgy tűnik, hogy ez az egyszerű és világos pont szinte teljesen kimaradt a filozófiai szakirodalomból.³²

³² Kivételesen lásd: Moor 1978, 215. Robert Cummins, azon kevesek egyike, aki kifejezetten tárgyalta ezt a kérdést, azt állította, hogy "a programok nem okok, hanem absztrakt objektumok vagy játékonkénti beszámolók".

(Cummins 1983, 34. o.; lásd még Cummins 1977). Cummins gyengébb programvégrehajtási fogalma meglehetősen népszerű a filozófusok körében, és a funkcionalizmust és a komputacionalizmust övező homályosság egy újabb oldalát jelenti. A gyengébb felfogás ugyanis nem a számítástechnikában használatos, és nem támasztja alá a mentális képességek és a számítógépek képességei közötti erős analógiát, amely mögött a "Az elme az agy szoftvere", I és mégis gyakran használják ezt a gyengébb fogalmat a magyarázatban. komputacionalizmus vagy akár funkcionalizmus. Úgy tűnik, hogy Cummins programvégrehajtásról alkotott nézetének fő oka az, ahogyan a funkcionális elemzést és a számításos leírást keveri. Nagyjából

úgy gondolja Cummins, hogy egy kapacitás programvégrehajtással való magyarázata ugyanaz, mint annak funkcionális elemzését adni, és ezért a program nem a számítógép része, hanem annak leírása (lásd a fenti 4. szakaszt). Ez Cummins és követői ahhoz a paradox következtetéshez vezet, hogy a konnekcionista hálózatok algoritmusok vagy programok végrehajtásával számolnak (Cummins és Schwarz 1991, Roth 2005). De nyilvánvalónak kell lennie, hogy a konnekcionista hálózatok nem tárolnak és hajtanak végre programokat abban az értelemben, ahogyan azt a főszóvegben kifejtettem, ami

6 Számítási funkcionalizmus

Most már rendelkezünk a számítási funkcionalizmus magyarázatához szükséges eszközökkel:

Számítógépes funkcionalizmus: az elme az agy szoftvere.

A legtágabb értelemben ez úgy értelmezhető, hogy az elme az agy számítási szerveződése (egy aspektusa), ahol a számítási szerveződés egy számítási mechanizmus funkcionális szerveződése, és az agyat számítási mechanizmusnak tekintjük. Más szóval, az elmét megvalósító rendszerek olyan mechanizmusok, amelyek általános szabályok szerint manipulálják a számsorokat; az elme a funkcionális állapotok és tulajdonságok olyan gyűjteménye, hogy a mechanizmus e szabályoknak megfelelően manipulálja ezeket a számsorokat.

Ez a tág értelmezés feloldja az elme és számos számítástechnikai mechanizmus közötti általános analógiát, amely szerint mind az elme, mind a számítástechnikai mechanizmusok megfelelő szabályok szerint manipulálják a komplex kombinatorikus struktúrákat. A számítógépes funkcionalizmusnak ez a változata kompatibilis a komputacionalizmus bármely nem triviális változatával, beleértve a konnekcionista komputacionalizmust is. De mint a 2. szakaszban rámutattam, ez az analógia nem olyan erős és nem olyan magyarázó, mint az elme és a (programvezérelt) számítógépek közötti analógia. Az általánosabb analógia nem a számítástechnikában használt szoftver fogalmán alapul, ami magyarázza a

ezért nem olyan rugalmas a viselkedésük, mint a digitális számítógépeké. A konnekcionista komputacionalizmus részletes bemutatását, beleértve a számító és nem számító konnekcionista rendszerek

megkülönböztetését, lásd Piccinini 2008c. Meg kell jegyezni, hogy Cummins nemrégiben egyetértett azzal, hogy a -tárolt programok minden bizonnyal okokl (személyes levelezés).

(programvezérelt) számítógépek képességeit, és ez inspirálja a szlogent: "Az elme az agy szoftvere".¹ Ennek megfelelően a komputációs funkcionalizmus magyarázatakor a szoftver szó szerinti fogalmát kell előtérbe helyeznünk. (Erre az általánosabb megfogalmazásra később még visszatérek).

Erős és szó szerinti formájában a komputációs funkcionalizmus azt mondja, hogy (i) az agy az előző szakaszban vázolt értelemben programok tárolásával és végrehajtásával járul hozzá a viselkedés létrehozásához, és (ii) az elmét az agy által tárolt és végrehajtott programok alkotják, valamint esetleg az e programok végrehajtása által létrehozott állapotok és folyamatok. A komputációs funkcionalizmus tágabb változatához hasonlóan az elme egy számítástechnikai mechanizmus számítási szerkezetének egyik aspektusa; ezen túlmenően a számítástechnikai mechanizmus egy programvezérelt számítógép, az elme pedig annak programjai (plusz talán a programok végrehajtása által generált állapotok és folyamatok). Ennek a tanításnak van néhány érdekes következménye az elme és az agyak tanulmányozására.

A számítógépes funkcionalizmus engedélyezi a mentális képességek programvégrehajtással történő magyarázatát. Ez egyfajta mechanisztikus magyarázat, amely a mentális képességeket egy meghatározott funkcionális tulajdonságokkal rendelkező, sajátos mechanizmus posztulálásával magyarázza. Röviden, a feltételezett mechanizmus magában foglalja a memória komponenseket, amelyek a programokat tárolják, és legalább egy processzort, amely manipulálja és végrehajtja azokat. A memóriák és a processzorok közötti kölcsönhatás együttesen határozza meg, hogy a rendszer hogyan dolgozza fel az adatokat és hogyan állítja elő a kimeneteket. A rendszer kapacitásait a processzor(ok) által a program(ok) hatására végzett adatfeldolgozás eredményeként magyarázzák.

