

# A GÉPEK HALLGATÓLAGOS TUDÁSA ÉS SZIMBÓLUMKEZELÉSE

HÉDER MIHÁLY ÉS PAKSI DÁNIEL

Filozófia és Tudománytörténet Tanszék  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
E-mail: mihaly.heder@filozofia.bme.hu, daniel.paksi@filozofia.bme.hu

## ABSZTRAKT

Az elmúlt években, évtizedekben olyan mértékű fejlődés ment végbe az autonóm működésű robotok területén, amely időszerűvé teszi a tudás és a gépek kapcsolatának vizsgálatát Polányi Mihály hallgatólagos tudás koncepciója alapján. Dolgozatunkban amellet érvelünk, hogy bizonyos gépek hallgatólagos tudással rendelkeznek. Álláspontunk szerint ennek felismerését megnehezíti, hogy gyakran összekeverik a mérnöknek a robot szerkezetéről és működéséről alkotott explicit tudását (például egy program ismeretét) magának a robotnak a hallgatólagos tudásával. Más esetekben az vezet a gépek természetének félreértelmezéséhez, hogy a gép tudása a felhasználó által artikulált szimbólumok átalakításában áll, például számítások elvégzésében. Magukat a szimbólumokat azonban a gép nem tudja, csupán az átalakítás képességével rendelkezik.

**Kulcsszavak:** Polányi Mihály, hallgatólagos tudás, autonóm robotok, gépek, centrum, határfeltételek.

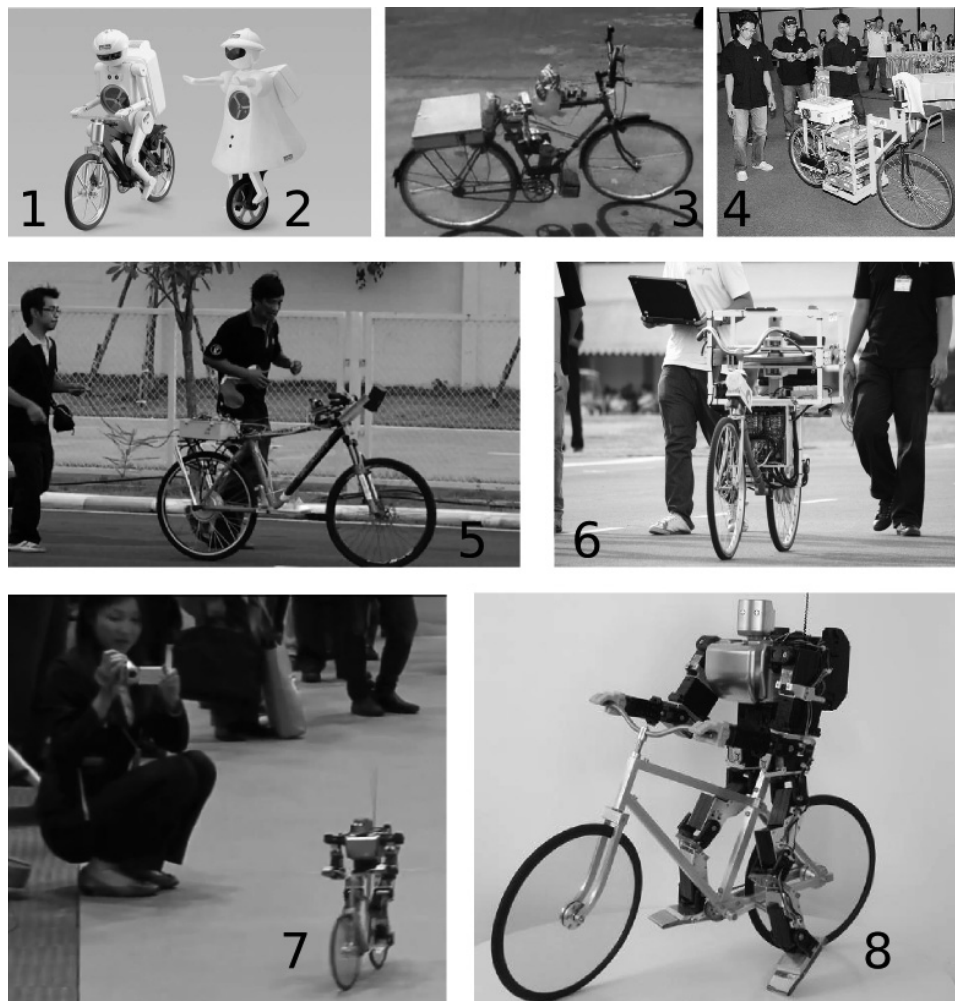
## 1. BEVEZETŐ

Az iRex 2011 nevű technológiai kiállításon a látogatókat sok egyéb érdekesség mellett egy bicikliző robot, a Primer-V2 szórakoztatta.<sup>1</sup>

Mit láttak a látogatók? Egy 40 cm magas humanoid robotot, amelynek műanyag és alumínium végtagjai vannak. A végtagok szervomotorok segítségével mozogtathatók. A robotnak négy, különféle szenzora van, ezek biztosítják a visszacsatolást a központi vezérlőszoftver felé, amely a robot hátizsákjában található, hozzávetőlegesen 1x1 cm méretű számítógépen fut.

A robotnak távirányítója is van, de ezen keresztül csupán olyan típusú utasításokat vár, mint „előre” vagy „állj”. A pedálozást és az egyensúlyozást már önmaga oldja meg. A japán tervező célja, hogy a következő verzióban a robot már az útvonal megtervezését is maga végezze el, így egyáltalán nem lesz szükség a távirányítóra.

<sup>1</sup> Lásd a videót: <http://www.youtube.com/watch?v=mT3vfSQePcs>



1. ábra

- 1) Murata Boy, Murata Manufacturing Co. Ltd., 2005.
- 2) Murata Girl, Murata Manufacturing Co. Ltd., 2007.
- 3) Az Indian Institute of Technology Madras egyensúlyozó robotja, 2008.
- 4) Az Asian Institute of Technology (AIT) hallgatói csapata a BicyRobo Thailand Championship 2010-en.
- 5) A Science and Technology Research Institute (STRI) hallgatói csapata a BicyRobo 2010-en.
- 6) Az iRap hallgatói csapata a BicyRobo 2010-en.
- 7) Masahiko Yamaguchi (alias Dr. Guero) Primer-V2 robotja az iRex 2011-en.
- 8) A Primer-V2 leparkoló.

A Primer-V2 csak a legutóbbi állomás a bicikliző robotok fejlődésében – igazán különlegessé az teszi, hogy giroszkóp és egyéb stabilizáló trükkök nélkül, emberi formájú robot pedáloz egy kisebb méretű biciklin, az irányt kijelölő utasításokat leszámítva teljesen autonóm módon. Ezek a tulajdonságok azonban már más koncepciókban is felmerültek korábban. A humanoid Murata Boy már 2005-ben tekerte a pedálokat, társa, a Murata Girl egykerekezni is tud. Ezek a robotok azonban még speciális giroszkópos (pörgettyűs) stabilizálót használnak, amire bárki könnyen mondhatná, hogy „csalnak”, hiszen nem a kormányállítás és a haladási sebesség kihasználásával egyensúlyoznak. Ennek folyományaként álló helyzetben sem dőlnek el, amire egy bicikliző ember általában nem képes. Más robotok, mint például a 2011 óta megrendezett BicyRobo Thailand verseny résztvevői közül néhányan már ténylegesen csak a kormányállítás változtatásával stabilizálták helyzetüket, azonban nem voltak humanoidok. A bicikliző robotok áttekintő galériájáért lásd az 1. ábrát!

