

Az elme dinamikus modelljei

Kampis György

ELTE Tudománytörténet és Tudományfilozófia Tanszék

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1.

Az alábbiak célja kettős. Egyrészt bemutatni a kognitív tudomány egy ígéretes új felfogását, amelyről az utóbbi időben sok szó esik (s ezzel együtt elhelyezni egyfelől a klasszikus kognitívizmus, másfelől a vele rokon vagy nem rokon új megközelítések között). Másrészt az új felfogást némileg pörére vetkőztetve segíteni megérteni, hogy közelebből miről szól ez az új irányzat, és ennek kapcsán megbeszélni azt, hogy jelen formájában miért alkalmatlan az önmaga elé tűzött feladatok megvalósítására.

A két cél nem zárja ki egymást. Hasonló helyzetek gyakran adódnak a tudományban. A génfogalommal is annyi probléma van, hogy a molekuláris biológiában már régóta nem is használják, de ettől még a genetika, mint kutatási irányzat képes volt látványos eredményeket hozni az elmúlt néhány évtizedben. Valószínűnek tarthatjuk, hogy hasonló lesz a helyzet az elme dinamikus felfogásával is. Jelen formájában a retorikai túlzásoktól az egyszerű tévedéseken át a félig átgondolt fogalmakig sokmindennel terhes, mégis hiba volna ennek alapján egészében véve elutasítani. A megközelítés ugyanis a kognitív tudomány egy olyan fejlődési vonalába illeszkedik, amelytől hosszú távon joggal remélhető az elmével foglalkozó tudományokban ma már közhelynek számító, jó néhány égető probléma megoldása. Hogy csak egyet említsünk ezek közül: ilyen probléma a test és elme dualizmusának kérdése. Ezt a kérdést a kognitív tudományban a ma is divatos funkcionalista felfogás sajnos szinte teljesen érintetlenül hagyja, bármi is volt az eredeti célja. Látni fogjuk: az események azon láncolata, amelynek a dinamikus elme teóriája, jó okkal hihetően, még nem a végső eleme, lényegesen többet tud majd mondani erről a kérdéstről.

Az elme dinamikus felfogásának számos előzménye van, és maga is több, egymással lazán kapcsolódó megközelítést egyesít. A következőkben a Tim van Gelder-féle "dinamikus hipotézis" kapcsán fogunk beszélni róla. Ennek oka egyszerűen az, hogy tézisszerű megfogalmazásai érdemi vizsgálatot tesznek lehetővé - azonkívül az sem mellékes, hogy a dinamikus hipotézis jelentős publicitást kapott, és számos kísérő mű megírására adott alkalmat. A téma legpontosabb kifejtése van Gelder BBS-beli cikke (1998), illetve van Gelder és Port (1995) bevezetője az általuk szerkesztett könyvhöz. A kapcsolódó egész kis mozgalom kulcsműve a *Mind as Motion* (Port és van Gelder 1995); akit az előzmények vagy a hasonló, ám nem van Gelder által motivált megközelítések is érdekelnek, jó kiindulópontot kapnak Kampis (2000a)-ban. Van Gelder honlapja (2000) jó néhány további írását tartalmazza, a nem-karteziánus kognitív tudomány átfogó szemléje (Lemmen 2000).

A tájkép áttekintése

A kognitív tudományok története felfogható úgy is, mint ami egy izolált gondolkodó elme feltételezésétől halad a valóságos, érző, hús-vér rendszerek felé. Rövid szemlénk három lépést azonosít.

(1) A kognitív pszichológia, majd a számítógépes kognitív tudomány egyaránt a gondolkodást tekintette az elme tipikus műveletének. Az előző mondatban a múlt idő nem befejezettségre utal, hiszen e szemlélet ma is igen aktív, hanem arra, hogy a gyökerek messze nyúlnak vissza az időben. Majdnem ezer év hagyományát követi az, aki az elmét homogénnek, a gondolkodást pedig e homogén közeg mintaadó folyamatának tartja, olyan folyamatnak, amely függetlenül zajlik mindattól, amire vonatkozik. Ha ugyanis a gondolkodás nem volna független a kívülről érkező ingerektől, vagy ha nem a gondolkodás és a következtetés volnának a tipikus elmefolyamatok, akkor mi különbség lenne az elmés lények (vagyis az emberek) és az állatok között, melyek ugyancsak képesek érzeteik valamiféle kombinálására? Ezt kérdezi Huarte, Hobbes és Descartes (Kampis 2000b), akik nyomán ezért az elmét az elmén kívüli dolgokra és ingerekre vonatkozó *jelek* átalakításának területeként képzelik el. A klasszikus kognitivisták a hatvanas-hetvenes évektől kezdődően úgy vélték, hogy az elme e jelek vagy szimbólumok segítségével érthető meg. A számítógép metaforája, úgy tűnik, képes volt ezt a szempontot kifejezni. Az eredményül adódó számítási elme tisztán matematikai-logikai jellegű. Van, aki odáig merészkedik, hogy ehhez az elméhez testre egyáltalán nincs is szükség (mint ahogy *talán* a négyes számhoz sem kell a négyes számjegy).

(2) A hetvenes évek második felének hozadéka, a konnekcionizmus a szimbólumok felbontásával és széttördelésével érte el sikereit. Utólag visszatekintve, nem valamilyen ideológia tette vonzóvá, hanem az, hogy a kisebb és finomabb egységek nagyobb flexibilitást biztosítottak a számára. Mérnöki siker volt ez, amelynek mégis fontos módszertani üzenete van. A konnekcionisták az elmét vizsgálva nem matematikai műveletekre, hanem valóságos fizikai folyamatokra gondolnak, amelyek az elmében a szimbólumok transzformálgatása mellett, alatt, vagy helyett található meg (a konnekcionisták sokszor maguk sem tudják, hogy erről mit mondjanak). Ezzel párhuzamosan a tipikusnak tekintett műveletek is átalakulnak. A konnekcionista rendszer felépítésénél fogva a tanulás és a kategorizáció területén a legalkalmasabb, a konnekcionista elme tehát egyfajta tanuló gép, amely - minthogy tanulni csak *valamit* lehet - valódi bemeneti és kimeneti viszonyokkal rendelkezik. A konnekcionista elmének valóságos hordozója és valóságos környezete van (- hogy a modellek ezt hogyan kezelik, az más kérdés; a környezet ezekben sokszor meglehetősen absztrakt formában jelenik meg).

(3) A nyolcvanas évek közepétől kezdődően jelen van egy harmadik megközelítés is. Ez nem alkot összefüggő mozgalmat vagy tanítást, mégis világos, hogy valami lényeges közös eleme van. Olyan fejleményekről van szó, amelyek a szituált kognícióval, az autonóm robotok fejlesztésével, a "wetware" vagy "nedves anyag" képességeivel, a test jelentőségének hangsúlyozásával és más hasonlókkal kapcsolatosak. Egyes korábban lenézett témáknak, mint a fenomenológiának vagy akár a hermeneutikának a kognitív tudományba való bizonyos fokú beemelése járunk. Rodney Brooks (1991a,b) például rovarokhoz hasonló elemi robotokat épít az MIT-n, és közben a reprezentációk nélkül működő intelligenciáról beszél. A robot-rovar nemigen foglalkozik a környezetével, viselkedése előre megépített reakciókra épül. A sok különböző vagy akár egyforma elemi rovar közössége mégis komplex feladatok megoldására lehet képes anélkül, hogy az ehhez szükséges tervek bárhol meglennének. Az

autonóm robotok látszólag az ellenkező problémával néznek szembe, mindent magukban kell hordozzanak. A nagyobb önállósághoz mégsem a robot mind teljesebb szimbolikus leírásán és a mind pontosabb vezérlésen keresztül sikerült az utóbbi évtizedben közelebb kerülni, hanem épp fordítva. Hogy ugyanis egy robot kar mire képes, azt nem kell és - mint kiderült, nem is érdemes - leírni, mert azt a *fizikailag* létező robot kar maga tartalmazza. Akárcsak a rovar a képességeinek a javát. A vezérlésnek csak "úsznia" kell ennek a képesség-halmaznak a tetején, például egyszerű hibajelek és visszacsatolás segítségével, vagy valami más módon. A kilencvenes évek robotjait ezért aztán ténylegesen meg is építik, bár ez így jóval drágább. Ezek nem számítógépes szimulációk többé, hanem valós rendszerek, amelyek valós környezetbe helyezve nem egyszerűen "ingerekhez", hanem teljes szituációkhoz alkalmazkodnak (ezt tükrözi az idézett kifejezés is). Vagyis a robot teste és a környezet közötti komplex, megvalósult, jelektől és szimbólumoktól mentes, le nem írt, sőt valószínűleg egészében le sem írható viszonyokhoz történő adaptáció lesz a viselkedés kulcsa. Ugyancsak kulcsfogalommá válik a *tapasztalat*, amely itt nem egyszerűen ingert jelent, hanem összetett viszonyt organizmus és környezet között - a tapasztalat nem más, mint e kettő közös terméke, mely magán hordozza a testiség következményeit és a világban való lét adottságait. És így tovább, számos rokon résztema ismeretes. Mindezeket a törekvéseket közös névvel a "megtestesült elme" névvel illelhetjük. Maga a név egyébként Varela, Thompson és Rosch (1991) hasonló című könyvére utal. A megtestesült elme irányzatok filozófiai hivatkozásai Heidegger és Merleau-Ponty környékén keresendők. Tézisszerűen megfogalmazva, a közös elem bennük az, hogy egyén és világ, test és elme elválaszthatatlan, szétbontathatlan egységét tételezik fel (Wheeler 1997). Ennek egyik következménye a nem-propozicionális elmetartalmak lehetőségessége - vagyis az, hogy például a készségek és más "testi" tudások és az elme belső tudása közötti határvonal elmozdul vagy elmosódik. Mindez általánosságban véve az elme és a külvilág közötti határ elmosódásához vagy eltűnéséhez is vezet.

Az itt elmondott történet természetesen a karteziánustól a nem-karteziánusig tartó ívet fog át. Ez látszólag ellentmondás annyiban, hogy a kognitív tudományok mindig is Descartes-tal szemben határozták meg önmagukat. Ha egyfajta önkénnyel a kognitív tudomány hajnalát Putnam funkcionalizmusához kötjük (Putnam 1960, 1967), akkor azt kell mondanunk, hogy az egész kognitív megközelítés a dualizmus, és így a karteziánizmus ellen fogant. Könnyű mégis meglátni, hogy a történet állomásai ennek ellenére Descartes-tól indulnak, és a tőle való fokozatos eltávolodást jelentik. Közismert, hogy Descartes test és elme külön szubsztanciaként való elképzeléséről beszél; az *Elmélkedések az első filozófiáról*-ban (1641/1994) hosszasan értekeznek arról, hogy az elme nem más, mint gondolkodás; hogy a gondolkodás akkor is lehetséges, ha külső dolgok nincsenek jelen, hogy ezért a két tartomány egymástól független, stb. A karteziánus világkép ezért az ismeretelmélet és más területek mellett a kognitív tudománynak is állatorvosi lova. Szinte felsorolni is nehéz, hogy mi minden következik belőle (illetve megfordítva, hogy mi mindent fejez ki): objektum és szubjektum szétválasztása, racionalizmus és empirizmus (vagyis ész és tapasztalat) különválása, módszertani individualizmus, privátnyelv-felfogás, a szkepticizmus különféle nyílt és rejtett formái (mint a másik elme problémája, vagy más szóval a zombik kérdése) - hogy csak a legközismertebbeket említsük. A filozófiai hagyományt követve, anti-karteziánusnak vagy nem-karteziánusnak nevezünk most minden olyan nézetet, amely a fentiek bármelyikét, *tehát* (bátran alkalmazott modus tollenssel) magát a Descartes-i

világképet tagadja ilyen vagy olyan mértékben¹. Ekkor a fenti három állomás egy nem-karteziánus progresszió része.

A részletesebb tárgyalás elősegítése érdekében röviden összefoglaljuk előbb a klasszikus kognitívizmus, majd az azt felváltani igyekvő konnekcionista felfogás jól ismert fő vonásait. A "megtettesült elme"-nézetekről a velük szoros kapcsolatban álló dinamikus hipotézis kapcsán fogunk beszélni.

A klasszikus kognitívizmus

Mint az előbb is tettük, a klasszikus felfogást az egyszerűség kedvéért a funkcionalizmussal azonosítjuk. A klasszikus felfogás ebben az értelemben azt mondja, hogy az elme egyfajta szoftver az agy számára. Ez a hasonlat végigvonul a funkcionalizmus egész történetén. Legrészletesebb kifejtése Ned Block-nál található (Block 1978, 1995, 1996). A funkcionalizmus legfontosabb irodalmait Chalmers (2000) gyűjtötte össze. Az említett hasonlatot rendes funkcionalista szó szerint veszi. A szoftver és az elme állapotokkal rendelkezik, eseményeket irányít, bemeneteket és kimeneteket kapcsol össze. A szoftver és az elme fizikailag megvalósított, ám lényegét tekintve nem fizikai. Ha valaki megveszi a Microsoft legújabb szövegszerkesztőjét, az nem egy CD-t vesz, hanem magát a szoftvert, amely hordozótól független. Szigorú funkcionalista szerint az elme is átvihető egy CD-re vagy bármi másra, akár például a tánc nyelvére vagy kis kínaiak alkotta vödörláncre.