A számítógépes funkcionalizmus azt jelenti, hogy az elmék többszörösen megvalósíthatók, abban az értelemben, hogy az azonos típusú számítógépes program különböző tokenjei futtathatók a következő programokon

különböző hardverek. Ha tehát a komputációs funkcionalizmus helyes, akkor - lásd Bechtel és Mundale 1999, Shapiro 2000, Churchland 2005 és a többszörös megvalósíthatóság más ellenfelei - a mentális programok is specifikálhatók és tanulmányozhatók attól függetlenül, hogy hogyan valósulnak meg az agyban, ugyanúgy, ahogyan azt is vizsgálhatjuk, hogy milyen programokat futtatnak (vagy kellene futtatniuk) a digitális számítógépek anélkül, hogy aggódnánk amiatt, hogy fizikailag hogyan valósulnak meg. A komputációs funkcionalista hipotézis szerint ez a pszichológiai elméletalkotás feladata. A pszichológusok spekulálhatnak arról, hogy az agyak milyen programokat hajtanak végre, amikor bizonyos mentális képességeket mutatnak. Az így posztulált programok az említett képességek mechanisztikus magyarázatának részét képezik.

A legnagyobb meglepetés az, hogy szó szerint értelmezve a komputációs funkcionalizmus azt vonja maga után, hogy az elme az agy egyik komponensének (stabil állapota), ugyanabban az értelemben, ahogyan a számítógépes programok tokenjei a számítógépek komponenseinek (stabil állapotai). Ennek következtében még egy olyan agynak is lehet elméje, amely nem dolgoz fel semmilyen adatot - analóg módon egy üresjáratban lévő számítógéphez, vagy akár egy kikapcsolt számítógéphez -, feltéve, hogy a programjai fizikailag még mindig jelen vannak. Ez a következmény látszólag sérti néhány ember intuícióját arról, hogy mit jelent az elme, de ettől függetlenül hihető. Megfelel annak az értelemnek, amelyben az alvó vagy más módon öntudatlan embereknek még mindig van elméjük. Az ő elméjük "okozatilag nyugalmi állapotban van", ahogy David Armstrong fogalmaz (1981).

A komputációs funkcionalizmus az elmét programként írja le, ami azt jelenti, hogy az elme funkciója az, hogy meghatározza, milyen műveletsorozatokat kell

végrehajtania az agynak. Ez feltételez egy bizonyos mechanisztikus magyarázatot az agyról, mint programvezérelt számítógépről, azaz egy olyan mechanizmusról, amelynek bizonyos összetevői vannak, amelyek bizonyos

funkciók és egy bizonyos szervezet. Az, hogy egy rendszer egy bizonyos fajta mechanizmus-e, empirikus kérdés. Ebben a fontos tekintetben a komputációs funkcionalizmusról kiderül, hogy egy erős empirikus hipotézist foglal magában.

Az elmefilozófusok általában felismerték, hogy a komputacionalizmus két szempontból is empirikus hipotézis. Egyrészt, ott van az az empirikus kérdés, hogy be lehet-e programozni egy számítógépet úgy, hogy az összes olyan képességgel rendelkezzen, amely az elmére jellemző. Ez a mesterséges intelligencia egyik hagyományos területe. Másrészt ott van az az empirikus kérdés, hogy vajon minden mentális képesség megmagyarázható-e programvégrehajtással. Ez a kognitív pszichológia egyik hagyományos területe. Ami az idegtudományt illeti, a komputeralisták hagyományosan irrelevánsnak tekintik hipotéziseik tesztelése szempontjából, azzal az indokkal, hogy ugyanazt a szoftvert különböző hardverekkel is meg lehet valósítani.

Ez a hozzáállás két szempontból nem kielégítő.

Először is, mint láttuk, a funkcionalizmus legalább két fontos értelmezése olyan, hogy az komputacionalizmust von maga után. Ha azonban a komputacionalizmus a funkcionalizmus metafizikai tanának logikai következménye, akkor a komputacionalizmus empirikus státusza a funkcionalizmuséhoz kötődik: ha a funkcionalizmus a priori igaz (ahogyan azt néhány filozófus hiszi), akkor a komputacionalizmusnak nem kell empirikus tesztelésre szorulnia; fordítva, a komputacionalizmus bármilyen empirikus cáfolatának a funkcionalizmust is cáfolnia kell. A funkcionalizmus általam javasolt újrafogalmazásának fontos előnye, hogy nem vonja maga után a komputacionalizmust. Ezáltal a komputacionalizmus szabadon maradhat az agy sajátos funkcionális szerveződésére vonatkozó empirikus hipotézis, amely - a

funkcionalizmussal együtt - a komputacionalista funkcionalizmust eredményezi.

Másodszor azonban, ha a komputacionalizmus olyan empirikus hipotézis, amely szerint a mentális képességek a programvégrehajtás eredményei, akkor nem elég, ha ezt számítógépek programozásával teszteljük, és a mentális képességeket a programvégrehajtással próbáljuk magyarázni. Sőt, ha azt feltételezzük, hogy ez elegendő a teszteléséhez, az felveti azt a kérdést, hogy az agy egyáltalán olyan mechanizmus-e, amely mentális programokat futtathatna - hogy vajon egy (programvezérelt) számítógép-e? Az a feltételezés, hogy az elme az agy szoftvere, feltételezi, hogy az agynak vannak megfelelő típusú, megfelelő funkcionális és szervezeti tulajdonságokkal rendelkező komponensei.

Az, hogy az agy egyfajta programvezérelt számítógép-e, maga is empirikus kérdés, és ha az agy nem a megfelelő módon lenne funkcionálisan megszervezve, akkor az elmével kapcsolatos komputációs funkcionalizmus hamisnak bizonyulna. Ez azt mutatja, hogy a komputációs funkcionalizmus olyan empirikus hipotézist foglal magában, amelyet csak az idegtudományok segítségével lehet hatékonyan tesztelni. Azt, hogy az agyak egyik vagy másik típusú mechanizmusok-e, csak az agyak tanulmányozásával lehet megállapítani.