Nagyon sok alkalmazási területtel kapcsolatban felvethetjük volna a gépi tudás kérdését (sakkozó gépek, Wolfram Alpha, Watson, stb.), ám a gyakorlott Polányi-olvasók számára nyilván nem kérdés, hogy miért éppen a bicikliző robotokat választottuk. A biciklizés Polányi egyik kedvenc példája a hallgatóságos tudás illusztrálására. (*Polányi 1992b:164<sup>2</sup>; 1992b:160<sup>3</sup>; 1994 I:95-6*) Ám az, hogy cikkünk témájának a bicikliző robotot választottuk, nem jelenti, hogy a robot tudását az ember specifikus, csak rá jellemző, egyedi tudásával szeretnénk összevetni, és ezzel bármilyen értelemben kétségbe vonnánk az ember egyediségét, különlegességét a gépekkel szemben. Céljaink ezzel éppen ellentétesek. A biciklizés egy olyan hallgatóságos képességünk, amelyet tekintve nem sokban különbözünk más élőlényektől, hiszen egy cirkuszi állatot is könnyedén meg lehet tanítani biciklizni. Vizsgálatunk most a gépeknek erre az egyszerű, emberi és állati képességeket másoló tudására irányul, és nem az olyan magas szintű intellektuális tevékenységekre, mint a sakkozás, amely általában felkelti a mesterséges intelligenciával foglalkozó elmefilozófusok érdeklődését. Dolgozatunkban mindössze egy rövid fejezet erejéig fogunk kitérni a gépi szimbólumhasználat kérdésére, hogy megvilágíthassuk a témánkhöz kapcsolódó korlátait.

<sup>2</sup> „...egy ilyen ismeret teljesen hatástalan, ha nem hallgatóságosan tudott.”

<sup>3</sup> „Ha tudom, miként kell biciklizni vagy úszni, ez még korántsem jelenti azt, hogy el is tudom mondani, hogyan tudom egyensúlyomat megtartani a kerékpáron vagy miként vagyok képes fenntartani magam a víz felszínén. Előfordulhat, hogy a leghalványabb elképzelésem sincs arról, miként csinálom ezt, vagy hogy teljességgel helytelen vagy lényegileg tökéletlen foglalom van csak a dologról, s mégis vidáman kerékpározom vagy úszom. Azt sem lehet mondani, hogy tudom, miként kell kerékpározni vagy úszni, és mégsem tudom, hogyan kell koordinálni izomtevékenységeimnek azt az összetett mintáját, amelynek révén biciklizem vagy úszom. Egyaránt tudom, miként kell-e teljesítményeket mint egésztest végezni, s miként kell az ezeket fölépítő elemi aktusokat megvalósítani, bár nem tudom megmondani, hogy melyek ezek az aktusok. Ez annak a következménye, hogy csak járulékosan vagyok tudatában ezeknek a dolgoknak, és egy dologgal kapcsolatos járulékos tudatosságunk bizonyára nem elegendő ahhoz, hogy azonosíthatóvá tegyük.” (Polányi 1992b:160)

A célunk tehát az, hogy Polányi szellemében, koncepcióját továbbgondolva megértsük a tudás és az olyan egyszerű emberi képességeket imitáló autonóm gépek viszonyát, mint a Primer V2. Vajon ezek az autonóm gépek, amelyek jól láthatóan bicikliznek, valóban rendelkeznek olyan jellegű tudással, mint amely egy ember számára szükséges ahhoz, hogy biciklizni tudjon, tehát akár hallgatólagos tudással is, vagy valami alapvetően mást csinálnak? Esetleg nem is rendelkeznek semmiféle tudással, csak „működnek”? Mivel Polányi idejében az ilyen autonóm gépek legfeljebb csak merész gondolat kísérletek lehettek, maga Polányi külön nem foglalkozik ezekkel a kérdésekkel. Nekünk ugyanakkor meggyőződésünk, hogy Polányi álláspontjának és fogalmainak részletes elemzésével világos válaszokat adhatunk rájuk.

## 2. EMERGENS ÉLŐLÉNYEK ÉS GÉPEK

Az első kérdés, amelyet meg kell válaszolnunk, hogy milyen összehasonlítási alapot találhatunk a bicikliző robotok vagy általában a gépek számára. Polányi együtt tárgyalja az élő organizmusokat és a gépeket *Az élet visszavezethetetlen struktúrája (Life's Irreducible Structure) című nevezetes Science cikkében. A kérdés, hogy ennek pusztán valamiféle felszíni hasonlóság az alapja vagy valamilyen mélyebb kapcsolat?*

Polányi a gépeket kétszintű, emergens struktúrájú létezőknek tekinti.

„Tehát a gép mint egész két egymástól eltérő elv irányítása alatt működik. A magasabb szint a gép konstrukciós elve, ez korlátozza az alacsonyabb szintűt, amely azokat a fizikai-kémiai folyamatokat foglalja magába, amelyeken maga a gép alapul.” (Polányi 1992a:237)

És ezt a kétszintű struktúrát az élő organizmusokra is érvényesnek tartja:

„A morfogenezis – vagyis az a folyamat, amelynek során az élőlények struktúrája kifejlődik – az élettelen természet törvényeit korlátozó gép létrehozásához hasonlítható. Mert ahogy ezek a törvények szolgálják a gépet, éppúgy szolgálják a kifejlett organizmust is.” (Polányi 1992a:238)

A párhuzamot tovább mélyíti, amikor a DNS-t a gépek tervrajzához hasonlítja, és amikor a gépek vizsgálatát egy, a fizikai szintnél magasabb szinten elvégzendő feladatnak tartja:

„A mérnöki szaktudás és a fizika két különböző tudomány. A mérnöki szaktudáshoz a gépek működési elvei tartoznak, némi fizikai ismeret kíséretében, mely ezekhez az elvekhez kapcsolódik. A fizika és a kémia ezzel szemben nem tartalmaz a gépek működési elveire vonatkozó ismereteket. Egy tárgy teljes fizikai és kémiai feltérképezése ezért nem

mondaná meg nekünk, hogy a tárgy gép-e, s ha az, akkor hogyan működik és mi a célja. Egy gép fizikai és kémiai vizsgálata értelmetlen mindaddig, amíg nem vonatkoztatjuk a gép korábban megállapított működési elveire.” (Polányi 1997:196)

A gép tehát, bár nem élő, és ebből a szempontból nyilvánvalóan nem tartozik egy kategóriába az élőlényekkel, *mégsem fizikai entitás*, hanem olyan, magasabb szintű elvek által megvalósított (materializált) *emergens struktúra*, amely különböző célok érdekében felhasználja a struktúrájába foglalt kémiai-fizikai folyamatokat. Ebből a szempontból viszont *ugyanabba* a kategóriába esik, mint az élőlények, amelyek szintén saját céljaik érdekében hasznosítják a testükbe zárt fizikai és kémiai folyamatokat. Ezért mondja Polányi, hogy az *„élő mechanizmusok a gépekkel egy osztályba tartoznak”*. (Polányi 1992a:238) Minden okunk megvan tehát arra, hogy a többszintű, emergens felépítés szempontjából a gépeket és az élő organizmusokat ugyanazon kategória („osztály”) két altípusának tekintsük.