A funkcionális állapotok olyan kauzális állapotok, amelyek bemenet-kimenet viszonyokat és további funkcionális állapotokat határoznak meg. A funkcionális állapot e fogalmát a gépi metafora tovább tagolja. A gépi funkcionalizmus szerint a funkcionális állapotok egy állapot-átmenet rendszernek, vagyis egy véges automatának az állapotai. Ezért előszeretettel beszélnek a funkcionális állapotokról úgy, mint Turing-gépek állapotairól, minthogy az összes véges automata megvalósítható egy Turing-féle univerzális számítógéppel, vagy röviden univerzális Turing-géppel. Egy Turing-gép pedig nem más, mint egy egyszerű vezérlő egység, egy író-olvasó fej és egy tetszőlegesen növelhető hosszúságú memóriaszalag kombinációja. A fej a szalagról egy jelet (egy szimbólumot) olvas be, a vezérlő egység ennek hatására meghatároz egy elmozdulást a szalagon (a fej helyben maradhat, illetve jobbra vagy balra léphet), és meghatároz egy további jelet, amit ezután a szalagra kell írni. Ez a csalókéan egyszerű készülék minden matematikai művelet, sőt minden olyan művelet elvégzésére alkalmas, ami jelekkel egyáltalán leírható. A gépi funkcionalizmus híve ezért szívesen beszél állapot-átmenet séma és véges automata helyett az azt megvalósító (szimuláló) Turing-gépről - vagy, ha egészen precízek akarunk lenni, valójában egy tetszőleges univerzális Turing-gép programjáról.

¹ Ha A, akkor B. Nem B, tehát nem A. Ha esik az eső, Robi vizes lesz. Robi nem vizes, tehát nem esik az eső. Csakhogy a huszadik századi tudományfilozófiában számos olyan megfontolás ismeretes, amelynek alapján nem vagyunk kötelesek e következtetés levonására. A szóbanforgó megfontolások rendszerint úgynevezett rejtett mellék- vagy közbülső premisszák létét tételezik fel, és azt sugallják, hogy a modus tollens, vagyis a negatív visszakövetkeztetés nem szükségképpen a fő premisszára irányul, hanem valamelyik mellék premisszára terelhető át. Robi sokféleképpen lehet vizes (Robi lehet például egy delfin), de csak egyféleképpen lehet száraz: ha az eső se esik. Kivéve, ha Robi bement a házba. Egy rejtett premissza tehát máris az, hogy Robi nem a házban van. Példánk azt is mutatja, hogy értelmes arról beszélni: egy közös előtagú kondicionális-halmaz egyre több utótagját tagadva az előtagot (a fő premisszát) *egyre jobban* tagadjuk. Így például lehetünk mind inkább nem-karteziánusok.

A funkcionalista elmefelfogás és a Turing-gépek közeli kapcsolatát fejezi ki a Fizikai Szimbólum Hipotézis (Newell és Simon 1976, Newell 1980). Eszerint elmével rendelkezni annyi, mint egy fizikai szimbólumrendszert működtetni. Egy fizikai szimbólumrendszert az alábbi három dolog megléte határoz meg:

- elemek fizikai halmaza, melyek nagyobb, stabil egységekké kombinálhatók
- egy szabályrendszer, amely az elemekből létrehozott kombinációkkal leírható és ugyanilyen elemeken, illetve ezek kombinációin értelmezett műveleteket fejez ki
- megfeleltetések rendszere, amelyek a világ részei és az elemekből létrehozott kombinációk között állnak fenn.

A fenti meghatározás azonnal érthetővé, sőt mintegy önmagát magyarázóvá válik, ha a benne említett elemeket egy programozási nyelv elemi utasításaival, változóival és konstanssaival azonosítjuk. A belőlük képzett kombinációk (vagyis az ábécéből létrehozott szavak) ekkor a programoknak, adatoknak és egyéb objektumoknak felelnek meg, a szabályrendszer a programok által meghatározott műveleteknek, amelyek az adatokon és más programokon dolgoznak; a megfeleltetések rendszere pedig azt fejezi ki, amiről a funkcionalistán értelmezett program "szól", például, hogy a LÓ változó egy lovat jelöl, a TÖRPE törpét, a MATRIX egy mátrixot és így tovább (a példák mondjuk egy elképzelt játékprogramból valók).

A fizikai szimbólum hipotézissel rokon a "gondolat nyelve" elképzelés. Egy fizikai szimbólumrendszer ugyanis lényegében, mint az imént láttuk, nyelvi rendszer. Formálisan képzett szavakkal, és az ezek mözögg álló fogalmakkal dolgozik, pontosabban ezek szimbólumaival végez műveleteket. Ha gondolkodni annyi, mint egy fizikai szimbólumrendszert használni, akkor gondolkodni eszerint tehát annyi lenne, mint nyelvet használni. A gondolat nyelv-elképzelés forrása J. Fodor, aki egyébként az itt bemutatottól eltérő gondolatmenettel jut ugyanilyen következtetésre. Ő abból indul ki (Fodor 1968, 1975), hogy a gondolataink produktívak (vagyis képesek vagyunk mind újabb gondolatok létrehozására), szisztematikusak (azaz például igazság-megőrzők), és kombinatorikusak (vagyis ha értjük a részeit, értjük az egészet). Minthogy, mondja Fodor, a nyelv az egyetlen ismert példa ugyanezen tulajdonságokra, ezért a gondolkodás eredendően nyelvi kell legyen.

A nyelv elemei a klasszikus kognitivisták felfogás szerint dolgokat reprezentálnak. A gondolat nyelve a reprezentációs realizmus és a hozzá kapcsolódó intencionális realizmus egyik eszköze. Azt tételezi fel (vagy azt fejezi ki), hogy az elmében valóságos proposíciók, valóságos proposicionális attidűdök és valóságos reprezentációk vannak. Ennek egyik következménye a sokat bírált módszertani szolipszizmus. Ez arról szól, hogy ha az elmeműködés olyan, mint a nyelvhasználat, akkor a nyelvhez hasonlóan az elmét is elég egyszer feltölteni jelentésekkel, a többi már automatikusan folyik. Mégpedig függetlenül kell folyjon attól, hogy a jelentések voltaképpen kicsodák - vagyis az elme "belső" világa megérthető kell legyen pusztán a transzformációk formai szabályai alapján is, mintha a külvilág egyáltalán nem is létezne.

A későbbiek érdekében jegyezzük meg: a funkcionalizmus, a fizikai szimbólum hipotézis, a gondolat nyelve és a reprezentációs realizmus egymással lazán kapcsolódik. Egyáltalán nincsen szó közöttük például logikai következmény viszonyról. Ugyanakkor természetesen az is igaz, hogy egymást támogatják és együtt alkotják a klasszikus felfogás többé-kevésbé összefüggő testét.

A konnekcionizmus mint alternatíva

A konnekcionista rendszereket szubszimbolikusként szokás jellemezni (Smolensky 1988, Clark 1996). Ez azt jelenti, hogy a tévé képernyőjéhez hasonló módon reprezentálják az információt. Amikor a műsort nézzük, nem jut eszünkbe, hogy a kép parányi pontok együttese, és hogy amit látunk, az tulajdonképpen nincsen ott. Pedig ez a helyzet, mert a tévén látott kép vagy írás, röviden szimbólum nem az, amivel a tévé mint eszköz foglalkozik. A tévé kizárólag pontokkal foglalkozik. A konnekcionista rendszer pedig egy hálózat csomópontjainak elemi aktivitás-értékeivel.

Van itt egy félrevezető párhuzam a szimbolikus rendszerek működésével. Ennek tisztázása segíti a megértést. Az interneten elterjedt tréfás aláírások között egyszer ez volt például olvasható: "nyugi - ezek csak egyesek és nullák". Nyilván a levél írója sok durvaságot írhatott a levelezési listákon. Tehát csak egyesek és nullák vannak egy szimbolikusan működő számítógépben is, és mi mégis sértésnek vagy éppen viccnek olvassuk. A különbség a tévéképhez (és a konnekcionista rendszerhez) képest az, hogy a szimbolikus rendszerek esetén van egy kötött fordítási mechanizmus, amely a nullák és egyesek egy bizonyos kombinációjához mindig ugyanazt a bizonyos betűt vagy egyéb jelet rendel. (Ezért van az, hogy ez a lépés automatizálható, és a monitoron egyből a szóban forgó betű vagy jel jelenhet meg.) A szubszimbolikus rendszer esetén ilyen fordítás nem létezik. Pontosabban: nem létezik "fölről lefelé" történő fordítás. A tévé esetén például nehéz volna elképzelni is, mit értenénk annak megadása alatt, hogy milyen pixel (képpont-) kombinációk felelnek meg egy asztalnak (vagy bármi egyébnek). Hiszen akár ugyanaz az asztal is tetszőlegesen sokféleképpen mutatható be a képen, ennyiféleképpen ábrázolható, "reprezentálható" a rendszerben. (Ennek a sokféleségnek némiképp határt szab a felbontás végessége, de ha a lehetséges tévés reprezentációk számáról van szó, hamar csillagászati számokba ütközünk). Mindezt azt jelenti, hogy a szimbolikus rendszerek szemantikailag áttetszőek, a szubszimbolikus rendszerek pedig szemantikailag nem-áttetszőek, mert a jelentéshordozó egységeket meg lehet találni a rendszerben az egyik esetben, de nem lehet megtalálni a másikkban. Más szóval, egy szubszimbolikus rendszer fizikai megvalósításában nem lehet semmilyen módszerrel sem megmutatni az egyes reprezentációs egységeket².

Ehhez a ponthoz kapcsolódnak a konnekcionizmus legtöbbet emlegetett tulajdonságai, az információs egészlegesség, a reprezentációk "puhasága" és a "fokozatos hanyatlás". Egy konnekcionista rendszer egyforma tulajdonságú elemek kapcsolati hálózata a hozzátartozó tanulási szabályokkal. A tanulási szabályok az elemek aktivitásának függvényében a hálózat módosítását, pontosabban a meglévő kapcsolatok erejének megváltoztatását írják elő. A kapcsolatok ereje pedig azt határozza meg, hogy az egyes csomópontokkal összeköttetésben álló más csomópontok aktivitása milyen mértékben befolyásolja az adott csomópont aktivitását. A pixel-szerűen elosztott ábrázolás ebben a rendszerben azt jelenti, hogy elvileg

² Természetesen ugyanakkor egy konkrét előfordulás (egy konkrét asztal konkrét képe) mindig megfeleltethető pixelek egy bizonyos kombinációjának. A módszer hiánya itt azt jelenti, hogy egy egyszeri sikeres megfeleltetés semmi segítséget nem nyújt ugyanazon asztal bármely másik előfordulásának a megtalálásában. Magát az asztalt nem tudjuk "ott lent" megtalálni. Más szóval, az egyszeri azonosítás nem *kivetíthető* további esetekre. Ebben áll a szemantikai nem-áttetszőség közelebbi tartalma, és ez a szubszimbolikus reprezentációknak az jellemzője, ami miatt úgy mondjuk, hogy a kép "nincs is ott" a pixelekből. A konnekcionista rendszernél a kivetíthetőség legfőbb akadálya magának a rendszernek a továbbműködése. A tanulás során ugyanis a meglévő reprezentációk megváltoznak, de előre nem tudni, hogyan, mert a konkrét tanulandótól és a konkrét tanulási események sorozatától, vagyis a jövőtől függ.

minden hálózati csomópont részt vehet minden tanult elem reprezentációjában. A szimbolikus rendszerhez képest ez puha reprezentációt jelent azért, mert az egyes csomópontokhoz rendelhető mikrojegyek sokasága lehetővé teszi a reprezentációk képlékeny átalakítását, a reprezentáció sikerességének vagy pontosságának különféle fokozatait, illetve a mikrojegyek egy részének kiesése (például a rendszer károsodása) esetén a működés arányos megtartását.

A konnekciónizmus alkalmas a szimbólumok és a külvilág közötti kapcsolat kérdésének felvetésére is. A klasszikus kognitívizmus szimbólumai üresek. Vagy azt kell feltételezni, hogy valami eredendően jelentéshordozó, de nem nyelvi jellegű tényező tölti fel őket jelentéssel (például egy belső biológiai módszer - ez Fodor (1985) reménye), vagy üresek is maradnak (ez Searle (1980) vádjá). A konnekciónizmus keretében került megfogalmazásra egy javaslat, amely a szimbólumoknak az ingerek révén történő megalapozását ígéri. A javaslat a kategorizációs képesség alapján, tanulás révén képzelet el a szimbólumok kialakulását (Harnad 1990).