Ez az értelemben, amelyben a számítógépes funkcionalizmus empirikus hipotézist testesít meg, alapvetőbb, mint a másik kettő. Ha az agy egy (programvezérelt) számítógép, akkor mind a klasszikus mesterséges intelligencia, mind a klasszikus kognitív pszichológia jó eséllyel sikeres lehet. Ha azonban az agy *nem* számítógép, akkor a klasszikus mesterséges intelligencia és a kognitív pszichológia sikerrel járhat vagy nem járhat, mégpedig olyan módon, amely attól függ, hogy mennyire lehetséges olyan rendszerek képességeit programfuttatással reprodukálni, amelyek nem számítógépek. Lehetséges, hogy az összes vagy számos mentális képességet számítási eszközökkel

reprodukálni lehet, még akkor is, ha az agy nem számítógép, a

az elme valami más, mint az agyban futó programok, vagy mindkettő. Hogy ez mennyire lehetséges, az egy nehéz kérdés, amivel itt nincs hely foglalkozni.

A számítógépes funkcionalizmust elsősorban a programvégrehajtás fogalmának felhasználásával fogalmaztam meg és tárgyaltam, mivel az elme és a programvezérelt számítógépek közötti analógia a motiváció a számítógépes funkcionalizmus erős változata mögött.

Kétségtelen, hogy sokan azok közül, akik érezték az analógia vonzását az elmék és a számítógépek bizonyos jellemzői között - például Alan Turing, John von Neumann, Jerry Fodor, Allen Newell és Herbert Simon -, részben a programvégrehajtás magyarázó ereje miatt tették ezt.

De ahogyan az esszé elején megjegyeztem, a számítógépes funkcionalizmus kétértelmű az erős és a gyenge olvasat között. Ugyanilyen nyilvánvaló, hogy sok más szerző, aki szimpatizál (vagy egykor szimpatizált) az elme és a számítógépek egyes jellemzői közötti analógiával, például Hilary Putnam, Robert Cummins, Paul és Patricia Churchland, Michael Devitt és Kim Sterelny (1999), sőt Warren McCulloch és Walter Pitts (legalábbis 1943-ban) is ellenállna annak a következtetésnek, hogy az agy programokat tárol és hajt végre. Van-e mód arra, hogy az ő nézetüket beváltsuk anélkül, hogy beleesnénk abba a triviális következtetésbe, hogy az elme számítással leírható abban az értelemben, ahogyan bármi más is leírható? Valóban van. Nézetüket a komputációs funkcionalizmus e szakasz elején említett általánosabb megfogalmazása ragadja meg.

Az 5. szakaszban felvázolt számítási magyarázat minden számítástechnikai mechanizmusra vonatkozik, függetlenül attól, hogy azokat programok irányítják. Valójában a programvégrehajtással történő számítás a számítás tout court általánosabb

fogalmával magyarázom. Nagyjából a számítás az adatok manipulálása és (esetleg)

belső állapotok egy megfelelő szabály szerint. (A program végrehajtásával történő számítás tehát a megfelelő szabályt kódoló utasításokra válaszul végrehajtott számítás.) Az általunk mindennap használt digitális számítógépek programok végrehajtásával számolnak, de a nem univerzális Turing-gépek, a véges állapotú automaták és számos konnekcionalista hálózat programvégrehajtás nélkül végez számításokat.

Ahhoz, hogy lefedjük azokat az elméleteket, amelyek nem hivatkoznak a programvégrehajtásra, csak annyit kell tennünk, hogy a komputációs funkcionalizmust a számítás tout court szempontjából értelmezzük, anélkül, hogy a programvégrehajtásra hivatkoznánk. E szerint az általánosított komputációs funkcionalizmus szerint az elme egy (számítási) mechanizmus számítási szerveződése (valamilyen aspektusa), függetlenül attól, hogy ez a mechanizmus egy programvezérelt számítógép, egy konnekcionalista számítási mechanizmus, vagy bármilyen másfajta számítási mechanizmus (pl. egy véges automata). Az általánosított megfogalmazás alapján a pszichológiai magyarázatoknak nem kell programok végrehajtására hivatkozniuk - hivatkozhatnak akár programvégrehajtásra, akár másfajta (konnekcionalista vagy más) számítási módra, amely feltételezhetően a magyarázandó viselkedést hozza létre. Ez a fajta magyarázat még mindig egy mechanisztikus magyarázat, amely számsorok megfelelő szabály szerinti manipulációjára hivatkozik megfelelő funkciókkal rendelkező megfelelő komponensek által. Ezért a komputációs funkcionalizmusnak ez az általánosított megfogalmazása még mindig feltételezi, hogy az agy rendelkezik a megfelelő mechanisztikus tulajdonságokkal, amelyeket az idegtudományok empirikusan tanulmányozhatnak. Tekintettel erre az általánosításra, a komputációs funkcionalizmus összeegyeztethető az elme bármely komputációs elméletével, beleértve a konnekcionalista komputacionalizmust is.

Ha elhagyjuk az elme és a számítógépek közötti erős analógiát (amely a programvégrehajtáson alapul), ahogyan azt a komputációs funkcionalizmus általánosított változata teszi, az magyarázó erőnk csökkenéséhez vezet. A komputációs funkcionalizmus általánosított változata még mindig a számításokra hivatkozik a mentális képességek magyarázatában, de már nem hivatkozhat arra a rugalmasságra, amely a különböző programok megszerzésének, tárolásának, módosításának és végrehajtásának képességével jár együtt. Mely számítási mechanizmusok elég erősek a mentális képességek magyarázatához? Itt nincs helyünk arra, hogy ebbe az összetett vitába belemerüljünk (Macdonald és Macdonald 1995, Aizawa 2003). De azért, hogy a számítástechnikai mechanizmusok minden releváns szintjének valamennyi funkcionális és szervezeti aspektusára felhívja a figyelmet, az itt javasolt beszámoló azt ígéri, hogy előbbre viszi ezt a vitát.

A jelen beszámoló néhány más régi vitára is fényt derít. Két különösen vitatott mentális képesség a szándékosság és a tudatosság. Számos gondolat kísérletet javasoltak annak kimutatására, hogy sem a szándékosság, sem a tudatosság nem magyarázható számíttással (pl. Block 1978, Searle 1980, Maudlin 1989). A számítási magyarázat feltételezett kudarcáról aztán azt feltételezik, hogy hatással van a funkcionalizmusra, feltehetően annak a feltételezésnek köszönhetően, hogy a funkcionalizmus magában foglalja a komputacionalizmust. Most azonban láttuk, hogy helyesen értelmezve a funkcionalizmus nem vonja maga után a komputacionalizmust.