Mindezt a következő gondolatmenettel is alátámaszthatjuk: Polányi megkülönböztet kétféle határfeltételt (Polányi 1992a). Az egyik a kémcső-típusú határfeltétel, amelyek a fizikai-kémiai folyamatok behatárolását teszik lehetővé a megfigyelő számára, de mint elvek nem haladják meg a fizikai-kémiai folyamatok szintjét, a másik pedig a gép típusú határfeltétel, amely ezt a szintet elvi értelemben is meghaladja. „Az élő dolgok morfológiája tehát meghaladja a fizika és a kémia törvényeit.” (Polányi 1992a:239) Éppen úgy, ahogy a gépek működtetése esetében a fizikai-kémiai elveken túl szükség van a mérnöki tudományok elveire, és azokra a mérnöki elvekre alapozott magasabb szintű regulatív funkciókra, amelyek lehetővé teszik, hogy az alacsonyabb szintű fizikai-kémiai folyamatok szabályozásával a gépek elvégezzék a feladatukat, pl. a Primer V2 egyik helyről a másik helyre kerekessen. Vagyis Polányi szerint az egyszerű természeti tárgyakkal szemben (mint pl. egy kristály, egy tornádó, stb.), amelyek csupán kémcső típusú határfeltételekkel rendelkeznek, mind a gépek, mind az élőlények esetében ugyanazt a gép típusú határfeltételek által meghatározott struktúrát láthatjuk. Ez is megerősíti, hogy az élőlények struktúrája éppen úgy a gép típusú határfeltételek egyik alosztala, mint a gépeké, amelyekkel egyazon osztályba tartoznak. (Polányi 1992a:238-9)<sup>4</sup> Mindez egyébként szemben áll azzal a materialista állásponttal, hogy az élet sajátos jelenségei pusztán fizikai és kémiai folyamatok, valamint azok véletlenszerű mutációinak a következményei.

Nem kétséges, hogy Polányi szerint az élőlények tudással rendelkeznek. Ahogy a Személyes tudásban írja:

„...a megismerés a teljesítményeknek ahhoz az osztályához tartozik, amelyek az élet minden formájában benne foglaltnak, pusztán azért, mert az élet minden megnyilvánulása technikai teljesítmény.” (Polányi 1994 II:262)

<sup>4</sup> Bővebben: Paksi 2010, 2011.

Felhívjuk a figyelmet a mondat második felére, miszerint ezt azzal indokolja, hogy az élet minden megjelenése nem más, mint *technikai teljesítmény*! Tehát az élőlények nem pusztán azért rendelkeznek tudással, mert élőlények, hanem éppen azért, mert az emergens létezők azon osztályába tartoznak, amelyek magasabb szintű, technikai értelemben vett művelti elveik segítségével képesek saját céljaik érdekében felhasználni az ellenőrzésük alatt álló (többnyire saját testükbe és struktúrájukba zárt) fizikai-kémiai folyamatokat. Vagyis ha az élőlények rendelkeznek tudással, akkor szükségszerűen a gépek is. Az pedig nem kétséges, hogy Polányi szerint az élőlények rendelkeznek tudással. A kérdés ezek után már csak az, hogy milyen különbözőségeket és hasonlóságokat állapíthatunk meg Polányi elképzelése alapján gépek és élőlények tudása között.

Továbbá Polányi gyakorta használ egyszerű élőlényeket példa gyanánt, mint az amóbát (vagy más, még egyszerűbb létformákat (Polányi 1994 II:235, „bacillus”; 260 „csíraplazma”), azonnal összekapcsolva őket a gépszerűség gondolatával:

„Azt gondolom, hogy az, amit te a választás logikájának hívsz, az mélyen benne foglaltatik a racionalitás összes megjelenésében egészen le az amóba szintjéig. És ugyanígy benne foglaltatik az összes gép elképzelésében, de valójában bármely célszerű eszközében is.”<sup>5</sup>

Polányi elmagyarázza, hogy a kiegészítő visszavezethetetlen elveknek – a kétszintű emergens struktúra közül a magasabbnak – milyen fontos szabályozó szerepe van az állati élet számára (Polányi 1992a:244-5). Nagyon könnyen felfedezhetjük ugyanezeket a magasabb szintű művelti elvek alapján működő szabályozó elveket a Primer V2-nél is: a robot hátizsákjában elhelyezett vezérlés szerepe éppen ez. A vezérlőegység a Primer V2 hierarchiájában központi helyet foglal el – az összes szervomotorba induló vezérlőkábel innen indul, és az összes érzékelő jelét továbbító vezeték ide fut be. Térben lokalizált, hiszen 10x10x1,4 mm-es méretével és 0.3 gramm tömegével a teljes struktúra apró hányadát teszi csak ki. Ugyanakkor ez az egység küldi a végtagokat működtető szervomotorokba a szenzorokból érkező adatok alapján a mozgató utasításokat, amelynek segítségével a teljes struktúra fenntartja az egyensúlyát, más szóval ez az egység valósítja meg a vezérlést. Ennek folyamánként sérülése a teljes struktúra leállításához és működésképtelenségéhez vezet, míg egy másik, hasonló tömegű rész sérülése akár egyáltalán nem befolyásolja a működést.

Járható útnak tűnik tehát, hogy a gépi tudást az állatok tudásával állítsuk párhuzamba. Ennél kevesebbet állítani – miszerint a gépek egyáltalán nem rendelkeznek tudással, még olyan szinten sem, mint az állatok – nagyon problémás. Aki ezt a pozíciót veszi fel, annak bizonyítania kellene, hogy a Primer V2 mégsem tud biciklizni, holott szemmel láthatóan éppen egy, az emberi biciklizéshez nagyon-nagyon hasonló dolgot folytat – egy biciklivel egyik helyről a másikra kerekezik –, és az iRex

<sup>5</sup> Letter to Karl Polanyi (1953. december 3.), chicagói hagyaték, Box 17, Folder 2, ford. HM&PD.

2011 nevű technológiai kiállítás részvevői számára is egyértelmű volt, hogy ez nem más, mint biciklizés. Természetesen ennek ellenére lehet azt mondani, hogy ez a kerekezés nem az a kerekezés, és legfőképpen nem tudás, de akkor világossá kell tenni, hogy ezt milyen kritériumok alapján állítja valaki. Mi ezzel kapcsolatban most nem akarunk teoretikus vitát nyitni, Polányi alapján azonban alátámasztottnak véljük, hogy egy ilyen különbség megtétele aláásná Polányi tudásról és emergenciáról alkotott elképzeléseit. Tehát ha valaki tagadja, hogy ez biciklizés, akkor szembe kell helyezkednie Polányi alapvető filozófiai elképzeléseivel is.