A konnekciónista elme-modellek egy másik fontos vonása a motoros és egyéb periférikus funkciók egy részének bevonási lehetősége az elmével formálisan azonos szerkezetű tárgyalásba. A percepció és a mozgatórendszer idegrendszeri modelljei ugyanis szintén elképzelhetők a konnekciónizmuséhoz hasonló hálózati keretek között. Hiszen végülis a konnekciónista hálózat ösképe maga az idegrendszer. Ezzel együtt felvetődik az a kérdés, hogy pontosan hol kezdődik az elme, és hol végződik a bemenet vagy kimenet révén közvetített külvilág. Különböző modellek különböző megoldásokat fogalmaznak meg, és eltérő feltételezéseket fejeznek ki erre vonatkozóan - az átmenet pontját hol ide, hol oda tolva. A klasszikus megközelítés szolipszizmusával szemben tehát, megállapítható, hogy a konnekciónizmus önkényes határt von világ és elme között.

A dinamikus hipotézis

A dinamikus hipotézist legrövidebben úgy jellemezhetjük, mint ami a konnekciónizmus által az elmébe bevont perifériák, az elme "külső" részeinek vagy funkcióinak a perspektíváját terjeszti ki magára az elmére. Látni fogjuk, hogy ez összefügg van Geldernek a konnekciónizmusról vallott nézeteivel. Van Gelder és Port (1995) a dinamikus hipotézis megfogalmazásakor abból indul ki, hogy az elme tipikus teljesítménye nem az elvont gondolkodás, de nem is a tanulás és az osztályozás, hanem olyasmi, mint beszélgetés teniszezés vagy bevásárlás közben. A dinamikus hipotézis ehhez hasonló példákon kerül megfogalmazásra, a szimbolikus feldolgozási modell radikális ellentétpárjaként. A szimbolikus modell a "tenisz problémát" úgy képzelet el, hogy a külvilágot reprezentáló ingerek alapján egy algoritmus kiszámítja a szükséges akciók specifikációját, a test pedig végrehajtja azokat. A látás azonosítja a labdát és az ellenfelet, egy tervező program a pillanatnyi állapotok és az elérendő célok figyelembe vételével következtet a labda és az ellenfél későbbi mozgására, majd ennek alapján cselekvési tervet készít, melyet elemi utasításokra bont le. A motoros rendszer pedig e jelek alapján beavatkozik.

Az így elgondolt reprezentációk diszkrét szimbólumok statikus struktúrái, a transzformációk diszkrét, pillanatszerű átmenetek. Maga a rendszer pedig a különböző célokra szakosodott speciális modulok működését feltételezi. Egy modul a teniszre, egy a beszédre, sőt egy újabb a látásra, és így tovább.

Van Gelder és Port (1995) alapvető észrevétele az, hogy a valóságban folytonos folyamatok vannak, ezek párhuzamosan és együtt zajlanak, a viselkedés pedig állandó interakciók alapján valósul meg. Más szóval, nincsenek külön ingerszerű, feldolgozás-szerű és válasz-szerű események, hanem mindez egyszerre, folyamatosan, a valós időben, a külvilág és az elme "temporális koevolúciója" során történik. A dinamikus hipotézis a szimbolikus modellek toldás-foldása helyett ennek a megragadására egy másik világgépet javasol. E világgép alapeleme a dinamikus rendszer.

A dinamikus rendszerek kulcsfogalmai: rendszer, állapot, állapotter. Egy rendszer a világ összetartozó, változó aspektusainak valamilyen együttese. A rendszer állapota az, ahogy az illető aspektusok egy adott pillanatban vannak, a rendszer állapottere pedig a lehetséges állapotok összessége. Az összetartozó aspektusok kiválasztása nem magától értetődő feladat, ezért nem minden változóhalmaz rendszer. Összetartozó aspektusok azok, amelyek egymást befolyásolják, vagyis amelyeknek a megváltozása egymástól nem független. A dinamikus rendszert ebből a szempontból két tulajdonság azonosítja: a csatolási tulajdonság, mely azt fejezi ki, hogy - mint az előbb mondtuk - a változások csatoltak, és a zártsági (closure) tulajdonság, amely szerint minden csatolt változó része a rendszernek. Más szóval, a rendszer határa a csatolt változókra nézve egy elvont értelemben zárt. A dinamikus rendszerek állapot-meghatározottak: azaz múltfüggetlenek, átmeneti szabállyal rendelkeznek, és egyetlen jövőjük van. Ez azt jelenti, hogy múltbeli események közvetlenül nem, csak a jelenen, mégpedig a jelen állapoton keresztül befolyásolják a jövőt, és hogy ez a jövő a jelen állapot és az átmeneti szabály alapján egyértelmű. Azok a változó aspektusok, amelyek még szintén befolyásolhatják a rendszer aspektusait, de amelyekre ez fordítva nem igaz, a rendszer paraméterei. A rendszerek és dinamikus rendszerek közelebbi jellemzésével részletesen foglalkozik (Kampis 1991).

A dinamikus rendszer van Gelder szóhasználatában olyan állapot-meghatározott rendszer, amelynek numerikusan meghatározott állapotai és folytonos átmeneti szabályai vannak. Rögtön felmerül a kérdés, hogy mi a különbség a dinamikus és a szimbolikus rendszerek állapot-átmenetei között. Van Gelder a dinamikus rendszerek és a Turing-gépek kapcsolatáról a következőket mondja. Minden konkrét Turing-gép dinamikus rendszer egy bizonyos leírási szinten, ám nem a legmagasabb releváns oksági szinten. Turing-gépet ugyanis csak úgy lehet megépíteni (és ezt van Gelder is hangsúlyozza), hogy valamilyen fizikai rendszert a célunknak megfelelően átalakítunk, és a fizikai rendszerek, mint ugyancsak ő maga mondja, *egy bizonyos értelemben* mindannyian dinamikai rendszerek. Fordítva azonban nem igaz, legalábbis, ha a legmagasabb releváns oksági szintet nézzük. Van Gelder ezért arról beszél, hogy a dinamikai rendszerek és a Turing-gépek alapvetően különböző fajtájú rendszerek, hiába építhető meg egyikből a másik, és hiába szimulálható a másikon az egyik. Az ugyanis nyilvánvaló, hogy a folytonos dinamikai rendszerek a hagyományos szimbolikus számítógépen jól szimulálhatók - a gyakorlatban így működnek például a konnekcionista rendszerek is. Van Gelder azonban mégis azt emeli ki, hogy a folytonos dinamikai rendszerekben az állapotok nem szimbolikusak és nem diszkrét. Ennek megfelelően két állapot között mindig találni harmadikat. Az állapotokat valóságos időbeli távolság választja el egymástól, nem csak sorrendet jelentenek. Így aztán lehetséges például az is, hogy a "fontos" állapotok ne egyforma távolságra legyenek egymástól, holott - ha így különböztetjük meg őket - közvetlenül egymás után következnek.

A legmagasabb releváns oksági szint fogalmához azt kell elképzelnünk, hogy egy számítógépet megértenénk-e, ha csak dinamikai rendszernek tekintenénk. Valószínűleg nem értenénk meg, mert azt látnánk csupán, hogy a vezérlő mű összevissza rángatja a fejet a

szalag fölött. Ennek megértéséhez be kell vezetni egy újabb, a logikai vagy szimbolikus szintet, amelyen a mozgás újra szabályszerű lesz, és ezek a szabályok irányítják. A dinamikus rendszer megértéséhez viszont nem kell bevezetni semmilyen segédeszközt, a dinamikus rendszer, mint dinamikus rendszer megérthető. A kétféle rendszernek tehát más lesz a legmagasabb releváns oksági szintje.

Most már készen állunk a dinamikus hipotézis megfogalmazásához. A dinamikus hipotézis egyszerűen a fizikai szimbólum hipotézis ellentétpárja. A dinamikus hipotézis szerint ugyanis egy kognitív rendszer nem más, mint egy dinamikai rendszer - ugyanúgy, ahogy például egy mechanikai rendszer sem más, mint egy dinamikai rendszer. (A terminológia nagyon fontos, tessék megfigyelni.)

A dinamikus hipotézist kibontva látszik, hogy az sokmindent állít. Állítja például azt, hogy a kognitív rendszerek nem egyszerűen leírhatók dinamikus rendszerekként (hiszen szinte bármilyen fizikai rendszer leírható dinamikus rendszerként) - hanem ez a legmagasabb releváns oksági szintjük. Más szóval, a dinamikus hipotézis szerint a kognitív folyamatok dinamikus rendszerekként megérthetők. Még másként kifejezve azt mondja, hogy a kognitív ágensek nem mások, mint dinamikai modellek megvalósításai. Állítja továbbá a dinamikus hipotézis azt is, hogy a klasszikus kognitívizmus valamennyi fogalma és nézőpontja irreleváns a kognitív folyamatok megértése szempontjából. Utóbbihoz a hipotézis szerint a dinamikus rendszerek fogalmai szükségesek (és elégségesek is). A következőkben először is áttekintjük e felfogás egyes részleteit, a dinamikus hipotézis saját szemszögéből nézve.

A tudás és reprezentáció kérdése. A klasszikus felfogás szerint a kognitív tudomány reprezentációkkal, valamint az általuk kifejezett tudással, és ezek transzformációival foglalkozik. A dinamikus hipotézis tárgya egészen más. A dinamikus hipotézis ebben az értelemben radikálisan anti-reprezentacionista. Véleménye szerint nincs szükség a reprezentációkra a kogníció megértéséhez. Ugyanakkor (mint van Gelder több helyen taglalja) nem zárja ki a reprezentációk és a tárolt tudás meglétét, csak megfosztja ezeket oki ható erejüktől.

A fizikai szimbólum hipotézishez való viszony. A fizikai szimbólum hipotézis mindig is hivatkozott dinamikus jellegű, elmén kívüli részekre, miközben az eredetien kognitív folyamatokat nem dinamikusnak tekintette. Nem tudott állást foglalni azzal kapcsolatban, hol a határ. A kognitív tudomány első évtizedeiben majdnem minden perceptuális és motoros tevékenység is a fizikai szimbólum hipotézis nézőpontjából került tárgyalásra. Mára e területek csendben sorra átadódtak a dinamikus nézőpontot követő kutatásoknak. A dinamikus hipotézis egyszerűen azt fogalmazza meg, hogy nincs olyan határ, mint amit a fizikai szimbólum hipotézis tologat. A fizikai szimbólum hipotézis érvényességi birodalmának terjedelme nulla, a hipotézis eliminálható, a szimbolikus elme nulla átmérőjűvé zsugorodik. A dinamikus hipotézis szerint a kognitív szint közvetlenül a dinamikus szint.

Anti-szolipszizmus. Mivel a fizikai szimbólumrendszer szimbolikus, ezért a bemenet-kimenet viszonyal, végső soron a szimbólumok eredetével nem volt kénytelen foglalkozni. Mivel a dinamikus hipotézis által érintett rendszerek folytonosak, ezért a kogníció a három egység (a bemenet, a kimenet és a kognitív rendszer) folyamatos egységében, szimultán interakciójában tanulmányozható. A kogníció tehát a világ része. Ide kapcsolódik a következő szempont is.

Beágyazottság. A dinamikus hipotézis a kognitív rendszert, a testet és a külvilágot jellegében egymáshoz hasonlóan írja le, mindegyiket dinamikus rendszerként képzelve el. Nem elvi probléma tehát a számára inger, válasz és kogníció összekapcsolása, a kogníciónak a testbe és a világba való beágyazása, sőt ez automatikusan teljesül, csak a modellek részleteit kell megválasztani.

Az idő és a változás megragadása. A dinamikus rendszerek időbeniek és változó mennyiségekkel operálnak, a szimbolikus rendszerek ezzel szemben statikusak és időmentesek. Ezért a dinamikus hipotézis alkalmas lehet a kogníció fejlődési aspektusának megragadására, többszörös időskálák egymáshoz kapcsolására, emergens, az időben megjelenő jelenségek kifejezésére.

A konnekcionizmushoz való viszony. A konnekcionista rendszerek speciálisan megépített és speciálisan értelmezett dinamikus rendszerek. A konnekcionizmus retorikája a dinamikus rendszerek általános szóhasználatát idézi, de ez félrevezető. A konnekcionista rendszer egy séma csupán, ahol minden komponens egyenlete azonos, és csak a paraméterek állíthatók. A dinamikus hipotézis tetszőlegesen általános dinamikus rendszereket enged meg. A konnekcionista rendszerek tanulmányozása a tanulásra és az adaptációra szorítkozik, nem foglalkoznak a kogníció számára szükséges kritikus tulajdonságok meglétének igazolásával. A konnekcionista rendszerek, bár felépítésük mást is lehetővé tenne, statikus inputokkal dolgoznak, ahol időben elkülönül a bemenet prezentációja és a feldolgozás (ld. Berkeley 1997). A konnekcionizmus csupán a komputációs megközelítés egy változata, ahol az aktivációs mintázatok veszik át a szimbólumok szerepét. Megmarad azonban a szimbolikus szint jelentősége és a reprezentációk oki szerepe, vagyis éppen az, amit a dinamikus hipotézis elutasít. (Van Gelder a konnekcionizmussal szemben különösen határozott, valószínűleg mivel - mint maga meséli - éppen a konnekcionizmusnak a saját ígéreteihez képest szorító korlátai motiválták a sokkal általánosabb és szélesebb átfogású dinamikus hipotézist.)