Az egyetlen legitim következtetés, amelyet ezekből a gondolat kísérletekből le lehet vonni, az, hogy a komputacionalizmus nem elegendő a szándékosság vagy a tudatosság magyarázatára. Ez nem jelenti azt, hogy a komputacionalizmus nem magyarázza meg a mentális képességeket, és azt sem jelenti, hogy a szándékosság és a

tudatosság nem magyarázható funkcionálisan a számításon kívüli más folyamatokkal.

Más szavakkal, ha az ezek mögött álló intuíciókat

gondolatkísérleteket elfogadjuk, akkor a komputacionalizmus még mindig sok mentális képességet megmagyarázhat, és a funkcionalizmus még mindig igaz lehet az elme egészére. Természetesen a gondolatkísérletek mögötti intuíciók önmagukban is vitatottak. Ezek továbbra is bizonytalan alapot jelentenek ahhoz, hogy konszenzusra jussunk ezekben a kérdésekben.

7 Funkcionalizmus, komputacionalizmus és komputációs funkcionalizmus

Három tézist vitattam meg:

Funkcionalizmus: Az elme az agy funkcionális szerveződése.

Komputacionalizmus: Az agy funkcionális szerveződése számítási jellegű.

Számítási funkcionalizmus (általánosítva): Az elme az agy számítási szerveződése.

A komputációs funkcionalizmus a funkcionalizmus és a komputacionalizmus együttese. Olyan mechanisztikus keretet kínáltam, amelyen belül értelmet nyerhetnek ezek a tanok, és bemutatatom néhány kölcsönös kapcsolatukat.

A funkcionalizmus nem vonja maga után a komputacionalizmust, és mostanra már könnyű belátni, hogy miért. Rengeteg olyan funkcionális szervezet létezik, amely nem foglal magában programvégrehajtást vagy más számítási folyamatot. Az, hogy az elme funkcionális felépítésű, összhangban van bármely, az elmére vonatkozó, nem komputációs mechanisztikus magyarázattal. Ezért tévedés a funkcionalizmust úgy támadni, hogy valamilyen komputacionalista hipotézist támadunk (ahogyan azt pl. Churchland 2005-ben tette).

A komputacionalizmus sem vonja maga után a funkcionalizmust. A komputacionalizmus összeegyeztethető azzal, hogy az elme az agy számítási szerveződése, de azzal is, hogy az elme az agy valamilyen nem számítási, de mégis funkcionális tulajdonsága, vagy akár az agy valamilyen nem funkcionális tulajdonsága, mint például az agy fizikai összetétele, a cselekvés sebessége, a színe, vagy ami még hihetőbb, az állapotok szándékos tartalma vagy fenomenális tulajdonságai. Röviden, lehet valaki komputeralista, miközben ellenzi a funkcionalizmust vagy semleges a funkcionalizmussal szemben, legalábbis az elme bizonyos aspektusait illetően.

A komputacionalizmus egy empirikus, mechanisztikus hipotézis az agyról. Még ha az agy egy számítási mechanizmus is, az elme lehet, hogy az agy számítási szerveződése, de az is lehet, hogy nem - talán az elmének vannak olyan aspektusai, amelyek más tulajdonságokkal kapcsolatosak, például a mentális állapotok fenomenális tulajdonságaival. De ha kiderül, hogy az agyak *nem* számítástechnikai mechanizmusok, akkor a komputacionalizmus (és így a komputacionalista funkcionalizmus is) hamis. Tehát függetlenül attól, hogy valaki egyetért-e a komputációs funkcionalizmussal, attól még összpontosíthat arra, hogy az agy számítástechnikai mechanizmus-e, és vizsgálhatja a komputacionalizmust. Ez természetesen nem tehető meg képzeletbeli forgatókönyvekről szóló intuíciók vizsgálatával (Block 1978, Searle 1980, Maudlin 1989) - ezt csak az agy funkcionális szerveződésének empirikus tanulmányozásával lehet megtenni.³³

Az elmefilozófiában a számítógépes funkcionalizmus standard megfogalmazásai megnehezítették a számítógépes funkcionalizmus termékeny megvitatását. Sok filozófust meggyőztek arról, hogy a komputacionalizmus egy a priori tézis, amelyet filozófiai érvekkel és gondolat kísérletekkel kell megvitatni, és aszerint kell értékelni,

hogy milyen mértékben oldja meg az olyan filozófiai problémákat, mint az elme-test
probléma. Ez a

arra készítette a filozófusokat, hogy figyelmen kívül hagyják azt a tényt, hogy amennyiben
empirikus tartalma van,

³³ A várható kimenetelre vonatkozóan lásd: Piccinini 2007b és 2008c.

a komputacionalizmus egy empirikus tudományos hipotézist testesít meg az agy funkcionális szerveződéséről, amelynek több fajtája létezik, amelyeket az idegtudománynak kellene értékelnie.