Tehát az, hogy Polányi alapján a Primer V2 tudással rendelkezik, és ez a magasabb szintű műveleti elvek által vezérelt formalizálhatatlan regulatív funkciókat működtető emergens struktúrának köszönhető. Ennek azonban további feltétele, hogy – ugyanúgy, ahogy már a legegyszerűbb élőlények esetében is Polányi szerint – a robot egy regulatív funkciókat működtető *centrummal is* rendelkezik (Polányi 1994 II:166, 169, 230, 235-6, 261-3), amely kontrollálja a robot architektúráját és annak működését. („[Az első prokarióták] fennmaradását szolgáló funkciók létrehozta egy önérdek-centrumot az értelmetlen történések világméretű sodrásával szemben.” (Polányi 1994 II:236)) Ez a centrum adja meg számunkra a fogalmi eszközt, amelynek segítségével fel tudjuk oldani azt a problémát, amely abból fakad, hogy a gépek nem élőlények. Az élőlények esetében ugyanis *szükségszerű*, hogy az élőlény, még a legprimitívebb prokarióta is, rendelkezzen egy ilyen regulatív funkciókat működtető centrummal, tudással a természetre vonatkozóan, különben nem maradhatna életben. A gépek azonban nincsenek beágyazódva a természet emergens valóságába, *emberek hozzák létre*, rakhatják össze, szedhetik szét őket, kapcsolják ki vagy be, kényük-kedvük szerint. A gépeknek tehát nem kell életben maradniuk, nem kell olyan bonyolultnak és organizáltnak lenniük, mint az élőlényeknek, sőt, egyáltalán élniük sem kell ahhoz, hogy működhessenek. Ennek megfelelően az emberek létrehozta olyan egyszerűbb gépeket is, mint amilyen a kalapács vagy a varrógép, amelyek bár az élőlényekhez hasonlóan már a gép típusú határfeltételek osztályába tartoznak, de még *nem rendelkeznek* centrummal, saját maguk által működtetett regulatív funkciókkal, vagyis nem autonóm robotok. A működtetésüket és a vezérlésüket minden esetben emberek végzik. Úgy is tekinthetünk ezekre a gépekre, mint az emberi test kiterjesztéseire (lásd pl. Polányi példáját a bot segítségével tájékozódó emberről), így azokat az ember tudása működteti. A továbbiakban mi *kizárólag* azokkal a centrummal bíró, autonóm robotokkal kapcsolatban akarunk állításokat megfogalmazni, amelyek önállóan képesek cselekedni a környezetükben, ugyanis nem gondoljuk, hogy a szöveget beverő kalapács rendelkezne azzal a tudással, amely ahhoz szükséges, hogy miként kell vele beverni egy szöveget a falba. Tehát minden gép és élőlény a gép típusú, emergens létezők osztályába tartozik, de amíg minden élőlény szükségszerűen ennek az osztálynak a centrummal – és egyben tudással is – rendelkező alosztályába tartozik, addig a gépek közül csak a centrummal rendelkező autonóm robotok sorolhatóak ebbe a tudással is bíró alosztályba. Nem egyszerű azonban Polányi alapján megállapítani azt a kritériumot,

amelynek segítségével pontosan megkülönböztethetnénk a centrummal rendelkező gépeket a többi géptől. Ezt a problémát most nem is akarjuk megoldani, de nincs is szükségünk rá, ugyanis a témánkul szolgáló Primer V2 esetében vagy például az órákig autonóm üzemben működni képes pilótanélküli repülőgépek esetében egyértelműen azonosítható egy ilyen regulatív funkciókat működtető centrum.

### 3. EGY TUDÁSSAL RENDELKEZŐ GÉP TERVEZÉSE

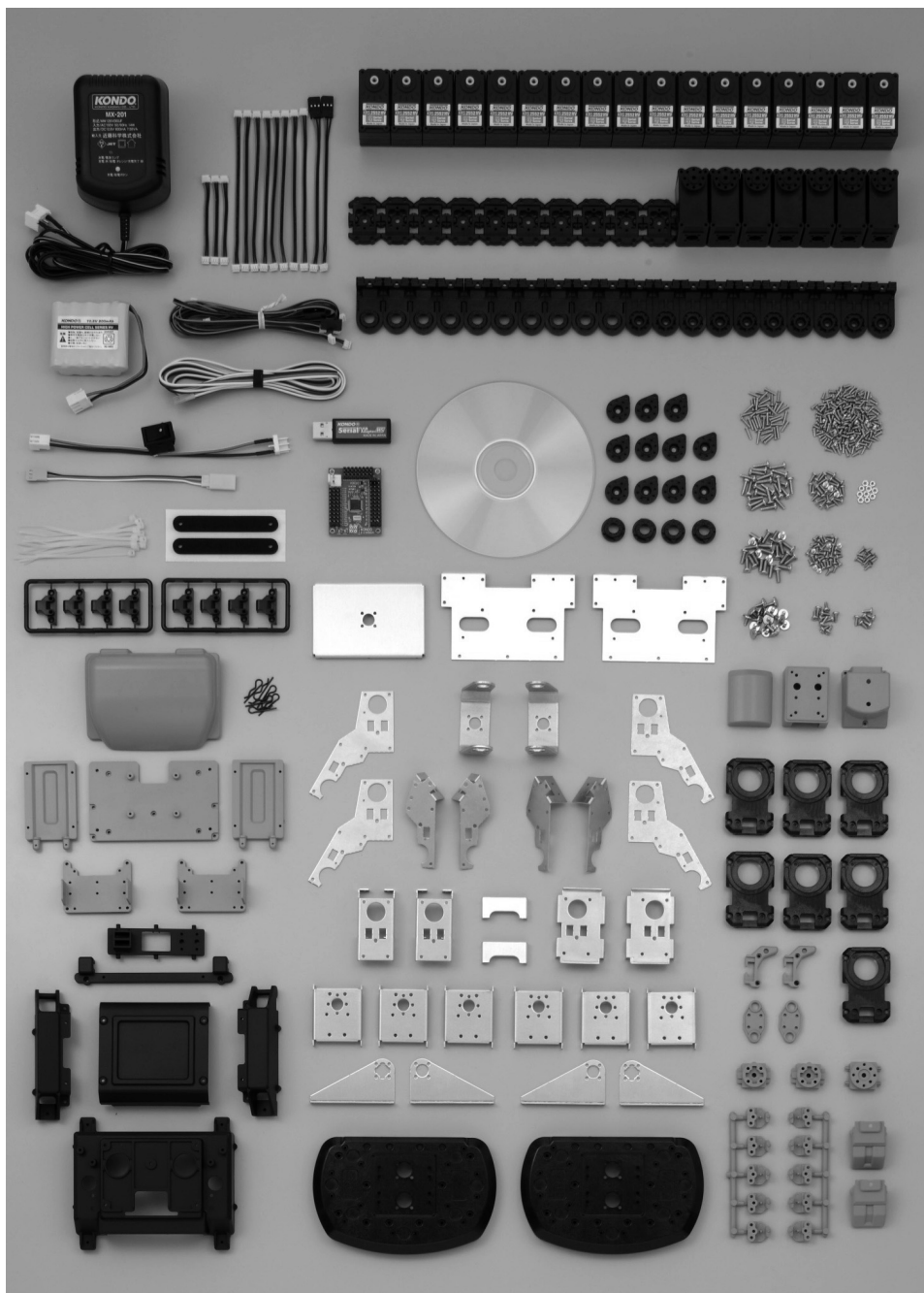
Az előző fejezetben tisztáztuk, hogy a gépek bizonyos teljesítményeit tudásnak kell neveznünk, legalábbis abban az értelemben, ahogy az állatok tudását. Itt az ideje megvizsgálni, hogy milyen viszonyban van a robot kerékpározni tudása az ember hasonló tudásával. Ugyanakkor most is leszögezzük, hogy ezzel semmilyen mélyebb értelemben nem akarjuk a robotot egy szinte helyezni az emberrel; attól, mert egy robot biciklizik, még nem fog tudni artikulálni, nem lesznek hitei és vágjai, még nem fog tudni szeretni és gyűlölni, és nem fog elindulni a miniszterelnökségért, ráadásul még a biciklizni tudása is jelentősen más lesz, mint a mi biciklizni tudásunk. Éppen ezért mindössze csak össze szeretnénk vetni a biciklizni tudás eme két megjelenési módját, és nem célunk az emberek gépszerűségéről és a gépek emberszerűségéről beszélni, sőt, mint később látni fogjuk, ezzel ellentétben éppen azt gondoljuk, hogy egy ilyen megközelítés és vizsgálódás teheti világossá, hogy milyen mély is az a szakadék, amely elválaszt bennünket a még oly nagy tudással is rendelkező robotokról és számítógépektől.