Tim van Gelder a dinamikus hipotézis bemutatásakor rögtön jó néhány lehetséges és valós kifogásra is válaszol. A fentiek jobb megvilágítása érdekében ezek közül is lássunk néhányat. A kifogások egyik csoportját alkotják azok, amelyek szerint a dinamikus hipotézis semmitmondó, triviális. Mint lényegében láttuk, van Gelder válasza erre az, hogy a hipotézis nem egyszerűen egy lehetséges leírást keres a sok közül, hanem a megértés megfelelő eszközét kutatja - nem annyit állít, hogy készíthető dinamikus modell, hanem azt, hogy ez az egyetlen megfelelő modell a kognícióra.

Egy másik csoportba azok az észrevételek tartoznak, amelyek a számítógépek és a dinamikus rendszerek közötti különbséget vonják kétségbe. Ezek között vannak erőltetettek, például, hogy a számítógép állapotain is értelmezhető távolság vagy idő. Ez érdektelen. És vannak tartalmiak, mint az, hogy minden dinamikus rendszer átfogalmazható automatává, tehát számítógéppé, és minden számítógép átfogalmazható folytonos rendszerré. A dinamikus hipotézis szerint azonban a különbség még ekkor sem tűnik el, mert a dinamikus rendszer nem végez műveleteket szimbólumokon.

Fontos kérdés, hogy a dinamikus rendszer a kogníció szempontjából nézve csak leírás-e, vagy pedig, mint ígéri, magyarázat. Van Gelder szerint természetesen az utóbbi, és ennek alátámasztásához a bolygók mozgását hozza fel példának. A bolygók mozgásának ugyancsak dinamikus magyarázata van, mondja, és ebben nem találunk semmi furcsát. Miért ne működhetne akkor egy hasonló magyarázat a kognícióra is? Ide kapcsolódó kifogás, hogy a dinamikus egyenletek nem kognitív szempontból írják le az elmét. A válasz: de igen, ha a

kognícióra használt speciális dinamikus rendszereket megtaláljuk. A vitákban (ld. Kampis 2000a) számos egyéb kifogás és válasz került még megfogalmazásra, itt azonban ezektől eltekintünk, és ezzel lezárjuk a dinamikus hipotézisnek a saját szempontjai szerinti bemutatását.

Egy alkalmazás: a mozgáskoordináció fejlődési modellje

A dinamikus hipotézis részben azért fogalmazható meg önálló nézetrendszerként, mert már korábban sokan ennek szellemében dolgoztak. Most egy ilyen példát tekintünk meg. Azért beszélhetünk alkalmazásról, mert a tárgyalás megismétli és felerősíti van Gelder szavait. Egyben lehetőséget teremt arra, hogy értelmezzük a dinamikus hipotézis imént bemutatott fogalmait.

Esther Thelen, az Indiana egyetem fejlődépszichológusa a test és az elme közötti hasadékokat a közös fejlődésmenetnek tárgyalásával kívánja áthidalni (Thelen 1995, Thelen és Smith 1994, Thelen et al. 2000). A közös fejlődésmenet ténye Thelen számára a gondolkodás egy meghatározott nézetét támogatja, amely szerint test és elme egymástól elválaszthatatlan. Thelen szerint a korábbi fejlődésemleletek dualisták, saját fejlődésemleletét a "megtestesült kogníció pszichológiájából" (Johnson 1987) származtatja³. Ez a jelentés, a nyelv valamint a nyelven kívüli köznapi tapasztalatok között létesít kapcsolatot. A kapcsolat ténye arra utal, hogy az elme, legalábbis részben, a testhez kötődő elemi élmények révén működhet. A tartály, az út, vagy az erő metaforája például beszívárog a nyelvbe és a gondolkodásba, behatolva olyan mondataink és kifejezéseink értelmezésébe is, mint a "nem tartok még ott", a "belelátok" és hasonlók - vagyis valószínűleg szinte minden, a nyelvvel összefüggő ténykedésünkbe. Vagyis feltehető, hogy a nyelv és az elme ezekre az elemekre épül rá, és a nyelv csak beleugrik (íme egy tartály-mondat) a nyelv előtti jelentésekbe. Nem maga a nyelv ad tehát jelentést, hanem a tapasztalat, amely azonban lényegétől elválaszthatatlanul testi jellegű.

Thelen e nyelvelmélet analógiájaként és élettani alapjait keresve például a fejlődésben lévő gyermek lábának változása és a gyermek mentális fejlődése közötti párhuzamot és oki kapcsolatot keresi. A lábat speciális, több tömegpontból álló rugóként fogja fel, vagyis egyszerű dinamikus rendszerként. Az egyedfejlődés során e dinamikus rendszer működése a rá vonatkozó koncepciók kialakulásában és ezzel párhuzamosan például az erő testileg megalapozott fogalmának ("force embodiment") megjelenésében játszik szerepet. A fejlődés a dinamikus rendszer paramétereinek megváltozásával egyes preferált állapotokhoz és viselkedésekhez vezet, melyek a gondolkodás kezdeteit vezérlik - nem pedig fordítva, mint a szimbolikus modellek alapján várnánk. Szélsőséges esete ennek Thelen és Fischer (1983) felfedezése, hogy a néhány hónapos gyermeknél a járóreflex azért tűnik el, mert a láb súlya ebben az időszakban gyorsabban nő, mint az izmok ereje, nem kell tehát specifikus idegrendszeri magyarázatot keresni. Mobil játékok rugdosásának tanulmányozásával és hasonló eljárásokkal azt is kimutatták, hogy ebben a korban a specifikus idegrendszeri teljesítmények a motoros rendszer egyes dinamikai paramétereivel való aktív kísérletezésen és próbálkozásokon alapuló tanulásból származnak. Ennek során a gyermek tapasztalatra tesz szert az izmok erőfeszítése és a végtag valamint a környezet állapotváltozása közötti

³ Közismert Lakoff (1987), illetve Lakoff és Johnson (1980) munkája a nyelv, a metafora és a testiség kapcsolatáról, erre a következő néhány megjegyzést leszámítva nem térünk ki.

összefüggésről, és ennek alapján kiválaszt néhány, a saját beépített céljai szempontjából sikeres stratégiát. Lehetséges és preferált viselkedés eszerint kéz a kézben fejlődik a test átalakulásával és az ennek során szerzett tapasztalatra épülő mentális struktúrák által hozott döntésekkel. Új viselkedések és problémamegoldási módok válnak lehetővé és régiak hiúsulnak meg. Az akciók tehát iterált módon vezérlik a gondolkodás kialakulását.

Az erővel kapcsolatos korai tapasztalatok Thelen és szerzőtársai szerint azon helyzetek fölötti általánosításból származnak, amelyeket a gyermek az erő alkalmazásával old meg (például, ha lábának mozgását elastikus gumiszalag nehezíti). Minden egyes különböző alkalom, ahol konkrét erő és ellenállás, mozgékonyság, elérhetőség és más testi tapasztalatok nyilvánulnak meg, lehetőséget biztosít arra, hogy ezeket a tapasztalatokat a perceptuális kategóriák mind szélesebb körével egyesítsék, és ez végül elősegíti a fogalomnak a konkrét kontextustól független elsajátítását. Ami kezdetben mászás, valamiért nyúlás, rúgás, járás külön-külön velejárója volt, az a tapasztalat felhőinek kiterjedése és átfedése nyomán olyan közös lényegre enged megragadni, amely később a kogníció és a nyelv minden erre ráépülő rétegében jelen lesz. Thelen véleménye szerint ez az elképzelés lebontja a test és elme dualizmusát, az elme moduláris felfogását, a szimbolikus reprezentációkat és az elme propozicionális modelljeit. Helyébe a dinamikus szemléletben (idézem:) az "én", a személy, az áramlás, az emergens struktúrák, a megtestesülés, a személyesség élménye, a tudat és a képzelet kerülnek (Thelen 1995, 74. old.).

A dinamikus hipotézis megértése

Most megkezdjük a dinamikus hipotézis részletes lebontását. Először olyan észrevételeket és háttérinformációkat közlünk, amelyek révén a dinamikus hipotézis jellege és átfogása precízebben megérthető.

Vegyük észre először is, hogy Thelen fejlődépszichológiája csupán korrelációs rendszer, melynek alapján ő tételesen nem állítja, de nem is állíthatná azt, hogy az elme *azonos* volna azokkal a mondjuk lábbrugdosás során keletkező motoros tapasztalatokkal, amelyek a megfelelő dinamikus rendszer preferált állapotait kijelölik. Thelen modellje más szóval nem magával az elmével foglalkozik, világos ez a fentebb idézett megfogalmazásaiból. Egy dinamikus rendszer ugyanis *önmagában* még nem személyes, nem támogat élményeket, nincs tudata vagy képzelete. Ez a helyzet jól ismert a behaviorizmus történetét figyelmesen tanulmányozók előtt is. Amikor a behavioristák azt mondták, hogy a tudat tanulmányozása felesleges, mert a tudat a neki megfelelő viselkedési korrelátumaival magyarázható (pl. Lashley 1923) - nos, akkor, mint közismert, már szépen fel is használták a tudatot a magyarázat különálló részeként. Ahogy a behaviorista sem tudott így megszabadulni a tudattól, Thelen sem tudja kiiktatni az elmét és lecserélni a láb dinamikus rendszerére pusztán azzal, hogy megmondja, az elme egyes állapotainak milyen motoros aktivitások felelnek meg, illetve, hogy milyen motoros aktivitások alapozzák meg az elme egyes állapotait az egyén élettörténetében. Ez csak két szint közötti párhuzam.

A dinamikus hipotézis tehát legalábbis biceg abból a szempontból, hogy milyen viszonyban áll az elmével. Thelen változatában nem is érinti. Következő megfigyelésünkhöz egy közismert, enyhe paradoxont kell először is felidézünk. A paradoxon az első és a harmadik személyű nézőpont keveredéséről szól. A kognitív tudomány a "harmadik személy" perspektívájából foglalkozik az elmével - nevezetesen a tudományos megfigyelőéből, akinek a vizsgált személy az "ő". Mégis, a kognitív tudományt érdeklő kérdések és fogalmak

többsége az önmegfigyelésből, vagyis az első személy nézőpontjából származik. (Ez azért enyhe paradoxon csupán, mert a kognitív tudós, ha jól végzi a dolgát, ezeket a fogalmakat előbb-utóbb ki fogja dobni, vagy meg fogja alapozni a harmadik személy perspektívájából.) Az előbb a tapasztalatról, a képzeletről, az egyénről volt szó. Az egyik kulcsfogalom, mely ezekkel összefügg, az élmények (első személyű nézőpontot tükröző) fogalma. Az ehhez kapcsolódó kérdés a qualia-probléma néven ismert. Honnan származnak az élmények? Vannak, akik ezt eleve dualista kérdésnek nevezik - de ez nem változtat azon, hogy a dinamikus egyenleteknek nincsenek élményeik. Abszurd volna azt feltételezni, hogy igen. És ez sem magyarázna semmit. Ettől sem értenénk jobban a színeket és a fájdalmat (hogy a két leggyakrabban idézett érzetminőségre utaljunk). Ezek az egyszerű észrevételek már azt sejtetik, hogy alapvető félreértésben van az, aki a dinamikus hipotézist az elme teljeskörű elméleti alapjaként kívánja értelmezni.

Az érzetminőségek problémája egyébként valóságos. Caianiello olasz fizikus már a hatvanas években - a maga korában úttörő módon - dinamikus elmemodellekkel foglalkozott (pl. Caianiello 1961). Egy elektroncsövekkel működő hatalmas "gondolkodó gépet" is épített. A gép izzólámpás kijelzőkkel rendelkezett, amelyek bizonyos kiválasztott elektroncsövek állapotát jelezték. A legendák szerint Caianiello leült a gép elé, nézte a villogó lámpákat, majd azt mondta: nem szabad kikapcsolni, mert gondolkodik és érez. Bár a történetet belengi valami, amitől félmosolyra húzzuk a szánkat, de honnan tudjuk, hogy nem volt igaza? Nem tudjuk, de sejtjük; ha Caianiello gépe (mely csak a szokásos elektroncsöves áramköröket tartalmazta) gondolkodott és érzett, akkor valószínűleg gondolkodik és érez a szövegszerkesztő és a kenyérpirító is (de megint csak, ettől nem értettünk meg semmit a gondolkodásról és az érzésekről).

Mi vajon a helyzet van Gelderrel? Nézzük, mit mond ő a dinamikus hipotézis és az elme viszonyáról. A válasz egy része sajnos magában a terminológiában rejlik. Van Gelder a dinamikus hipotézisre vonatkozó írásaiban feltűnően kerüli az "elme" szót, helyette kogníciót mond. Nem egészen tisztességes módon más munkáiban fejt ki azután, hogy az elmét és a kogníciót az agy két meglehetősen különböző aspektusának tekinti. A dinamikus hipotézis csak ezen írások fényében érthető meg. Álljon itt egy kiválasztott idézet (van Gelder 1999)-ből:

Tudományos és filozófiai hagyományainkat egyaránt az a feltételezés uralja, hogy az elme és a kogníció azonosak. Csaknem mindenki, a dualistáktól a funkcionalistákon át a nyakas neurobiológusokig azt hirdeti, hogy az elme olyan állapotok és folyamatok alkotta belső világ, amelyek kauzálisan felelősek bonyolult viselkedéseinkért. Descartes, Fodor és Churchland ebben boldog ágytársak; csupán abban van közöttünk nézetkülönbség, hogyan kell szerintük azt a belső izét a legjobban leírni.