Hivatkozások

- Adams, F. és K. Aizawa (2001). "A megismerés határai". Filozófiai pszichológia **14**(43-64).
- Aizawa, K. (2003). A rendszerszerűséggel kapcsolatos érvek. Boston, Kluwer.
- Allen, C., M. Bekoff, et al., szerk. (1998). A természet céljai: A funkció és a tervezés elemzése a biológiában. Cambridge, MA, MIT Press.
- Armstrong, D. M. (1970). Az elme természete. Az elme/agy identitás tézise. C. V. Borst. London, Macmillan: 67-79.
- Armstrong, D. M. (1981). Mi a tudatosság? Az elme természete. D. M. Armstrong. Ithaca, NY, Cornell University Press.
- Ariew, A., R. Cummins, et al., szerk. (2002). Funkciók: Új esszék a pszichológia és a biológia filozófiájából. Oxford, Oxford University Press.
- Baum, E. B. (2004). Mi a gondolat? Cambridge, MA, MIT Press.
- Bechtel, W. (2001). Kognitív idegtudomány: Neurális mechanizmusok és a megismerés kapcsolata. Elmélet és módszer az idegtudományokban. P. Machamer, R. Grush és P. McLaughlin. Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh Press: 81-111.
- Bechtel, W. (2006). A sejtmechanizmusok felfedezése: A modern sejtbiológia megteremtése. New York, Cambridge University Press.
- Bechtel, W. (2007). Mentális mechanizmusok: Philosophical Perspectives on the Sciences of Cognition and the Brain. London, Routledge.
- Bechtel, W. és A. Abrahamsen (2005). "Magyarázat: A Mechanistic Alternative." Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences **36**(2): 421-441.
- Bechtel, W. és J. Mundale (1999). "A többszörös megvalósíthatóság felülvizsgálata: Linking Cognitive and Neural States: Linking Cognitive and Neural States (Kognitív és neurális állapotok összekapcsolása)." Philosophy of Science **66**: 175-207.
- Bechtel, W. és R. C. Richardson (1993). A komplexitás felfedezése: Decomposition and Localization as Scientific Research Strategies. Princeton, Princeton University Press.
- Bickle, J. (1998). Pszichoneurális redukció: Az új hullám. Cambridge, MA, MIT Press.
- Block, N. (1978). Bajok a funkcionalizmussal. Perception and Cognition: Issues in the Foundations of Psychology. C. W. Savage. Minneapolis, University of Minnesota Press. **6**: 261-325.
- Block, N. (1980). Bevezetés: Block: Mi a funkcionalizmus? Olvasmányok a pszichológia filozófiájából. N. Block. London, Methuen. **1**: 171-184.
- Block, N. (1995). "Az elme mint az agy szoftvere". In *An Invitation to Cognitive Science*, szerkesztette: D. Osherson, L. Gleitman, S. Kosslyn, E. Smith és S. Sternberg, MIT Press.
- Block, N. (2003). "Do Causal Powers Drain Away?" (Az ok-okozati erők lecsapolódnak?) Filozófia és fenomenológiai kutatás **67**(1): 133-150.

- Block, N. (2007). Tudat, funkció és reprezentáció: Collected Papers, Volume 1. Cambridge, MA, MIT Press.
- Block, N. és J. A. Fodor (1972). "What Psychological States Are Not." Philosophical Review **81**(2): 159-181.
- Bogen, J. (2005). "Szabályszerűségek és kauzalitás; általánosítások és oksági magyarázatok". Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences **36**(2): 397- 420.
- Bontly, T. (1998). "Az individualizmus és a szintaktikai állapotok természete". British Journal for the Philosophy of Science **49**: 557-574.
- Boorse, C. (2002). Cáfolat a funkciókról. Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology. A. Ariew, R. Cummins és M. Perlman. Oxford, Oxford University Press: 63-112.
- Boyd, R. N. (1980). Materializmus redukcionizmus nélkül: What Physicalism Does Not Entail. Olvasmányok a pszichológia filozófiájából. N. Block. London, Methuen: 67- 106.
- Buller, D. J., szerk. (1999). Funkció, kiválasztás és tervezés. Albany, State University of New York Press.
- Chalmers, D. J. (1996a). "Implementál-e egy szikla minden véges állapotú automatát?" Synthese **108**: 310-333.
- Chalmers, D. J. (1996b). A tudatos elme: Egy alapvető elmélet keresése. Oxford, Oxford University Press.
- Chalmers, D. J. (nem publikált). "A Computational Foundation for the Study of Cognition," elérhető a <http://consc.net/papers/computation.html> oldalon. Az itt található hivatkozások a 2006. 12. 15-én letöltött tanulmányra vonatkoznak.
- Chrisley, R. L. (1995). "Miért nem valósít meg minden számítást minden dolog". Minds and Machines **4**: 403-430.
- Christensen, W. D. és M. H. Bickhard (2002). "A normatív funkció folyamatdinamikája". The Monist **85**(1): 3-28.
- Churchland, P. M. (2005). "Funkcionalizmus negyvenévesen: A Critical Retrospective." The Journal of Philosophy: 33-50.
- Churchland, P. M. és P. S. Churchland (1982). Funkcionalizmus, qualia és intencionalitás. Mind, Brain, and Function: Essays in the Philosophy of Mind. J. I. B. a. R. W. Shahan. Norman, University of Oklahoma Press: 121-145.
- Churchland, P. S. és T. J. Sejnowski (1992). The Computational Brain. Cambridge, MA, MIT Press.
- Coffa, A. J. (1977). "Valószínűségek: Reasonable or True?" Philosophy of Science **44**(2): 186-198.
- Copeland, B. J. (1996). "Mi a számítás?" Synthese **108**: 224-359.
- Copeland, B. J. (2000). "Narrow versus Wide Mechanism: Including a Re-Examination of Turing's Views on the Mind-Machine Issue." (Szűk kontra széles mechanizmus: Turing nézeteinek újbóli vizsgálata az elme-gép kérdésben). The Journal of Philosophy **XCVI**(1): 5-32.
- Corcoran, J., W. Frank és M. Maloney (1974). "String Theory." The Journal of Symbolic Logic **39**(4): 625-637.
- Craver, C. (2001). "Szerepfunkciók, mechanizmusok és hierarchia". Tudományfilozófia **68**(2001. március): 53-74.