Nyilvánvaló tehát, hogy a robot nem úgy kerékpározik, mint az ember. A Primer V2 például az úgynevezett *proportional–integral–derivative* (PID) vezérlésen alapul, amely klasszikus a szabályozásméletben, ugyanakkor a legjobb tudomásunk szerint nem hasonlít arra a mechanizmusra, amelyet az ember végrehajt biciklizés közben. Az is nyilvánvaló, hogy a gép részleteiben teljesen más strukturális felépítéssel rendelkezik, mint az ember: ez a robot ugyan a végtagok számában és hozzávetőleges felépítésében az embert mintázza, a belső struktúrája azonban nem felel meg a csontváz struktúrájának, a mozgató szervomotorok nem ott és úgy tapadnak, mint az emberi izmok, és így tovább. Lásd a 2. ábrát, amely a Primer V2 alapjául is szolgáló, kereskedelmi forgalomban kapható Kondo HRV robot alkatrészeit mutatja be.

Ugyanakkor azt fontosnak tartjuk kihangsúlyozni, hogy bár a robot teste nyilvánvalóan nem élő szervekből és végtagokból áll, mint az emberé, Polányi filozófiai megközelítésében ezek az élettelen alkatrészek többnyire olyan *egyszerű gépek*, mint pl. a kalapács, vagyis ugyanúgy *nem* fizikai természetűek, ahogy maga az autonóm robot sem, hanem a minden gépre jellemző, előző fejezetben taglalt kettős, emergens struktúrával bírnak.

Továbbá arról sincs szó, hogy valaki maradéktalanul, képletek és algoritmusok formájában explikálta volna a biciklizni tudását – ami egyébként sem lehetséges Polányi szerint – és ezt a tudást most egy gép hajtja végre.





2. ábra

Hogy megértsük a helyzetet, vegyük azt a példát, amikor Polányi a neurobiológus esetét vázolja fel. (Polányi 1992c:144-6) A neurobiológus képes egy másik személy agyállapotát vizsgálni, miközben az éppen pl. egy macskát szemlél figyelmesen, azaz képes ezt a tudását fokálissá tenni, így akár explicáltni is, miközben a vizsgált személy a saját agyállapotai esetében természetesen nem képes ugyanerre. „...egy macska látása élesen különbözik annak a mechanizmusnak az ismeretétől, amely a macska látásakor fellép. Ezek teljesen különböző dolgok ismeretei.” (Polányi 1992c:145) Vagyis a neurológus hiába explicálja azt, amit fokálisan lát, vagyis a vizsgált személy tudásának működési mechanizmusát, az egyáltalán *nem azonos* magának a vizsgált személynek a tudásával, aminek következtében a tudós nem is lehet képes az így szerzett explicit tudását (más példával a biciklizés vagy zongorázás során végbemennő neurológiai folyamatok leírását) a saját tudásaként (biciklizés vagy zongorázás céljára) felhasználni. Persze mivel a neurológus is pontosan ugyanolyan jól látja a macskát, erre nincs is szükségre, és természetesen nem is ez a célja a megszerzett explicit tudásával, a biciklizés esetében azonban, mint lentebb látni fogjuk, a tudósmérnöknek gyakorlati céljai vannak, és ez teljesen más helyzetet fog teremteni.

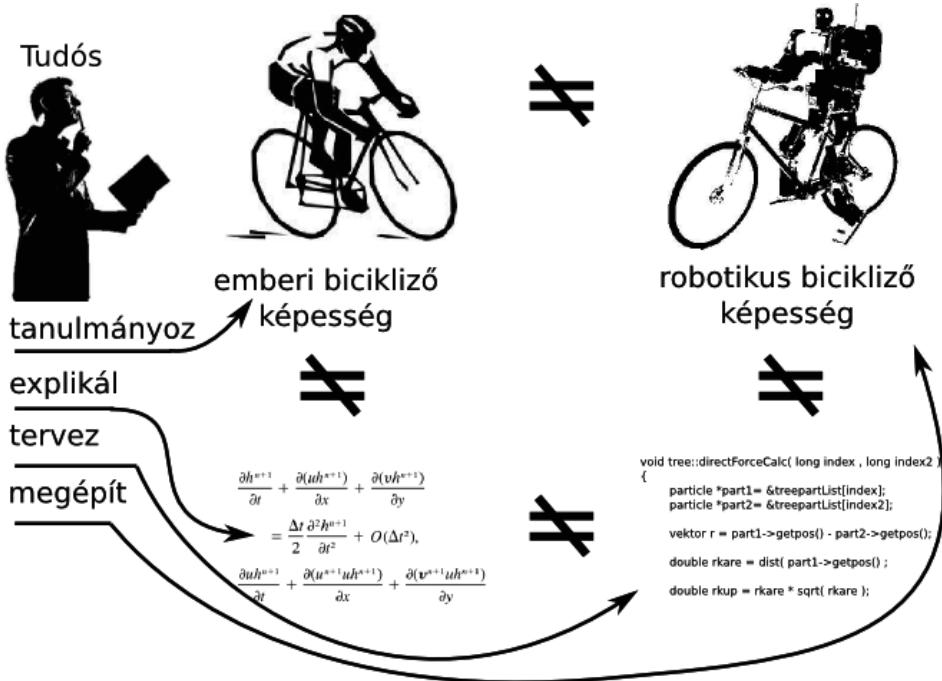
A neurológushoz hasonló helyzet adódik a gép és a vezérlésére szolgáló programkód esetében. Valaki azt mondhatná, hogy mivel a Primer V2-t véges számú formális utasítás vezérli, ezért a működésének minden részlete explicáltni; esetleg továbbvihetné a gondolatot, miszerint – lévén teljesen explicáltni – ez a működés nem is nevezhető tudásnak – figyelembe véve, hogy Polányi szerint minden tudás hallgatólagos vagy abban gyökerezik. (Polányi 1992b:164, az idézetet lásd lentebb).