Ha az elme egyszerűen kogníció, akkor a kognitív tudomány az elme tudománya. [.. De] Ryle-nak lényegében igaza volt. Az elme nem ugyanaz, mint a kogníció. Ontológiai jellegüket tekintve különböznek. Hogy miért? Ennek egyik oka az, hogy az elmében vélekedések vannak, a vélekedések elkötelezettséggel járnak, az elkötelezettségek pedig, mint Brandom kimutatta, nem részei a dolgok kauzális rendjének. Mindez nem jelenti a kogníció jelentőségének lebecsülését. A kogníció az elme fontos ontológiai alkotórésze. Ahelyett azonban, hogy az elmére úgy gondolnánk, mint a viselkedés motorjára, most a kognícióra gondoljunk úgy, mint ami az elme belső motorja.

Ha az elmének a tudományhoz való viszonyát így fogjuk fel, ennek két fontos következménye van. Először is, a kognitív tudomány nem magának az elmének, hanem csupán az elme egyik fő alkotórészének a tudománya. A kognitív tudomány nem szolgáltathatja a teljes történetet az elméről, mert a kognitív tudomány kauzális mechanizmusokkal foglalkozik, és az elme több, mint a kauzális mechanizmusok összessége. Az elme nem tekinthető tudományos tárgynak csupán azért, mert a kogníció tudománya sikeres.

Másodszor, a szokásos módon felfogott elmét nem fenyegeti az a közvetlen veszély, hogy a kognitív tudomány kiiktassa. A kognitív tudománynak csak akkor volna teljes hatalma az elme természetét illető kérdésekben, ha az elme egyenlő volna a kognícióval. Mivel az elme több ennél, ezért korlátai vannak annak, hogy milyen hatással lehet a kognitív tudomány az elme mibenlétének megértésére.

A Brandomra és Ryle-ra vonatkozó hivatkozások (a cikk további részeivel egyetemben) nyilvánvalóvá teszik, hogy van Gelder a társas externalizmus felfogását teszi magáévá az elme természetével kapcsolatban. A társas vagy másnéven szociális externalizmus Wittgenstein (1953/1992), Ryle (1949/1974) és újabban Tyler Burge (1979) nyomán halad. A klasszikus kognitív tudomány módszertani individualizmusával szemben azt tartja, hogy az elme nem ér véget az egyén határainál - magyarul, hogy egyetlen embernek nem is lehet elméje, mert az elme alapvetően tágabb annál, lényegét tekintve társas képződmény. E szemlélet közismert forrása vagy motiválója Wittgenstein, akinek a privát nyelv lehetetlenségéről szóló tanítása, a jelentés általa megfogalmazott használatelvű felfogásával együtt azt sugallja, hogy a mentális állapotok meghatározása, durván szólva, társadalmi kérdés. A történet azonban itt két részre szakad. Van egy interpretációs és egy realista folytatása. Az interpretációs nézet szerint (ezt vallja van Gelder és Brandom (1994)) a mentális állapotok - vagy legalábbis bizonyos mentális állapotok, mint például a vélekedések - teljes egészükben társadalmi konvenciók, melyeknek épp ezért nincs és nem is lehet oki hatásuk. Az elméről való szokásos beszéd csak egy mód, egy hozzáadott értelmezés, ahogyan az emberek közössége beszámol a kauzális eseményekről.

A társas externalizmus realista elképzelése szerint ezzel szemben minden mentális állapot oki hatású, de ez az állapot nem egészében az egyénen belül keresendő. Ezt legjobban a szupervenienca vagy ráépülés fogalmával lehet kifejezni: a mentális állapotok nem egyszerűen az egyén agyi állapotaira épülnek rá, valami magasabb szint részeként, hanem több egyén agyi állapotaira közösen. Elképzelhetjük ezt annak mintájára, ahogyan a gének működnek az élő rendszerekben. A gének szerepe ugyan oki jellegű, de érvényesülésükhöz megfelelő kémiai környezetre van szükség. Abból kiemelve az oki jelleg és bizonyos értelemben maga a gén mint gén megszűnik. Ott marad valami struktúra, aminek azonban egyedül nincs meg a működési képessége. A hasonlat pontosabb lehet, mint az első ránézésre gondolnánk - számos génnek, például a szaporodást vezérlő géneknek (de nem csak azoknak) éppen a fajtársak jelenlétére van szüksége ahhoz, hogy működjenek. A hasonlatból a konklúziót leszűrve: az externalizmus realista felfogása tehát azt mondja, hogy a mentális állapotok szupervenienca alapja, vagyis más szóval, az, amire a mentális állapotok mint "magasabb szint" ráépülnek, tágabb az egyénnél: az egyének közössége.

A dinamikus hipotézis nem egyszerűen externalista, hanem egy ontológiailag heterogén elméről szól. Ne feledjük, végül is nemcsak az interpretációkat, hanem a működő kognitív struktúrákat is az elme részének tekinti (van Gelder 1995a):

A fentiekből következik: Descartesnek igaza volt abban, hogy az elme ontológiailag különbözik a testtől vagy általában a fizikai világtól. A fizikai világ ugyan komplex, de ontológiailag nem heterogén; ennél fogva az elme és az anyagi világ különböző ontológiai kategóriákba tartoznak. Az elme úgy különbözik a testtől, ahogy a nemzetgazdaság különbözik a gyáraktól. De ha ezt mondjuk, nem lép fel az a probléma, hogyan hatnak kölcsön egymással az ontológiailag különböző dolgok. Az elme és a test között nincs oki kölcsönhatás, nem jobban, mint ahogy a nemzetgazdaság és a gyárak, az amerikai alkotmány és az állampolgárok, vagy a humorérzék és a nevetés között van. Az elme bizonyos alkotórészei ugyanakkor nagyonis kauzális kölcsönhatásban állnak a fizikai világgal, de ezek az alkotórészek ténylegesen fizikailag is épülnek fel.

Az, hogy van Gelder interpretációs nézete a mentális világot lényegében a társadalmi fikciók körébe utalja (még akkor is, ha ezek nagy becsben tartott társadalmi fikciók), világos, hogy

sokat levon a dinamikus hipotézis radikalizmusából. A fejünk lényegében két érdektelen részre esik most szét - egy kognitívra, amely fizikai, és nem elme-szerű (vagyis a kognitív tudomány bevett hagyományai számára ezért keveset mondó), és egy mentálisra, amelyről viszont van Gelder szerint nincs is mit sokat mondani: élni kell benne, akkor van, és kész.

A dinamikus hipotézis problémái

A fentiekben már számos problémát azonosítottunk, de ezek eddig csak a hipotézis jobb megértését szolgálták. Most a dinamikus hipotézis olyan kiragadott részleteibe hatolunk bele, ahol konkrét tévedéseket vagy vitás kérdéseket találunk. Bizonyos önkénnyel, és csökkenő technikai részletességgel, hat szempontot fogunk megbeszélni. A reprezentáció problémáját, a számítógép és dinamikus rendszer viszonyát, a "számítógép karikatúrája" problémát, a magyarázat és görbeillesztés kérdését, az "elme mint mozgás" retorikát és végül van Gelder dinamikus amatőrizmusát.

A reprezentáció problémája. Szóhasználatában a dinamikus hipotézis radikálisan anti-reprezentacionista. A BBS cikkben van Gelder például ezt írja (van Gelder 1998):

2.3.9. Anti-reprezentacionizmus. A digitális számítógépekkel szemben a dinamikus rendszerek nem eredendően reprezentációsak. A dinamikus megközelítést követők egy kicsiny, de befolyásos csoportja a reprezentáció fogalmát nélkülözhetőnek, sőt gyakorlati céljaik szempontjából akadálynak találja. A dinamika hatékony keretet nyújt a kogníció olyan modelljeinek kifejlesztésére, amelyek a reprezentáció problémáját teljesen megkerülik. A feltételezés, hogy a kogníciónak reprezentációkkal kell járnia, részben azon alapul, hogy nem tudják elképzelni, hogyan lehetne képes kognitív teljesítményeket mutatni egy reprezentációk nélküli rendszer.

A dinamikus hipotézis anti-kartezianizmusa nem is hagy nagyon más lehetőséget, mint a fenti. Ha ugyanis *egyáltalán* nem választjuk szét a testet és az elmét (pontosabban, mint megbeszéltük: a testet és a kognitív rendszert), akkor a kogníció nem lehet a világ képe. Hiszen ahhoz, hogy a világ képéről egyáltalán beszélni lehessen, vagy azt egyáltalán el lehessen képzelni, már két *külön* dolgot kell magunk elé idézni, mondjuk az A-t és a B-t, ahol a B az A-nak a képe lehet.

Van Gelder visszetérő példája a centrifugális regulátor (pl. 1995b). Egy gőzgép fordulatszámának szabályozása például megoldható úgy, hogy valamilyen érzékelő és beavatkozó eszközök segítségével vesszük igénybe, és kettő között egy számítógéppel a pillanatnyi fordulatszám valamint a kívánt fordulatszám alapján kiszámítjuk a szükséges szelep-állításokat. Ez felelne meg a szimbolikus, reprezentációs modellnek. Vagy megoldhatjuk úgy, ahogy James Watt tette, hogy építünk egy analóg rendszert, amely egy dinamikus rendszer fizikai megvalósítása, és amelynek a gőzgép tengelye által vezérelt saját mozgása minden számítás és reprezentáció nélkül megfelelően nyitja és zárja a szelepeket, ha a fordulatszám megváltozik.

W. Bechtel (1998) és mások azt vetik van Gelder szemére, hogy a centrifugális regulátor is pontosan ugyanazokat a műveleteket végzi el, amelyeket ő szimbolikusnak és reprezentációsaknak nevez. Ha ugyanis meg akarjuk érteni a működését, kiderül, hogy a regulátor mozgása éppen az egyik lehetséges vezérlő algoritmust valósítja meg, ahol a fizikai leírás alapelemei, mint a sebesség vagy szelep pozíciója, pontosan azok lesznek, amelyek a szimbolikus számítás alapjául is szolgálnak. Van Gelder válasza (1998) erre az, hogy a

dinamikus rendszerben nem a reprezentációkkal folyik a műveletvégzés. Vegyük észre, hogy ez nem más, mint a szokásos konnekcionista fogalmazás. Smolensky (1988) vagy A. Clark (1996) a konnekcionista rendszerek sajátosságaként említi, hogy az ábrázolás és a műveletvégzés egységei nem esnek egybe. De vajon mit jelent ez?

Ezen a ponton méhkasba nyúlunk. Reprezentáció alatt sokmindent értenek, például egyszerűen helyettesítőt (mint N. Goodman (1978, 60. old.), aki szerint a reprezentáció lényege a denotáció), vagy szabadon manipulálható helyettesítőt (mint a nyelvi indíttatású reprezentáció-elméletek, például a "gondolat nyelve" hipotézis). A poszt-behaviorizmusban az "ingerfüggetlen reprezentáció" azt jelenti, hogy van az elmében valami, ami nem egyszerűen megfelel a külső ingereknek vagy helyettesíti azokat, hanem független tőlük (ez Tolman és MacFarlane híres kísérleteinek modern értelmezése, Tolman és Hanzik (1930), MacFarlane (1930)). Rokon ez a függetlenségi koncepció a szimbólumok definíciójával a szemiotikában. A szemiotika által alkalmazott egyik közismert felosztás szerint a jelek lehetnek ikonikusak, indexikusak vagy szimbolikusak. Valószínű, hogy minden jel alkalmas valamiféle reprezentációként (és viszont: mindaz, amit reprezentációnak tekintünk, jelnek nevezhető), de egyedül a szimbólum az, amely nemcsak helyettesít, hanem a reprezentálttól független és manipulálható.

A konnekcionizmus vitái az *explicit* és *implicit* reprezentáció fogalmai körül forogtak. Implicit reprezentációk például az interpretációk és a leírások, így a fordulatszám a centrifugális regulátornál. Lehet azt mondani, hogy a forgó kétkaros pörgettyű emelkedési szöge ebben az értelemben "tudja" vagy "kifejezi" a fordulatszámot. Explicit reprezentációk azok, amelyek más reprezentációkká kombinálható. A konnekcionizmus nevezetes bírálatában Fodor és Pylyshyn (1988) azzal utasította el a konnekcionista rendszereket, hogy azok, lévén, hogy implicit reprezentációkat használnak, nem lehetnek képesek produktív, szisztematikus és kombinatorikus műveletekre. Azok a konnekcionisták, akik e szempontot komolyan veszik, azt próbálják meg kimutatni, hogy a konnekcionista reprezentációk mégis a kívánt szintaktikus struktúrával bírhatnak anélkül, hogy explicit reprezentációk lennének. Smolensky (1990, 1995) és mások mellett ebben a csoportban találjuk van Geldert (1989, 1990). A kérdés áttekintésére lásd (Aydede 2000).