- Craver, C. (2005). "Túl a redukcionizmuson: Mechanizmusok, több terület integrációja és az idegtudomány egysége." Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences **36**(2): 373-395.
- Craver, C. F. (2006). "Amikor a mechanisztikus modellek magyaráznak". Synthese **153**(3): 355-376. Craver, C. F. (2007). Az agy magyarázata. Oxford, Oxford University Press.
- Craver, C. és L. Darden (2001). Mechanizmusok felfedezése a neurobiológiában. Elmélet és módszer az idegtudományokban. P. Machamer, R. Grush és P. McLaughlin. Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh Press: 112-137.
- Cummins, R. (1977). "Programok a viselkedés magyarázatában". Philosophy of Science **44**: 269-287.
- Cummins, R. (1983). A pszichológiai magyarázat természete. Cambridge, MA, MIT Press.
- Cummins, R. (2000). "Hogyan működik?" vs. "Mik a törvények?" A pszichológiai magyarázat két felfogása. Magyarázat és megismerés. K. F. C. és W. R. A. Cambridge, Cambridge University Press.
- Cummins, R. és G. Schwarz (1991). Connectionism, Computation, and Cognition. A konnekcionalizmus és az elmefilozófia. T. Horgan és J. Tienson. Dordrecht, Kluwer: 60-73.
- Darden, L. (2006). Érvelés a biológiai felfedezésekben. New York, Cambridge University Press.
- de Ridder, J. (2006). "Mechanistic Artefact Explanation". Studies in History and Philosophy of Science **37**(1): 81-96.
- Dennett, D. C. (1978). Brainstorms. Cambridge, MA, MIT Press.
- Devitt, M. és K. Sterelny (1999). Nyelv és valóság: Bevezetés a nyelvfilozófiába. Cambridge, MA, MIT Press.
- Egan, F. (1992). "Individualizmus, számítás és észlelési tartalom". Mind **101**(403): 443-459.
- Egan, F. (2003). Naturalista vizsgálat: Hol a helye a mentális reprezentációnak? Chomsky és kritikussai. L. M. Antony és N. Hornstein. Malden, MA, Blackwell: 89-104.
- Enç, B. (1983). "Az identitáselmélet védelmében". Journal of Philosophy **80**: 279-298.
- Fodor, J. A. (1965). Magyarázatok a pszichológiában. Filozófia Amerikában. M. Black. London, Routledge and Kegan Paul.
- Fodor, J. A. (1968a). Pszichológiai magyarázat. New York, Random House.
- Fodor, J. A. (1968b). "A hallgatóság tudásra való hivatkozás a pszichológiai magyarázatban". Journal of Philosophy **65**: 627-640.
- Fodor, J. A. (1975). A gondolkodás nyelve. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Fodor, J. A. (1997). Különleges tudományok: Még mindig önállóak ennyi év után is. Ridgeview, Kalifornia.
- Fodor, J. A. (2000). Az elme nem így működik. MIT Press, Cambridge, MA. Gillett, C. (2002). "Az önmegvalósítás dimenziói: A standard nézet kritikája." Analysis **62**: 316-323.
- Gillett, C. (2003). "A megvalósítás metafizikája, a többszörös megvalósíthatóság és a speciális tudományok". The Journal of Philosophy **C**(11): 591-603.

- Glennan, S. S. (2002). "A mechanisztikus magyarázat újragondolása". *Philosophy of Science* **64**: 605-206.
- Glennan, S. S. (2005). "Mechanizmusok modellezése." *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* **36**(2): 443-464.
- Harman, G. (1973). *Gondolkodás*. Princeton, Princeton University Press.
- Harman, G. (1999). *Reasoning, Meaning and Mind*. Oxford, Clarendon Press.
- Haugeland, J. (1978). "A kognitívizmus természete és plauzibilitása". *Behavioral and Brain Sciences* **2**: 215-260.
- Heil, J. (2003). *Ontológiai szempontból*. Oxford, Clarendon Press.
- Heil, J. (2004). Funkcionalizmus, realizmus és a lét szintjei. *Hilary Putnam: Pragmatizmus és realizmus*. J. Conant és U. M. Zeglen. London, Routledge: 128-142.
- Houkes, W. (2006). "A műtárgyfunkciók ismerete". *Studies in History and Philosophy of Science* **37**(1): 102-113.
- Houkes, W. és A. Meijsers (2006). "A műtárgyak ontológiája: The Hard Problem." *Studies in History and Philosophy of Science* **37**(1): 118-131.
- Houkes, W. és P. Vermaas (2004). "Actions versus Functions: A Plea for an Alternative Metaphysics of Artifacts." (A műtárgyak alternatív metafizikája). *The Monist* **87**(1): 52-71.
- Humphreys, P. (1989). *A magyarázat esélyei: Causal Explanation in the Social, Medical, and Physical Sciences*. Princeton, Princeton University Press.
- Humphreys, P. (2004). *Extending Ourselves: Computational Science, Empiricism, and Scientific Method*. Oxford, Oxford University Press.
- Keeley, B. (2000). "Sokkoló leckék az elektromos halakból: A többszörös megvalósíthatóság elmélete és gyakorlata". *Philosophy of Science* **67**: 444-465.
- Kim, J. (1989). "A nem reduktív materializmus mítosza". *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* **63**: 31-47.
- Kim, J. (1992). "A többszörös megvalósítás és a redukció metafizikája". *Filozófia és fenomenológiai kutatás* **52**: 1-26.
- Kim, J. (1998). *Elme a fizikai világban: Egy esszé az elme-test problémáról és a mentális okozati összefüggésekről*. Cambridge, MA, MIT Press.
- Kim, J. (2003). "Az ok-okozati lefolyás elzárása és más karbantartási munkák mentális okozással". *Filozófia és fenomenológiai kutatás* **67**(1): 151-176.
- Lewis, D. K. (1966). "Egy érv az identitáselmélet mellett". *Journal of Philosophy* **63**: 17-25.
- Lewis, D. K. (1969). "Review of *Art, Mind, and Religion*." *Journal of Philosophy* **66**(22-27).
- Lewis, D. K. (1970). "Hogyan határozzuk meg az elméleti fogalmakat?". *Journal of Philosophy* **67**: 427-446. Újranyomatva: D. K. Lewis (1983), *Philosophical Papers*, 1. kötet, 78-95. o.
- [CK]. Lewis, D. K. (1972). "Pszichofizikai és elméleti azonosítások". *Australasian Journal of Philosophy* **50**: 249-258.
- Lewis, D. K. (1980). *Őrült fájdalom és marsi fájdalom. Olvasmányok a pszichológia filozófiájából*, 1. kötet. N. Block. Cambridge, MA, MIT Press: 216-222.
- Lucas, J. R. (1996). "Elmék, gépek és Gödel: A Retrospect." *Machines and Thought: The Legacy of Alan Turing*. P. J. R. Millikan és A. Clark, szerk. Oxford, Clarendon.

Lycan, W. (1981). "Form, funkció és érzés". Journal of Philosophy **78**: 24-50.