Csakhogy *mindkét lépés hibás*. A robot kinyomtatott forráskódja vagy a hardverének tervrajza egy külső szemlélő nézőpontjából ugyanolyan, mint a megfigyelt emberi agyállapot a vizsgálódó neurobiológus számára. Megismerhető, fokálissá tehető, sőt formalizált – viszont *nem egyezik meg a robot tudásával*. Ez a szemlélő explicálható tudása a robotról.

Nagyon fontos, hogy a kerékpározó, vagyis a maga architektúrájában (testileg) megvalósult robot tudása nem teljesen explicit, noha a tudós az általa ismert explicit kódot programozta be. Ennek egyrészt az az oka, hogy a robot saját testi architektúrával rendelkezik, amelyről még a robotot létrehozó tudós sem rendelkezik teljes explicit tudással, mivel az ő explicit tudása kizárólag a robotot vezérlő programra terjed ki. Másrészt pedig, és ez a sokkal lényegesebb, a tudósnak és a robotnak teljesen *mást* jelent a program. A tudós számára egy explicáltni ismeret, leírás egy bizonyos vezérlési folyamatról. A robot számára azonban ez nem explicáltni ismeret valami másról, hanem olyan ismeret, amelyet *alkalmaz*. A robot tehát *nem ezt* az explicit tudást, *nem magát a programot tudja*, hanem futtatni tudja azt, azaz a program utasításai által vezérelve *tud biciklizni*, és az adott testi architektúrájával megvalósítja ezt a teljesítményt. A robot a programban kódolt explicit tudást tehát nem olyan explicit tudásként reprezentálja, amelynek tudatában van, amelyről további reflektív explicit tudása van. Leszögezhetjük, hogy nem eme reflektív reprezentáció alapján biciklizik, hanem egyszerűen *végre tudja hajtani* a programot, és a végrehajtás teszi képessé a

biciklizésre. A robot tehát nem azt tudja, hogy mi van leírva programnyelven (ez a programozó explicit tudása), hanem *végre tudja hajtani, integrálni képes* azt a testi architektúrájával, ami le van írva, és a szerkezet a programmal vezérelve *tud biciklizni* (a robot hallgatóságos tudása). Úgy is fogalmazhatunk, hogy képes *integrálni* az érzékelői által gyűjtött jeleket, a saját programkódját, és a rendelkezésre álló architektúráját biciklizéssé. Tehát maga a robot, habár a tudós explicit utasításhalmazt programozott bele, *egyáltalán nem is rendelkezik explicit tudással!*

A 3. ábrán bemutatjuk, hogy miként értelmezhető a bicikliző robot létrehozása.



3. ábra

1. Az ember biciklizik.
2. A tudós megfigyeli egy másik személy biciklizni tudását.
3. Matematikai összefüggések formájában explicálja azt. Az explicált forma azonban nem egyezik meg magával a biciklizni tudással. Ebből természetesen az is következik, hogy a tudós nem lesz birtokában a másik személy biciklizni tudásának, annak a képességnek, amellyel az bír – lehet, hogy ő maga egyáltalán nem is tud biciklizni, amire persze mint tudósnak nincs is szüksége – csupán olyan értelemben ismeri meg ezt a teljesítményt, mint a neurológus a páciens elmeállapotát Polányi példájában.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Természetesen nem az emberi tudás tanulmányozása az egyetlen módja annak, hogy tudó gépeket hozzunk létre, így akár az első két lépés helyettesíthető mesterséges gépi evolúcióval, stb.

4. Tudásunk mérnöki tevékenységet folytatva átalakítja az explikált formát olyan formára, amely a robot architektúrájának megfelel.
5. A tudós a robotot fizikailag létrehozza, és beprogramozza az explikált tudást.
6. A robot kerékpározik.

Természetesen beprogramozhatjuk a robotot úgy, hogy egy gombnyomásra nyomtassa ki a futtatott kódot – ekkor azonban nem a teljes tudását fogja explikálni, hiszen annak része a testi architektúrája is, vagyis a szervomotorok működése, stb. Akár azt is elérhetjük, hogy a robot a saját fizikai tervrajzait kinyomtassa – de ez is csak annak a helyzetnek felel meg, mintha egy orvos egy anatómiai atlaszt felmondana. (Polányi 1994 I:157) Amikor biciklizik, nem ezzel a tudással rendelkezik, hanem ennek az alkalmazásával.<sup>7</sup>

Ezekben az esetekben tehát arról van szó, hogy a tudásunk egyfajta blueprintjét adjuk meg, amely ugyan explicit, ugyanakkor nem integrált, nincs működésben, ezáltal nem azonos a tudással, ahogy Polányi fogalmaz:

„Míg a hallgatólagos tudással önmagában is rendelkezhetünk, addig az explicit tudásnak azon kell alapulnia, hogy hallgatólagosan is értjük és alkalmazzuk. Ennélfogva mindenfajta tudás vagy *hallgatólagos*, vagy *hallgatólagos tudásban gyökerezik*. *Teljes mértékben explicit tudás elképzelhetetlen.*” (Polányi 1992b:164).

Oda jutunk tehát, hogy miként az emberé, úgy a robot tudása is részben hallgatólagos, részben pedig explicit. Általában nem feltételezhető, hogy az ember explikálható tudása megegyezik a robot explikált tudásával<sup>8</sup>, az viszont világos, hogy a tudásunk hallgatólagos része nem hasonló, teljesen más konkrét vezérlő elvek alapján, teljesen más testi architektúrát működtet. Ezáltal, bár mindketten tudnak, nagy különbség van köztük.

Megjegyzendő, hogy napjainkban a mesterséges intelligenciával foglalkozó tudós számára a gép részletei lényegében korlátlanul megismerhetőek, vizsgálhatóak, szemben az ember működésének részleteivel, amelyet a gyakorlatban még kevésbé ismernek. Ezért lehetséges, hogy egy gépről minden esetben nagyon részletes explicit

<sup>7</sup> Valójában még ez is túlzás. Egy gép tervrajza sohasem determinálja teljesen az elkészítését és a működését. Számtalan eset ismeretes, amelyben egy szakmai műhelyből a tervrajzok egy független másik szakmai műhelybe kerültek, ahol nagy nehézségeket okozott a gép elkészítése vagy üzemeltetése pusztán a tervrajz és a kapcsolódó dokumentumok alapján. (Polányi erre utal a Tungstram gyár egyik gépével kapcsolatban (1994 I:100)). Amennyiben a terv alatt egy programkódot értünk, a kapcsolat jóval szorosabb a terv és a megvalósítás között, de ekkor sem feltétlenül igaz, hogy a programkód meghatározza az elvégzett számítást (lásd. Héder: Emergent Computing and the Embodied Nature of Computation (Polányiana 2012/1-2 (21), szerkesztés alatt)).

<sup>8</sup> Lehetnek részleges átfedések, például ismerheti ugyanolyan explikált formában egy ember a Püthagorasz tételt, mint egy robot; vagy épp egy mérnök fejben végrehajthat néhány számítógép-utasítást a memóriatartalmat is követve.

leírás adható, míg az emberről kevésbé, de ahogyan azt már láttuk, a gép explicit leírása nem azonos a gép tudásával.