A konnekcionista rendszerek és a dinamikus rendszerek tehát egyaránt implicit reprezentációkkal dolgoznak. Ezzel az elképzeléssel azonban a dinamikus hipotézis fényében mégis van egy alapvető probléma. Ha van Gelder szerint a reprezentációk *általában* nem kauzális ágensek, hanem csupán interpretációk, akkor ezzel megszűnik a különbség explicit és implicit reprezentációk között. Az explicit reprezentáció fogalma ugyanis csak a reprezentációs realizmus keretében értelmezhető, mert az explicit reprezentáció feltételezése szerint a reprezentációk olyanok, mint a tárgyak. Vagyis a reprezentációk e feltevés szerint valódi dolgok, amikkel mindenfélet lehet csinálni, és ettől még mindig reprezentációk maradnak. Ha van Gelder elutasítja a reprezentációs realizmust, akkor el kell utasítsa az explicit reprezentációk ontológiai különbözőségét is az implicit reprezentációktól, ekkor minden reprezentáció implicit reprezentáció lesz. És akkor az ember nem mondhat olyat, hogy a centrifugális regulátor nem reprezentációs működésű, a digitális algoritmus meg igen.

Természetesen a fentiek nem azt jelentik, hogy ne volna *semmi* különbség egy centrifugális regulátor és egy szoftver alapú vezérlés között. Valószínűleg van, de (mint látjuk) ez nem abban áll, hogy az egyik reprezentáció alapú, a másik pedig nem⁴.

A számítógép karikatúrája. Van Gelder a komputációs modellek megbeszélésekor azok gúnyrajzát festi. Nem kell a klasszikus kognitív tudomány hívének lenni ahhoz, hogy meglássuk, megjegyzései inkább az érzelmekre, mint az észre hatnak.

Egy helyen (van Gelder 1996) például azt írja, hogy a zenehallgatás komputációs modellje úgy működne, hogy először az egész zenedarab akusztikus mintázatát el kell tárolni egy bufferben, hogy a felismerő algoritmus azon dolgozhasson, és csak ha az algoritmus elvégezte a dolgát, akkor menne tovább az információ az elme további részei felé, ahol a zene tudata ébred. De mi valódi emberek a dallamokat már menet közben felismerjük, amikor még nincsen végük. Jellegzetes, hogy van Gelder ebből azt a következtetést vonja le: ez egy dinamikus rendszer révén kell történnjen, mert ott pontosan ez a fajta szimultán feldolgozás megy végbe, mint amit a fenomenológiai élményből már ismerünk.

Nos, természetesen azzal, hogy elképzelünk rossz, naív, vagy ősi, kezdetleges komputációs modelleket, még nem jellemeztük a komputációs paradigmát és nem tártuk fel a korlátait. Semmi akadály sincs például annak, hogy egy szoftver az analóg rendszerekhez hasonló eltolódó időablakkal dolgozza fel a zenei mintázatokat, és menet közben végezzen felismerést. Ugyanígy: amikor van Gelder úgy beszél (1998), mintha a komputációs elmemodell azt tételezné fel, hogy az elmében a szimbólumokat egy szalagra írják és ott egy Turing-gép, vagyis egy másik rendszer végez rajtuk manipulációkat, ez is szükségtelen dramatizálás. Ennek felel meg az is, hogy a kérdésre, vajon nem egyformán kiszámíthatók-e a dinamikus rendszerek és az algoritmusok, azt válaszolja, hogy nem, mert kiszámítható és kiszámító rendszer között ugyanaz a viszony, mint alkalmazott és alkalmazó, vagyis beosztott és munkaadó között. Ez a kép is azt fejezi ki, hogy a dinamikus hipotézis a kiszámítási paradigmát úgy képzei el, ahol vannak egyrészt a kiszámítás alapelemei, másrészt ezeken külön számításokat kell végezni.

Itt egybemosódik a fizikai szimbólum hipotézis (ezzel a reprezentációs realizmus) és a gépi funkcionalizmus, illetve a kettő bírálata. Mivel azonban ez két külön dolog, ezek nem együtt állnak vagy buknak. A gépi funkcionalizmus csupán azt tételezi fel, hogy az elme állapotai egy algoritmussal leírható funkcionális állapotok. Ennek megfelelően a komputációs felfogás hívei egyszerűen az időbeli viselkedések valamilyen diszkrét közelítését leíró függvényekről beszélnek (kiemelkedő hagyománya van ennek például a mesterséges-intelligencia kutatásban). A következő pontbeli megjegyzéseknek elébe vágva: azt mondják, hogy minden időbeli viselkedés minden diszkrét modellje parciális rekurzív függvény, vagy ezt megvalósító véges automata. Nincsen szó arról, hogy a klasszikus kognitívizmus szerint az elmében egy Turing-gép működne, mármint úgy, ténylegesen, ketyegve, megépítve, ahogy arról van Gelder beszél. Van Geldert az téveszti meg, hogy természetesen van egy matematikai ekvivalencia a véges automaták és a Turing-gépek között, ezzel pedig a véges automaták és az univerzális Turing-gép programjai között. Minden véges automata, vagyis minden rekurzív függvénysémával megadható viselkedés ekvivalensen leírható úgy is,

⁴ Kutatási témaként: el lehetne indulni például azon a nyomon, hogy az egyikben a reprezentációnak tekintett aspektusok egybeesnek a rendszer kauzális leírásában használt változókkal (ez a centrifugális regulátor esete), a másikban pedig nem (ez a helyzet a szoftvernél, ahol a "reprezentációk" ebben az értelemben nem *aktívak*).

mintha egy rögzített, programozható Turing-gép programja lenne. A fizikai inga lengésének a mechanikaival egyenrangú modelljei vannak, amelyek a mozgás algoritmusát valósítják meg. *Ez nem jelenti azt, hogy a fizikai inga egy Turing-gépet tartalmaz, amit ennek megfelelően programoztak.*

Amikor tehát a funkcionalisták arról beszélnek, hogy az elme szoftver az agy számára, ez *nem szükségképpen* jelenti azt, hogy az agy hardver, vagyis hardver értelemben vett Turing-gép a szoftver számára. Ned Block híres, sétáló kínaiakkal vagy száguldó űrhajókkal megvalósított elmékről szóló funkcionista példái jól mutatják ezt (Block 1978). Ezek a példák világossá teszik: bármi, ami az elmével azonos funkcionális leírással rendelkezik, a funkcionalisták szerint ugyancsak elme lesz - függetlenül a hordozójától, beleértve ebbe a külön műveletvégző Turing-gép meglétét vagy hiányát. Az ugyanis, hogy hogyan valósulnak meg az állapot-átmenetek (egy Turing-gép révén vagy más módon), már nem része a funkcionális leírásnak.

Van Gelder persze nem véletlenül tüzel elsősorban a fizikai szimbólum hipotézisre. A fizikai szimbólum hipotézis a funkcionalizmust a szimbólum-manipuláció realista felfogásával toldja meg. Ha valaki tényleg csak azt tekinti szimbolikusnak (és, tegyük hozzá, csak azt tekinti funkcionalistának), amit a fizikai szimbólum hipotézis vagy a gondolat nyelve csinál, akkor közel kerülhet ahhoz, hogy azt kelljen hinnie, az agyban egy külön Turing-gép is működik, ahogyan van Gelder véli. A van Gelder által képviselt bírálóat megfelelő célpontja ezért (egy meglehetősen szûken értelmezett) fodorizmus, miközben retorikájában a konnekcionizmust is maga alá söprö gestussal az egész klasszikus kognitív tudományt igyekszik cáfolni.

Számítógép és dinamikus rendszer viszonya. Az egész dinamikus hipotézis legkényesebb kérdése ez. Van Gelder visszautasít minden olyan próbálkozást, amely a kétféle rendszert közelíteni igyekszik egymáshoz. Emögött - valószínűleg - egyrészt az épp imént megbeszélt hozzáállás áll: hogy a komputer, az nem más, mint valami fejeket rángató, szalagra írogató gép. Másik forrása a számítógépek és dinamikus rendszerek lényegének nem ismerete.

Minimális szóbeli értelmezést leszámítva ugyanis mind a számítógép, mind a dinamikus rendszer, a kemény magvát tekintve, pusztán matematikai rendszer, eszköz bizonyos leírások készítésére és működtetésére. A matematikus - vagy a tudományfilozófus - számára e rendszerek vizsgálata egyszerű, szerény technikai kérdés, mely kevés látványos pontot tartalmaz és nem alkalmas az érzelmek felkorbácsolására. Adott a megfigyelések véges rendszere, amelynek elemei egy rendszer változóinak mintavételezési értékei. Ezen az adathalmazon matematikai függvényeket értelmezünk, melyek segítségével az adathalmaz elemei egymásra képezhetők. E halmazleképezéseket algebrai utasítások (mondjuk számtani vagy logikai műveletek) formájában felírva az adathalmaz elemeit egymásból tudjuk származtatni, "ki tudjuk számítani". Ez nagyjából végtelen sokféleképpen tehető meg. Melyik függvény lesz mármint az "igazi", egy mozgást jellemző adatsor kiszámítására? Nyilván egyik sem, hiszen mindegyik önkényes, és egyik épolyan jó, mint a másik. Ezt úgy fejezik ki, hogy az adatsorok alapján a függvények *alulhatározottak*.

Általában véve is igaz, nemcsak a halmazleképezések és a matematika világában, hogy a tudományos elméletek tapasztalatilag alulhatározottak. Ugyanazt a tapasztalatot nagyon sokféleképpen lehet leírni, úgy, hogy képesek leszünk ennek alapján jósolni, beavatkozni is.

A dolog ott kezd mégis érdekessé válni, hogy ezek a látszólag nagyon különböző leírások jól meghatározott csoportokat alkotnak. Közelebbi vizsgálat alapján kiderül, hogy közülük nagyon sokan ekvivalensek, vagyis szóról szóra ugyanazt mondják. És vannak közöttük kitüntetettek abból a szempontból is, hogy univerzális sémákhoz tartoznak, ami azt jelenti, hogy ezek a függvényfajták valamennyi függvényt képesek utánozni vagy helyettesíteni, a változatlan séma megtartásával és csak ezen belüli, minimális változtatásokkal. Nem ismeretes, hogy pontosan hányféle univerzális függvényséma van. Két jól ismert osztály ezek közül a rekurzív függvényeké és a dinamikus rendszereké. Ezt a két osztályt a függvények nagy osztályából lényegében kizárólag az irántuk való hagyományos érdeklődés jelölte ki. Mind a rekurzív függvényekre, mind a dinamikus rendszerekre bármely függvény ekvivalensen ráképezhető⁵. Speciálisan tehát a szóbanforgó két osztály is egymásra képezhető. Lényegében kényelmi kérdés tehát, hogy a számos ekvivalens formalizmus közül melyiket választjuk, és hogy a két univerzális séma közül melyiknél kötünk ki. A kémikusok például egyaránt használnak diszkrét és folytonos, vagyis végső soron komputációs és dinamikus modelleket a kémiai reakciók időbeni változásainak leírására (ld. pl. Érdi és Tóth 1989). Bár az ilyesféle modellezés szolgáltat meglepetéseket és járhat váratlan negatív eredményekkel, mégis általánosságban azt lehet mondani, hogy ezek mellékjelenségek, amelyek kiegyenlítik egymást. Amit az egyik modellben nem lehet jól kifejezni, azt a másokban igen, s megfordítva. Lényeges vagy elvi különbség nincsen.

Ami a konkrét kérdéseket illeti, kevés fizikus vagy elméleti biokémikus tekinti legitim problémának, vajon az agy *valójában* dinamikus rendszer-e, vagy pedig algoritmusokkal írható le. Mind a kettő lényegében ugyanazt jelenti ugyanis. Tény, hogy a természettudományokban a könnyen kezelhető differenciálegyenletekkel leírt dinamikus rendszerek elterjedtebbek. Ennek számos oka van. Az okok között a természettudományok számára még ma is példaként működő newtoni mechanika éppúgy szerepel, mint az, hogy a legtöbb természettudomány makroszkópikus rendszerekkel foglalkozik, vagyis az elemi fizikához képest roppant "nagy" dolgokkal, amelyeket épp ezért folytonos mennyiségekkel lehet kényelmesen jellemezni. Senki nem szeretne az elemi töltések egész számú többszöröseivel bajlódni.

Egyszóval, van Gelder dinamikus rendszerei az állapot-átmenet sémák szempontjából pontosan ugyanazt mondják, mint Newell és Fodor számítógépei. A különbség abban van, hogy az illető rendszerek változóit realista módon értelmezett szimbolikus reprezentációknak tekintjük-e. Ez azonban olyan kérdés, ami nem e rendszereket jellemzi, hanem bennünket, amint e rendszereket értelmezzük. Más szóval, semmi akadálya annak, hogy a Fodor-féle szimbólumokkal jellemzett komputációs rendszert egy tetszőleges dinamikus rendszerbe áttegyük - és pontosan ez történik, amikor "ráveszünk" egy - mondjuk - fából készült, rudazatokkal és emeltyűkkel működő mechanikai rendszert, hogy játssza el azt, hogy ő egy univerzális Turing-gép, amin Fodor valamelyik elme-programja fut. Miért ne? Aztán ezt a rendszert újra szimulálhatjuk egy másikkal, amelyben már rudak és emeltyűk sincsenek, de ugyanazokkal az egyenletekkel írható le, mint az előbbi. Például valami galaktikus porhalmaz nemlineáris egyenleteinek egyes megoldásaival. És ez még mindig Fodor gépe lesz, Fodor szimbólumaival. Ez nem csak elvi lehetőség, hanem a fizika ténylegesen így használható, sőt *így használjuk* a szimbolikus rendszerek megvalósítására.