- Lycan, W. (1982). Pszichológiai törvények. Elme, agy és működés: Essays in the Philosophy of Mind. J. I. Biro és R. W. Shahan. Norman, University of Oklahoma Press: 9-38.
- Lycan, W. (1987). Tudatosság. Cambridge, MA, MIT Press.
- Macdonald, C. és G. Macdonald, szerk. (1995). Connectionism: Debates on Pszichológiai magyarázat, második kötet. Oxford, Blackwell.
- MacDonald és Macdonald 1995
- Machamer, P. (2004). "Tevékenységek és ok-okozati összefüggések: The Metaphysics and Epistemology of Mechanisms". International Studies in the Philosophy of Science **18**(1): 27-39.
- Machamer, P. K., L. Darden és C. Craver (2000). "Thinking About Mechanisms." Philosophy of Science **67**: 1-25.
- Marr, D. (1982). Látás. New York, Freeman.
- Maudlin, T. (1989). "Computation and Consciousness." Journal of Philosophy **86**(8): 407-432.
- Millikan, R. G. (1984). Nyelv, gondolkodás és más biológiai kategóriák: New Foundations for Realism. Cambridge, MA, MIT Press.
- Moor, J. H. (1978). "A számítástechnika három mítosza". British Journal for the Philosophy of Science **29**: 213-222.
- Nelson, R. J. (1987). "Church tézise és a kognitív tudomány". Notre Dame Journal of Formal Logic **28**(4): 581-614.
- Newell, A. (1980). "Fizikai szimbólumrendszerek". Cognitive Science **4**: 135-183.
- Newell, A. (1990). A megismerés egységes elméletei. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Pereboom, D. és H. Kornblith (1991). "Az irreducibilitás metafizikája". Philosophical Studies **63**.
- Perlman, M. (2004). "A teleológia modern filozófiai feltámadása". *The Monist* **87**(1): 3-51.
- Piccinini, G. (2003a). "Alan Turing és a matematikai ellenvetés". Minds and Machines **13**(1): 23-48.
- Piccinini, G. (2003b). "John von Neumann: A számítógép és az agy című könyvének recenziója". Minds and Machines **13**(2): 327-332.
- Piccinini, G. (2004a). "Az elme és az agy első számítógépes elmélete: A Close Look at McCulloch and Pitts's 'Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity'". *Synthese* **141**(2): 175-215.
- Piccinini, G. (2004b). "Funkcionalizmus, komputacionalizmus és mentális állapotok". Studies in the History and Philosophy of Science **35**(4): 811-833.
- Piccinini, G. (2004c). "Funkcionalizmus, komputacionalizmus és mentális tartalmak". Canadian Journal of Philosophy **34**(3): 375-410.
- Piccinini, G. (2007a). "Számítógépes modellezés vs. számítógépes magyarázat: Is Everything a Turing Machine, and Does It Matter to the Philosophy of Mind?" (Minden egy Turing-gép, és számít ez az elmefilozófiában?)" Australasian Journal of Philosophy **85**(1): 93-115.
- Piccinini, G. (2007b). Az elme számítógépes magyarázata és mechanisztikus magyarázata. Az elme kartográfiái: Filozófia és pszichológia metszéspontjában. M. De Caro, F. Ferretti és M. Marraffa. Dordrecht, Springer: 23-36.
- Piccinini, G. (2007c). "Computationalism, the Church-Turing Thesis, and the Church-

Turing Fallacy" (A komputacionalizmus, a Church-Turing-tézis és a Church-Turing tévedés). Synthese.

- Piccinini, G. (2007d). "Számítási mechanizmusok". Philosophy of Science **74**(4): 501-526.
- Piccinini, G. (2008a). "Számítógépek." Pacific Philosophical Quarterly **89**(1): 32-73.
- Piccinini, G. (2008b). -Reprezentáció nélküli számítás. || Filozófiai tanulmányok **137**(2).
- Piccinini, G. (2008c). "Egyes neurális hálózatok számolnak, mások nem". Neural Networks **21**(2-3): 311-321.
- Preston, B. (1998). "Miért olyan a szárny, mint a kanál? A funkció pluralista elmélete". The Journal of Philosophy **XCV**(5): 215-254.
- Preston, B. (2003). "A körömvirágos sörről: Válasz Vermaas és Houkes cikkére". British Journal for the Philosophy of Science **54**: 601-612.
- Prinz, J. (2001). Funkcionalizmus, dualizmus és a tudat neurális korrelátumai. Filozófia és idegtudományok: A Reader. W. Bechtel, P. Mandik, J. Mundale és J. Mundale. R. Stufflebeam. Oxford, Blackwell.
- Polger, T. W. (2004). Természetes elmék. Cambridge, MA, MIT Press.
- Polger, T. W. (2007). "Realizáció és az elme metafizikája". Australasian Journal of Philosophy **85**(2): 233-259.
- Putnam, H. (1960). Elmék és gépek. Az elme dimenziói: A Symposium. S. Hook. New York, Collier: 138-164.
- Putnam, H. (1967a). The Mental Life of Some Machines. Intentionalitás, elme és észlelés. H. Castañeda. Detroit, Wayne State University Press: 177-200.
- Putnam, H. (1967b). Pszichológiai predikátumok. Művészet, filozófia és vallás. Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh Press.
- Putnam, H. (1988). Reprezentáció és valóság. Cambridge, MA, MIT Press.
- P. (1978). "A valószínűségi magyarázat deduktív-nomológiai modellje". Philosophy of Science **45**(2): 202-226.
- Roth, M. (2005). "Program Execution in Connectionist Networks". Mind and Language **20**(4): 448-467.
- Rupert, R. (2004). "Kihívások a kiterjesztett megismerés hipotéziséhez". The Journal of Philosophy **CI**: 389-428.
- Rupert, R. (2006). "Funkcionalizmus, mentális okozat és a metafizikailag szükséges hatások problémája". Noûs **40**: 256-283.
- Salmon, W. C. (1984). Tudományos magyarázat és a világ oksági szerkezete. Princeton, Princeton University Press.
- Salmon, W. C. (1990). A tudományos magyarázat négy évtizede. Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Salmon, W. C. (1998). Kauzalitás és magyarázat. New York, Oxford University Press.
- Scheele, M. (2006). "A műtárgyak funkciója és használata: A funkció társadalmi feltételei Felirat." Studies in History and Philosophy of Science **37**(1): 23-36.
- Scheutz, M. (2001). "Az ok-okozati versus számítási komplexitás". Minds and Machines **11**: 534-566.
- Scheutz, M. (2004). A 2004-es Pacific APA-n (Pasadena, Kalifornia) elhangzott észrevételek. Schlosser, G. (1998). "Önreprodukció és funkcionális: A Systems-Theoretical A teleológiai magyarázat megközelítése." Synthese **116**(3): 303-354.