#### 4. GÉPEK HASZNÁLATA ARTIKULÁLT SZIMBÓLUMOK ÁTALAKÍTÁSÁRA

Az előző fejezetben megvizsgáltuk, hogy mi a viszony a tényleges gépek és a gépek leírása között. Megmutattuk, hogy a gépeket általában explicit nyelvek segítségével (a műszaki rajz elemei vagy egy programnyelv utasításai) tervezik ugyan, de ezek a leírások a létrehozó ember tudásának a részét képezik, és nem a gép tudásával egyenlők. Ezzel szándékaink szerint tisztáztuk, hogy az, hogy meg lehet adni egy gép explicit leírását, még nem jelenti azt, hogy a gép működés közben valójában nem hallgatólagos tudással rendelkezik.

Hasonlóan tisztáznunk kell a különbséget a szimbólumokat lenyűgöző sebességgel és mennyiségben átalakító gépek valójában hallgatólagos tudása és a felhasználó ember explicit tudása között. Miként Polányi is leírja (1994 II:26-9), a digitális számítógép kiválóan használható az ember *képességeinek* a kiegészítésére, például logikai „következtetések” elvégzésénél. A szó azért áll idézőjelben, mert a gép által végrehajtott műveletek pusztán az ember bizalmi aktusa révén foghatók fel tényleges következtetésként. „Az idézőjelek elhagyása a gépbe vetett bizalmunkat fejezi ki, s ezért azt is, hogy azokat a következtetéseket, amelyekhez műveletei segítségével eljut, saját következtetéseinknek fogadjuk el.” (Polányi 1994 II:29) Úgy is átfogalmazhatjuk Polányi észrevételét, hogy a gép által kezelt szimbólumoknak és a rajtuk végrehajtott következtetéseknek *kizárólag* az ember számára van jelentése. *Nem gondolhatjuk tehát, hogy ezek a szimbólumok a gép tudásának részét képeznék.*

A szimbólumok használatának előfeltétele az artikuláció. Ennek során az ember reflektálni kezd arra, amit addig csak hallgatólagosan tudhatott, szimbólumokkal azonosítja tudásának bizonyos elemeit, és olyan gondolkodási műveleteket lesz képes elvégezni, amelyekről korábban nem is álmodhatott. Az artikuláció tehát óriási mértékben kiterjeszti az ember szellemi képességeit, mert egyrészt a szimbólumhasználat és a ráépülő nyelv segítségével újabb szellemi képességeket tesz lehetővé a számunkra, másrészt jelentős mértékben kiteljesíti korábbi hallgatólagos képességeinket. Hallgatólagos tudásunk artikulálása azonban sohasem teljes, mert „bár gondolkodási képességeinket kiterjesztette a szimbólumhasználat, ezek a képességek végső soron a formalizálatlan intelligenciának abban a közegében működnek, amely közös bennünk és az állatokban”. (Polányi 1994 I:147) Az artikuláció tehát egy olyan hallgatólagos képességünk, amelynek révén *szimbólumokat hozunk létre, és jelentéssel töltjük meg őket* hallgatólagos tudásunkból. A számítógép *nem képes* az artikulációra, hiszen nem rendelkezik sem a szimbólumok létrehozásának képességével, sem azzal az emberi hallgatólagos tudással, amelynek révén jelentéssel töltjük meg az artikuláció során létrehozott szimbólumokat. A számítógép csupán segédeszköz a szimbólumok kezelésében, logikai következtetések végrehajtásában.

Például olyan parciális differenciálegyenlet-rendszer számításokat végezhetünk el a segítségével egy gépelem stabil hőeloszlásának kiszámítása során, amelyeket papírral, ceruzával vagy egy ezer éves abakusz segítségével igencsak fáradságos lenne kiszámítani. És ahogy a papírról és a ceruzáról eszünkben sincs azt gondolni, hogy tudják ezeket a számításokat, nem szabad, hogy megtévesszenek bennünket a számítógép fantasztikus képességei sem, hiszen ezek ellenére valójában a számítógépről ugyanúgy nem mondhatjuk, hogy tudná a szóban forgó artikulált számítást vagy annak eredményét, mint ahogy a papírról és a ceruzáról sem mondjuk ezt. A papírt és a ceruzát persze hajlamosak vagyunk nem gépnek tekinteni, vagyis alapvetően másnak gondolni, mint a számítógépet, így abból, hogy a papír és a ceruza nyilvánvalóan nem rendelkezik tudással az artikulált egyenletekről, nem vonunk le semmilyen negatív következtetést a számítógép tudására nézve, sőt, esetleg éppen az ellenkezőjére fogunk következtetni mindebből. Az abakusz azonban nyilvánvalóan gép, egy éppen olyan egyszerű gép, mint a kalapács vagy a varrógép (és a ceruza meg a papír), csak éppen szimbólumok kezelésére tervezték, és nem kalapálásra, és ahogy a kalapácsról sem gondoljuk, hogy rendelkezne a kalapáláshoz szükséges tudással, úgy az abakuszról sem gondoljuk azt, hogy tudná azokat a szimbólumokat, amelyeknek a kezelésében óriási segítségünkre lehet. A számítógép is ugyanúgy szimbólumkezelő gép, mint az abakusz, azzal a különbséggel, hogy egy éppen olyan összetett automata, mint a bicikliző robot. Ebből azonban ugyanúgy nem következik, hogy rendelkezne bármiféle explicit, artikulált tudással, miként azt a bicikliző robot esetében is láthattuk. Ugyanis *sem* az abakusz, *sem* a számítógép *nem rendelkezik* az artikuláció jelentésadó képességével. Ez kizárólag az ember sajátja, éppen úgy, ahogy a bicikliző robot explicit leírása.

Kérdés azonban, hogy miként is fogjuk fel a számítógép szimbólumkezelő képességét, például a számok hozzárendelésének a képességét a bevitt differenciálegyenlet-rendszerek változóihoz, amelyeket a felhasználó jelentéssel bíró megoldásként fogad el. Erre a működésben lévő képességre a számítógép nem képes reflektálni, így semmi esetre sem mondhatjuk, hogy artikulált tudásról lenne szó. Természetesen a szóban forgó számítógép úgy jött létre, hogy egy mérnök artikulálta a differenciálegyenlet-rendszerek megoldására alkalmas tudását egy programnyelv szimbólumainak a nyelvén. De ahogy azt az előző fejezetben megmutattuk, a program a *mérnök tudása* arra vonatkozólag, hogy hogyan kell egy bizonyos feladatot megoldó számítógépet elkészíteni, és nem keverendő össze a számítógép *program-végrehajtásával*, amelynek a differenciálegyenlet-rendszer számítás egy alosete.

Bizonyos tehát, hogy a gépek *explicit* tudásáról ebben az alkalmazási esetben sem beszélhetünk, és az is, hogy a gép által végzett tevékenység nagyon hasonló a bicikliző robot központi egységének tevékenységéhez. Hogy tudásról beszélhetünk-e ebben az esetben, az a definíciónk szerint attól függ, hogy rendelkezik-e a számítógép ebben az alkalmazásban is egy önálló centrummal, tekinthető-e a program végrehajtása autonóm teljesítménynek. Abban az esetben, amikor a számítógépet a felhasználó a hőeloszlás meghatározásánál fellépő egyenletmegoldásra használ-

ja, azt kell mondanunk, hogy a számítógép közvetlenül az ember irányítása alatt áll, úgy használja azt, mint egy kalapácsot vagy éppen a papírt és a ceruzát. Más alkalmazásokban, például egy robotpilóta esetében lényegében ugyanilyen differenciálegyenlet számításokra van szükség (sok egyéb számítás mellett), tehát ugyanez a számítógép-megvalósítás használható olyan pilóta nélküli repülőgépekben is, amelyek a jövőben akár a felszállástól a leszállásig teljesen önállóan működhetnek, tehát autonóm teljesítményként értékelhetőek, mint a bicikliző robot tudása.