⁵ Az itt mondottak a szokásos matematikai fenntartásokkal igazak, amelyek a különböző alaphalmazok fölött értelmezett függvények együttes tárgyalásánál jól ismertek. A rekurzív függvények például az egészezen, a dinamikus rendszerek pedig a valós számtest fölött értelmezettek, és ebből számos techniai nehézség adódik.

Leírás és magyarázat. A van Gelder által korábban megválaszolt bírálatok közül a "csak leírás"-kérdést fogjuk most elővenni. A probléma kiindulópontja: bármely idősorozat pontjai összeköthetők dinamikai rendszerrel. Ez körülbelül ugyanannyira világos, mint az, hogy bármely (véges) idősorozat pontjai a papírra lerajzolhatók. A bírálat szerint a dinamikus hipotézis nem tesz mást, mint hogy egy ilyen görbeillesztési feladat megoldására akarja rábeszélni a kutatókat. Van Gelder e vádat, láttuk, elutasította. Nincs egészen igaza.

Tévedés ugyanis azt állítani, hogy a bolygók mozgását a dinamikai egyenletek magyarázzák. A bolygók mozgását a dinamikai egyenletek természetesen leírják, de nem magyarázzák. Bár csak egy hasonlatról van szó, ez tudománytörténeti szempontból is érdekes kérdés. Kepler és mások jóvoltából már régen megvoltak a bolygómozgás egyenletei, amikor még semmi nem indokolta, hogy miért ezek lennének a helyes egyenletek. Az utókor arrogáns bölcsessége azt állítani, hogy Galilei, Kepler és a kopernikuszi világgép többi követője már ekkor is "helyesen tudta", hogy a ptolemaioszi modell téves. Egészen a gravitációs törvények felfedezéséig jogos vita volt azon, vajon melyik modell írja le a valóságot. Ez a vita egy bizonyos értelemben véget ér a newtoni mechanika megjelenésével - abban az értelemben ugyanis, hogy megjelenik a gravitációs erő, mint a bolygók ellipszis pályájának a *független magyarázata*. Ahogy a bolygók mozgását csak a mozgás alapvető elmélete és a benne szereplő erők tudták megmagyarázni, ugyanígy azt várhatjuk, hogy a kogníciót is csak az elme alapvető elmélete fogja majd magyarázni tudni. És ebből a szempontból a dinamikus hipotézis éppolyan rosszul teljesít, mint a komputációs hipotézis, mert hiányzik belőle a *mentális állapotok mentális jellegének vizsgálata*. Egy helyen van Gelder el is szólja magát:

"Durván fogalmazva, az előttünk fekvő kérdés nem az, hogy mi tesz valamit kognitívvá, hanem hogy a kognitív ágensek *hogyan működnek*." (Van Gelder 1998, eredeti kiemelés).

Az elme mint mozgás. A dinamikus mozgalom programadó könyve ezzel a nagyon filozófikus címmel jelent meg. A kifejezés bevonult a szakmai köztudatba. Ez nem véletlen. Van Gelder és Port (1995) és van Gelder (1998) a dinamikus felfogás egyik kulcsát az idővel, mégpedig a valós idővel való foglalkozással azonosítják. Több helyen *valóságos tartam*-ról is beszélnek. Elme mint mozgás (szemben a statikus szimbólumokkal), változás, idő, tartam: a filozófiát ismerők számára ezek könnyen azonosítható hívószavak. Preszókratikus asszociációkat idéznek, a preszókratikusok modern ellenfeleiként többek között Bergsonra és Whiteheadre céloznak. Állandóság és mozgás szembeállítása kétezer év filozófiai vitáinak állandó témája. E viták tétje az, hogy vajon a mozgás és változás látszólagos-e csupán, vagy pedig a világ alapvető természetéhez tartozik. A kérdés eldőlni látszott az elméleti tudományok megjelenésével, amelyek éppen a látszólagos mozgás és a látszólagos változás iránt érdeklődnek, vagyis egyszerűen a *látható* mozgás és a *látható* változás iránt, és a változást azonosítják ezzel a látható változással. A tudomány célja bevallottan a jelenségek magyarázata és nem a világ lényegére vonatkozó elvont spekuláció. Ez a fejlemény a nagyon filozófikus és nagyon absztrakt "végső" kérdést, a mozgás metafizikai kérdését sokáig a háttérbe szorította. A huszadik században azonban Bergson (1907/1992) és Whitehead (1929), bár egészen különböző álláspontokról indulva, újra érdeklődést tudott kelteni a mozgás metafizikai kérdése iránt. A tudománynak a változást leíró modelljeiről ugyanis sorra derül ki, hogy statikusak, mégpedig gyakorlati következményekkel járó módon azok. A különféle folyamatfilozófiák a kémia, a biológia és a társadalomtudományok egyes területein találnak alkalmazásokra, most elég a Prigogine-féle nemegyensúlyi termodinamikára és

alkalmazásaira gondolni (pl. Prigogine 1980). Van Gelder és Port forradalmi szóhasználata ezekhez való kapcsolódást és avantgard tudomány szemléletet ígér.

A dinamikus rendszerek azonban, és ez közismert tény, éppolyan "statikusak" és "közönségesek", mint a komputációs struktúrák. Valós idő helyett úgynevezett "leibnizi időt" használnak, ami azt jelenti, hogy az idő a dinamikus rendszerekben csupán szám. Másként nem is volna lehetséges a dinamikus rendszerek analitikus kezelése. A valós időben ugyanis nem lehet előre-hátra utazgatni, a dinamikus rendszereket viszont épp arra használják, hogy formális műveletek révén ezt megtegyék, és információhoz jussanak a múltból vagy a jövőből (e kérdéseket részletesen elemzi Kampis 1991).

Szerényebb és tudományosabb volna mindezek miatt "a változó elméről" beszélni, hiszen a dinamikus hipotézis nem akar mást mondani, és részleteiben nem is távolodik el ettől a megközelítési kerettől, amely a klasszikus tudományokat mindig is jellemezte. Ha a hipotézisnek van saját ereje, az éppen ebben a kapcsolatban keresendő. Az átalakulás, a látható állapotváltozás szempontja ugyanis valóban hiányzik a kognitívizmus szokásos modelljeiből, jelen van viszont a fizikában és másutt - már évszázadok óta.

Dinamikus amatőrizmus. Mi a dinamikus rendszer? Ez egy jól tanulmányozott kérdés. Itt a filozófia és a társadalomtudományok egy gyakori, ám elkerülhető tévedése érhető tetten Van Gelder részéről. A nyelv révén történő vizsgálódás (ergo a filozófia) elsősorban nem dolgok tulajdonságaival, hanem szavak következményeivel foglalkozik. Aki azt hiszi, hogy a kettő a gyakorlati szempontból ugyanaz, téved. El lehet ugyan képzelni egy tökéletes nyelvet, amelyen egy fogalomról leírtakból akkor és csak akkor következik A, ha a fogalom által jelölt dolog az A tulajdonsággal rendelkezik. Ilyen tökéletes nyelv azonban nem lehetséges, mert a dolgok mindig gazdagabbak, mint a mi fogalmaink. Ezért ha lehet, magát a dolgot kell tanulmányozni, persze sohasem a nyelv segítségével, de nem kizárólag arra hagyatkozva.

Visszatérve a példára, a dinamikus hipotézis vitáiban (Kampis 2000a) megdöbbentő és némileg humoros azt látni, hogy a dinamikus rendszereket nem ismerő és nem értő filozófusok más filozófusok erről szóló írásai alapján vitatkoznak rajta, hogy következik-e A-ból B, és ennek megfelelően, hogy milyenek is azok a dinamikus rendszerek. A dinamikus rendszerek azonban erről mit sem tudnak. Milyen az egyszarvú? Ugyan ki látott egyszarvút? Dinamikus rendszert viszont sokan láttak. A dinamikus hipotézis BBS-beli vitájában meg is jegyzi Jim Crutchfield, a Berkeley-i egyetem fizikusa, a dinamikus rendszerek egyik vezető szaktekintélye, hogy a jelenleg ismert dinamikus rendszereknek kevés köze van ahhoz, amiről itten szó esik - például akkor, mikor Van Gelder a dinamikus rendszerek és a Turing-gépek igen alapvető különbségéről beszél, nem tudva azt, hogy a nyolcvanas-kilencvenes évek dinamikus rendszer-kutatása, különféle matematikai-technikai okoknál fogva elsősorban nem mással, mint a beszédes nevű *szimbolikus dinamikával* foglalkozik (például maga Crutchfield is).

Crutchfield észrevételében egy fontos és szemléletünkkel ellentétes technikai kérdés is rejlik. Van Gelder és a vita több résztvevője számára a dinamikus rendszer egyszerűen a Turing-gépnek egy folytonos és még ezzel-azzal jellemezhető alternatívája. A Turing-gépek univerzálisak, minden, jelekkel egyáltalán leírható viselkedést megvalósítanak. A dinamikus rendszerek ugyanilyen erősek; már említettük, hogy minden megvalósított Turing-gép maga is egy dinamikus rendszer. Mégis durva tévedés volna azt hinni, hogy ez azt jelenti, egy dinamikus rendszer minden lehetséges időbeni viselkedést megvalósít. Távolról sem ez a

helyzet⁶. A dinamikus rendszerek, úgy tûnik, alapvetően mindössze háromféle viselkedésre képesek: ez a fixpont, a határciklus, és a káosz. Ez mindegyik esetben azt jelenti, hogy a rendszer egy idő után "kifulladás", valamilyen értelemben nyugalomba jut, és onnantól már csak azt csinálja tovább. Talán nem nyilvánvaló, de a mostanában sokat emlegetett káosz sem kivétel ez alól. A kaotikus és egyéb nemlineáris rendszerek, bár sok egzotikus dologra képesek, végül - technikai szóval kifejezve - szintén attraktorokra jutnak, akár csak a legegyszerűbb inga vagy a periódikus oszcillátor. Az attraktor az állapottér egy kicsi tartománya, amelyet a rendszer, ha egyszer megtalált, soha többé el nem hagy. A káosz ebben az értelemben önmagában véve ugyanolyan "unalmas", mint a bolygók mozgása.

Az "úgy tûnik" kifejezés az előbb arra utalt, hogy pillanatnyilag csak ezek a viselkedési formák ismertek - tegyük hozzá, hogy több évszázad igen intenzív matematikai és fizikai kutatása alapján. Egyes jelzések szerint azonban mégiscsak *lehetnek* olyan bonyolult dinamikus rendszerek, például egyes parciális differenciál-egyenletek, amelyeknek a hosszú távú viselkedését végtelenül hosszú ideig tartó tranziensek jellemezhetik, vagyis amelyek, vulgárisan szólva, sohasem jutnak nyugalomba. Esetleg itt lehet majd keresni ahhoz hasonló rendszereket, amilyenekről a dinamikus hipotézis beszél. Addig a kifejezésben szereplő "dinamikus" csupán jelzőnek tekinthető, ami általánosságban utal a változásra - nem úgy, mint a "dinamikus rendszer" esetén, ahol egy főnév része, és a változás jól definiált módját jelzi.

Összefoglalás és kitekintés

Ha az eddig mondottakat összegezni kívánjuk, az első pillantásra sötét kép rajzolódik ki előttünk. Nem igaz, hogy a dinamikus rendszerek alapvetően különböznek a komputációsaktól, és nem igaz, hogy nem reprezentációsak. Nem igaz, hogy a komputációs elme szükségképpen nyelvi értelemben véve szimbolikus, és nem igaz, hogy a dinamikus rendszer nem az. Nem igaz, hogy a dinamikus hipotézis az elmével foglalkozik, mindössze a kognícióval - és nem igaz, hogy a megtestesülési modellek többek lennének korrelációs tanulmányoknál. És így tovább.

A dinamikus hipotézis helyzete azonban távolról sem áll ennyire rosszul. Itt mindössze egy pontosságra törekvő elemzés kritikus nagyítóüvegén keresztül tekintettünk rá, és ez félrevezető lehet. A dinamikus hipotézis perspektivikus kutatási irányokat motiválhat és ölelhet magához. Ez részben, ha csúnyán fogalmazunk, annak a "verbális imperializmusnak" is köszönhető, amellyel a dinamikus hipotézis körbejelölte a maga határvidékét. Aki a Monopoly-ban megvette a Váci utcát, annak már csak várnia kell, a többiek előbb-utóbb majd belelépnek és fizetnek. Ha a kognitív tudomány a szimbolikus elme karikatúrájától el akar fordulni, előbb-utóbb "valami dinamikus" kell a helyébe tenni. A dinamikus hipotézis jövője ebben az értelemben biztosan megnyugtató.