- Searle, J. R. (1980). "Elmék, agyak és programok". The Behavioral and Brain Sciences **3**: 417-457.
- Searle, J. R. (1992). Az elme újrafelfedezése. Cambridge, MA, MIT Press.

- Sellars, W. (1954). "Néhány gondolat a nyelvi játékokról". Philosophy of Science **21**: 204-228.
- Shagrir, O. (1998). "Többszörös megvalósítás, számítás és a pszichológiai állapotok taxonómiája". Synthese **114**: 445-461.
- Shagrir, O. (2001). "Tartalom, számítás és externalizmus". Mind **110**(438): 369-400.
- Shagrir, O. (2005). A komputációs funkcionalizmus felemelkedése és bukása. Hilary Putnam. Y. Ben-Menahem. Cambridge, Cambridge University Press.
- Shagrir, O. (2006). "Mi a számítástechnika az agyban?"
Szintézis.
- Shapiro, L. A. (1994). "Viselkedés, ISO-funcionalizmus és pszichológia". Studies in the History and Philosophy of Science **25**(2): 191-209.
- Shapiro, L. A. (2000). "Többszörös megvalósítások." The Journal of Philosophy **XCVII**(12): 635-654.
- Schlosser, G. (1998). "Önreprodukció és funkcionalitás: A Teleological Explanation: A Systems-Theoretical Approach to Teleological Explanation (A Teleológiai Magyarázat Rendszerelméleti Megközelítése)". Synthese **116**(3): 303-354.
- Schroeder, T. (2004). "Funkciók a szabályozásból". The Monist **87**(1): 115-135.
- Shoemaker, S. (2001). Megvalósítás és mentális ok-okozati összefüggések. A fizikalizmus és annak
Elégedetlenség. C. Gillett és B. Loewer. Cambridge, Cambridge University Press: 74- 98.
- Shoemaker, S. (2003a). "Megvalósítás, mikro-megvalósítás és véletlen egybeesés". Filozófia és fenomenológiai kutatás **LXVII**(1): 1-23.
- Shoemaker, S. (2003b). Identitás, ok és elme, bővített kiadás. Oxford: Clarendon Press.
- Simon, H. A. (1996). A mesterséges tudományok, harmadik kiadás. Cambridge, MA, MIT Press.
- Smith, B. C. (1996). A tárgyak eredetéről. Cambridge, MA, MIT Press.
- Sober, E. (1990). A funkció visszahelyezése a funkcionalizmusba. Mind and Cognition. W. Lycan. Malden, MA, Blackwell: 63-70.
- Sober, E. (1999). "A többszörös megvalósíthatósági érv a redukcionizmus ellen". Philosophy of Science **66**: 542-564.
- Stich, S. (1983). A népi pszichológiától a kognitív tudományig. Cambridge, MA, MIT Press.
- Tabery, J. (2004). "Tevékenységek és kölcsönhatások szintetizálása a mechanizmus fogalmában". Tudományfilozófia **71**(1): 1-15.
- Thagard, P. (2003). "A biomedicinális felfedezés útjai". Philosophy of Science **70**(2): 235-254.
- Turing, A. M. (1950). "Számítógépek és intelligencia". Mind **59**: 433-460.
- Vermaas, P. E. (2006). "A fizikai kapcsolat: Engineering Function Ascription to Műszaki műtárgyak és alkotóelemeik." Studies in History and Philosophy of Science **37**(1): 62-75.
- Vermaas, P. E. és W. Houkes (2006). "Műszaki funkciók: A Drawbridge between the Intentional and Structural Natures of Technical Artefacts (Híd a műszaki tárgyak szándékos és strukturális természete között)". Studies in History and Philosophy of Science **37**(1): 5-18.
- von Neumann, J. (1951). Az automaták általános és logikai elmélete. A

viselkedés agyi mechanizmusai. L. A. Jeffress. New York, Wiley: 1-41.
von Neumann, J. (1958). A számítógép és az agy. New Haven, Yale University
Press.

- Webb, J. C. (1980). Mechanizmus, mentalizmus és metamatematika. Dordrecht, Reidel.
- Wilkes, K. V. (1982). Funkcionalizmus, pszichológia és az elmefilozófia. Mind,
Agy és működés: Essays in the Philosophy of Mind. J. I. Biro és R. W. Shahan. Norman, University of Oklahoma Press: 147-167.
- Wilson, M. (1985). "Mi ez a "fájdalomnak" nevezett dolog?" - A tudományfilozófia a mai vita mögött. Pacific Philosophical Quarterly **66**: 227-267.
- Wilson, M. (1993). Tiszteletreméltó szándékok. Naturalizmus: A Critical Appraisal. S. J. Wagner és R. Warner. Notre Dame, Indiana, University of Indiana Press: 53-94.
- Wilson, R. A. (2004). Az elme határai: Az egyén a törékeny tudományokban. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wimsatt, W. C. (1972). "Teleology and the Logical Structure of Function Statements." (Teleológia és a funkcionális kijelentések logikai felépítése). Studies in History and Philosophy of Science **3**(1): 1-80.
- Wimsatt, W. C. (2002). Funkcionális szervezet, analógia és következtetés. Funkciók: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology. A. Ariew, R. Cummins és M. Perlman. Oxford, Oxford University Press: 173-221.
- Wright, L. (1973). "Funkciók". Philosophical Review **82**: 139-168.