De nem kell rosszindulatúnak lenni. A dinamikus hipotézisnek valóban fontos pozitív mondanivalója van. Legyen szabad itt személyes hangra váltanom. Úgy gondolom, a

⁶ A kérdés nyitja az, hogy matematikai szempontból egy rendszer viselkedése egy félvégtelen trajektóriát jelent. Amikor egy konkrét viselkedésre kérdezzük, mi azonban legtöbbször csak egy véges trajektória-szeletre gondolunk, néhány lépésre, mert különben nem lenne ábrázolható a papíron. E véges szeleteket, bármilyen furcsa, a dinamikus rendszerek működése szempontjából nem tartják fontosnak a rendszer aszimptotikus, hosszú távú viselkedéséhez képest. Ezek ugyanis csak tranziensek, magyarul átmeneti szakaszok.

részletektől függetlenül jó az, hogy a dinamikus hipotézis például szintekről beszél, rendszerekről beszél, és, bár itt nem idéztem, de modellekről beszél - egyszóval a tudomány nyelvét beszéli. Sajnos az elmefilozófia és a vele rokon kognitív tudományok leginkább csak pózolnak azzal, hogy ők is ugyanezt tennék, valójában a korai tizenkilencedik század tudományos szemléletét használják fel szókincsük és szemléletük alapjául. Legalábbis erre utalnak a véget nem érő, tudományos színezetűnek álcázott teológiai viták.

Jó az, hogy a dinamikus hipotézis anti-karteziánus, és nem tagadja azt, amit bárki tudhat, aki csak vette a fáradságot, hogy utána gondoljon: hogy az elme folytonos a testtel, hogy a kettő elválasztásának ténye és az elválasztás merev választóvonala önkényes, mesterséges, káros. Jó az, hogy a dinamikus hipotézis elmondja az igazságot a konnekcionizmusról, amit sokan érthetetlen okból a szimbolikus elme egyetlen alternatívájának tekintenek, és a tények helyett saját reklámklipjeivel azonosítanak. Jó az, hogy a megtestesült elme, a szociális externalizmus, az anti-karteziánizmus, és az anti-komputacionizmus között egy alapvetően naturalista szemléletű, tudományosan vállalható kapcsolatot teremt, még ha nem is olyat, ami ebben a formában működőképes lenne. Jó az, hogy az elme egymást támogató rétegeiről és az elme bizonyos heterogenitásáról beszél, jó az, hogy olvastán képtelenség a szolpizisztikus modularitásban hinni. És még több is van benne. Most már csak azt nem tudjuk, *hogyan* lesz a test egy részéből kognitív funkciókat teljesítő, elme-szerű rendszer, de ne akarjunk egyszerre túl sokat.

Hivatkozások

- Aydede, M. (2000): The Language of Thought Hypothesis, *in*: E. Zalta szerk.: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Fall 2000 Edition,
<http://www.illc.uva.nl/~seop/archives/fall2000/entries/language-thought/>
- Bechtel, W. (1998): Representations and Cognitive Explanations: Assessing the Dynamicist's Challenge in Cognitive Science, *Cognitive Science* **22**, 295-318
<http://www.artsci.wustl.edu/~bill/REPRESENT.html>
- Bergson, H. (1907/1987): *Teremtő fejlődés*, Akadémiai, Budapest.
- Berkeley, I.S.N. (1997): Some Myths of Connectionism,
<http://www.ucs.usl.edu/~isb9112/dept/phil341/myths/myths.html>
- Block, N. (1978): Troubles with Functionalism, *in*: Block, N. szerk.: *Readings in Philosophy of Psychology*, Harvard University Press, Boston, MA.
<http://hps.elte.hu/~kampus/books/cog/block.htm>
- Block, N. (1995): The Mind as the Software of the Brain, *in*: D. Osherson, L. Gleitman, S. Kosslyn, E. Smith és S. Sternberg szerk.: *An Invitation to Cognitive Science*, MIT Press, Cambridge, MA.
<http://www.nyu.edu/gsas/dept/phil/faculty/block/papers/msb.html>
- Block, N. (1996): What is Functionalism?, *in*: D.M. Borchert szerk.: *The Encyclopedia of Philosophy*, Supplement, Macmillan, New York.
<http://www.nyu.edu/gsas/dept/phil/faculty/block/papers/functionality.html>

- Brandom, R. (1994): *Making it Explicit*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Brooks, R. A. (1991a): Intelligence Without Representation, *Artificial Intelligence Journal* **47**, pp. 139--159.
<http://www.ai.mit.edu/people/brooks/papers/representation.pdf>
- Brooks, R. A. (1991b): New Approaches to Robotics, *Science* **253**, pp. 1227--1232.
<http://www.ai.mit.edu/people/brooks/papers/new-approaches.pdf>
- Burge, T. (1979): Individualism and the Mental, in: P. French, T. Uehling and H. Wettstein szerk.: *Studies in Metaphysics*, Midwest Studies in Philosophy Vol IV., University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Caianiello, E. (1961): Outline of a Theory of Thought-Processes and Thinking Machines, *Journal of Theoretical Biology* **1**, 204 - 235.
- Chalmers, D. (2000): *Contemporary Philosophy of Mind: An Annotated Bibliography*, Part 3: Metaphysics of Mind
<http://www.u.arizona.edu/~chalmers/biblio/3.html>
- Clark, A. (1989/1996): *A megismerés építőkövei*, Osiris, Budapest.
- Descartes, R. (1641/1994): *Elmélkedések az első filozófiáról*, Atlantisz, Budapest.
<http://hypatia.wright.edu/DesCartes/Meditations.html>
- Érdi, P. és Tóth, J. (1989): *Mathematical Models of Chemical Reactions*, Princeton Univ. Press, Princeton, N.J.
- Fodor, J. (1968): *Psychological Explanation*, Random House, New York.
- Fodor, J. (1975): *The Language of Thought*, Crowell, New York.
- Fodor, J. (1985): Fodor's Guide to Mental Representation: the Intelligent Auntie's Vademecum, *Mind* **96**, 76-100.
magyarul: Fodor kalauza a mentális reprezentációhoz: az intelligens nagynéni segédlete, in: Pléh, Cs. szerk.: *Kognitív tudomány*, Osiris, Budapest.
- Fodor, J.A. és Pylyshyn, Z.W. (1988): Connectionism and Cognitive Architecture: A Critical Analysis, in: S. Pinker and J. Mehler szerk.: *Connections and Symbols*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Goodman, N. (1978): *Ways of Worldmaking*, Hackett, Indianapolis, Indiana.
- Harnad, S. (1990): The Symbol Grounding Problem, *Physica D* **42**, 335-346.
magyarul: "A szimbólum-lehorgonyzás problémája, *Magyar Pszichológiai Szemle* **32-33**, 365-383.
<http://www.cogsci.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Harnad/harnad90.sgproblem.html>
- Johnson, M. (1987), *The Body in the Mind*, Chicago UP, Chicago, IL.

- Kampis, G. (1991): *Self-Modifying Systems*, Pergamon, Oxford.
<http://hps.elte.hu/~kampus/books/sms/>
- Kampis, Gy. (2000a): *A dinamikus elme*. Szöveggyűjtemény az interneten,
<http://hps.elte.hu/~kampus/dinamikus-elme/>
- Kampis, Gy. (2000b): *Bevezetés a kognitív tudományba*. Irodalomjegyzék.
<http://hps.elte.hu/~kampus/tematikak/2000/kogtud-irodalom.html>
- Lakoff, G. és Johnson, M. (1980): *Metaphors We Live By*, Chicago UP, Chicago, IL.
- Lakoff, G. (1987): *Women, Fire, and Dangerous Things*, Chicago UP, Chicago, IL.
- Lashley, Karl S. (1923): The Behavioristic Interpretation of Consciousness,
Psychological Bulletin **30**, 237-272, 329-353.
magyarul: A tudat behaviorista értelmezése, in: Kardos, L. szerk.:
Behaviorizmus, Gondolat, 1970, Budapest.
<http://www.yorku.ca/dept/psych/classics/Lashley/consciousness.htm>
- Lemmen, R. (2000): *Non-Cartesian Cognitive Science*,
<http://www.magneticfields.org/sky/aarc/noncartesian.html>
- MacFarlane, D. A. (1930): The Role of Kinesthesia in Maze Learning,
University of California Publications in Psychology **4**, 277-305.
- Newell, A. (1980): Physical Symbol Systems, *Cognitive Science*, **4**, 135-183 .
- Newell, A. és Simon, H. (1976): Computer Science as Empirical Enquiry:
Symbols and Search, *Communications of ACM* **19**, 113 -126.
- Port, R. és van Gelder, T. J. (1995): *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press. Cambridge, MA.
- Prigogine, I. (1980): *From Being to Becoming*, Freeman, San Francisco, CA.
- Putnam, H. (1960): Minds and Machines, in: S. Hook szerk.: *Dimensions of Mind*,
New York University Press, New York.
- Putnam, H. (1967): The Nature of Mental States, in: W.H. Capitan és D.D. Merrill szerk.:
Art, Mind, and Religion, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.
- Ryle, G. (1949/1974): *A szellem fogalma*, Gondolat, Budapest.
- Searle, J. (1980): Minds, Brains, and Programs, *Behavioral and Brain Sciences* **3**, 417-424.
magyarul: Az elme, az agy és a programok világa, in: Pléh, Cs. szerk.: *Kognitív Tudomány*, Osiris, Budapest.
<http://hps.elte.hu/~gk/books/cog/searle.htm>

- Smolensky, P. (1988): On the Proper Treatment of Connectionism, *Behavioral and Brain Sciences* **11**, 1-23.
magyarul: A konnekciónizmus helyes kezeléséről, in: Pléh, Cs. szerk.: *Kognitív tudomány*, Osiris, Budapest.
- Smolensky, P. (1990): Connectionism, Constituency, and the Language of Thought, in: B. Loewer és G. Rey szerk.: *Meaning in Mind: Fodor and His Critics*, Basil Blackwell, Oxford.
- Smolensky, P. (1995): Constituent Structure and Explanation in an Integrated Connectionist/Symbolic Cognitive Architecture, in: C. Macdonald and G. Macdonald szerk.: *Connectionism: Debates on Psychological Explanation*, Basil Blackwell Oxford.
- Thelen, E. (1995): Time-Scale Dynamics and the Development of an Embodied Cognition, in: R. Port és T. van Gelder szerk.: *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 69-100.
- Thelen, E. és Fischer, D.M. (1983): Newborn Stepping: an Explanation for a "Disappearing" Reflex, *Developmental Psychology* **18**, 760-775.
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C. és Smith, L., B. (2000): The Dynamics of Embodiment: A Field Theory of Infant Perseverative Reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, megjelenés alatt.
<http://www.cogsci.soton.ac.uk/bbs/Archive/bbs.thelen.html>
- Thelen, E. és Smith, L. B. (1994): *A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action.*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Tolman, E. C. és Honzik, C. H. (1930): "Insight" in Rats, *University of California Publications in Psychology* **4**, 215-232.
- van Gelder, T.J. (1989): Compositionality and the Explanation of Cognitive Processes, *Proceedings of the 11th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Ann Arbor, MI, pp. 34-41.
- van Gelder, T.J. (1990): Compositionality: A Connectionist Variation on a Classical Theme, *Cognitive Science* **14**, 355-384.
- van Gelder, T. J. (1995a): The Distinction Between Mind and Cognition, in: Y.-H. Houg és J.-C. Ho szerk.: *Mind and Cognition*, Academia Sinica, Taipei, pp. 57-82.
<http://www.arts.unimelb.edu.au/~tgelder/papers/Taipei.html>
- van Gelder, T.J. (1995b): What Might Cognition be, if not Computation?, *The Journal of Philosophy* **91**, 345-381.
- van Gelder, T.J. (1996): Wooden Iron? Husserlian Phenomenology Meets Cognitive Science, <http://www.phil.indiana.edu/ejap/1996.spring/vangelder.1996.spring.html>

- van Gelder, T. J. (1998): The Dynamical Hypothesis in Cognitive Science. *Behavioral and Brain Sciences* **21**, 1-14.
<http://www.cogsci.soton.ac.uk/bbs/Archive/bbs.vangelder.html>
- van Gelder, T. (1999): Beyond the Mind-Body Problem, in: D.Johnson és C. Erneling szerk.: *Mind as a Scientific Object: Between Brain and Culture*, Oxford University Press, New York.
<http://www.arts.unimelb.edu.au/~tgelder/papers/Beyond.html>
- van Gelder, T. J. (2000): <http://www.arts.unimelb.edu.au/~tgelder/>
- van Gelder, T. J. and Port, R. (1995): It's About Time: An Overview of the Dynamical Approach to Cognition, in: R. Port és T. van Gelder szerk.: *Mind as Motion: Explorations in the Dynamics of Cognition*, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 1-43.
- Varela, F., Thompson, E. és Rosch, E. (1991): *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*, 1991, MIT Press, Cambridge, MA.
- Wheeler, M. (1997): Cognition's Coming Home: The Reunion of Life and Mind, in: P. Husbands és I. Harvey szerk.: *Fourth European Conference on Artificial Life*, MIT Press, Cambridge, MA.
<ftp://ftp.cogs.susx.ac.uk/pub/ecal97/online/F035.ps.gz>
- Whitehead, A.N. (1929): *Process and Reality*, Free Press, New York.
- Wittgenstein L. (1953/1992): *Filozófiai vizsgálódások*, Atlantisz, Budapest.