Még ennél is kevesebbet mondhatunk tehát a gépek esetében az artikuláció képességéről. Annyi bizonyos, hogy a centrum előfeltétele az artikulációnak, hiszen a tudásra való reflektáláshoz szükség van egy tudással rendelkező alanyra. Ezzel teljesen összhangban van Polányi világképe, amelyben minden élő organizmus rendelkezik centrummal, de csak az ember képes artikulációra<sup>9</sup>. Ez a képesség az egyik választóvonal az ember és az állatvilág között. Jelen cikkünkben annak megmutatására törekszünk, hogy bizonyos bonyolultabb gépek és az élőlények egy osztályba tartoznak, mégpedig éppen a tudás szempontjából. Ezen a ponton tehát azt mondhatjuk, hogy az artikuláció képessége kiemeli az embert az állatok és egyben az autonóm robotok világából is. Ez annak ellenére igaz, hogy az utóbbiak tudásának része az ember által artikulált szimbólumok igen hatékony, az emberi képességeket rendszerint meghaladó mennyiségű kezelése is, amely képességgel az állatok nem rendelkeznek, és csak nagyon korlátozottan taníthatóak meg rá. Mindez nem jelenti azonban, hogy elvi akadály lenne a gépek artikulációjának, de a jelen cikkben tárgyalt alkalmazások esetében szó sincs ilyesmiről.

## 5. KÖVETKEZMÉNYEK ÉS KONKLÚZIÓK

A gépi teljesítmények értelmezése és értékelése hagyományosan nagyon nehéz és sok vitát generáló feladat. Mindamellet a problémát megkerülni nem lehet, hiszen a 21. század különféle intelligens rendszerei egyre meglepőbb teljesítményeket produkálnak. Ebben a cikkben az egyszerűség kedvéért csak az autonóm robotokkal, azon belül is csak a kerékpározó robotokkal foglalkoztunk. Fontos tudni azonban, hogy számos egyéb alkalmazás van: felfedező (Mars Rover) és harci földfelszíni járművek, pilóta nélküli repülő<sup>10</sup>, kórházi létfenntartó rendszerek, háztartási autonóm robotok, gyári autonóm robotok, stb. Úgy gondoljuk, hogy a jelen cikkben leírt állítások a robotok széles körére alkalmazhatóak:

<sup>9</sup> Esetleg még néhány fejlettebb emlős igen korlátozott mértékben, amely nem változtat az alapvető különbségtételen.

<sup>10</sup> Ennek technológiai elődje, a robotpilóta nem kerüli el Polányi figyelmét (1994 II:153): „Egy repülőgép robotpilótája megközelíti egy valódi pilóta képességeit. Mechanikus önszabályozása egy meghatározott cél szolgálatában összehangolja tevékenységeit, sőt, bizonyos leleményességet is mutat, amikor új, pontosan előre nem látható helyzetekre reagál.” (Polányi azzal folytatja, hogy nem minden emberi intellektuális tevékenység fogható fel ilyen mechanisztikusan.)

1. Ezek a robotok, mint minden gép, emergensek, vagyis lényegüket tekintve nem, csak alapjaikban tekinthetők fizikainak. Ezt maga Polányi teszi világossá többek között *Az élet visszavezethetetlen struktúrája* című Science cikkében.
2. A robotok tudással rendelkeznek, például a Primer V2 tud biciklizni, még ha természetesen nem pontosan úgy, miként egy ember teszi.
3. Ez a fajta tudás – egyetértésben azzal, ahogy Polányi a biciklizés példáját használja – legalább részben hallgatólagos. A hallgatólagosság mértéke egy bizonyos szempontból attól függ, hogy a robot maga mekkora mértékben tudja explicálni a tudását, tehát a Primer V2 – amely tudomásunk szerint nem ad számot saját programjáról – teljes egészében hallgatólagos tudás segítségével kerékpározik. Ugyanakkor, ha tudná is teljes egészében explicálni a tudását, az a neurológus tudásával lenne analóg. Amikor ugyanis biciklizik, nem explicálja, hanem a gyakorlatban *hallgatólagosan alkalmazza* a tudását.

Nem gondoljuk, hogy Polányiban valaha is felmerült volna a 2. és 3. pont lehetősége, illetve hogy a kérdéssel abban az értelemben foglalkozott volna, ahogy mi tesszük. Foglalkozott azonban a Turing teszt és az elme szimulációjának kérdésével. (Polányi 1994 II:37 és a 12. lábjegyzet)

„Az értelem nem azoknak a megnyilvánulásainak az együttese, amelyek a tudat fókuszában vannak, hanem az, amire a figyelmünket fókuszáljuk, miközben megnyilvánulásainak járulékosan vagyunk a tudatában. [...] Az 'értelem' és a 'személy' itt adott definíciói szerint, sem egy neurológiai modellről, sem egy azzal ekvivalens robotról nem lehet azt mondani, hogy gondolkodik, érez, képzel, kíván, ért, hisz, vagy valaminek ítél valamit. Elképzelhető, hogy olyan jól szimulálják ezeket a diszpozíciókat, hogy teljesen megtévesztenek bennünket [Polányi itt a Turing tesztre gondol – *a szerzők*]. De egy megtévesztés, bármilyen kényszerítő erejű is, nem minősül igazságnak: semmi későbbi tapasztalat sem igazolhatja, hogy azonosnak fogadjunk el két olyan dolgot, amelyekről kezdetektől fogva tudjuk, hogy különböző természetűek.” (Polányi 1994 II:36-7)

Fontos tisztázni, hogy ez a gondolat támogatja mondanivalónkat. Polányi, bár csak érinti a témát, remekül felismeri, hogy a gépek teljesítménye és az emberi elme között egyenlőséget tenni logikai képtelenség, miként azt mi is hangsúlyozzuk a 1. ábrán és a kapcsolódó leíráson.<sup>11</sup>

Ennek az érvelésnek egy másik variációja az, amikor a személyiség<sup>12</sup> kiküszöbölhetetlensége mellett érvel a következtetés kapcsán (Polányi 1994 II:34-36) vagy amikor a McCulloch-Pitts neurális elméletével kapcsolatban felhívja rá a figyelmet, hogy a neurális háló gépi modellje önmagában nem adhat számot az

<sup>11</sup> Ezzel összefüggésben igen értékes Polányi-jegyzetek találhatók a Polanyiana 2010/1-2(19) számában, Polanyi Archives: Michael Polanyi on Mind and Machine.

<sup>12</sup> Ezáltal a centrum kiküszöbölhetetlensége mellett is érvel, hiszen Polányinál a centrummal rendelkezés a személyiség előfeltétele.



intelligens viselkedésről. (Polányi 1994 II:160-161) Azzal, hogy az (emberi) elme és a gép közötti különbségtétel mellett érvel, nem érvel a gépek hallgatólagos tudása ellen, csak az emberi és a gépi tudás alapvető különbözősége mellett.

Az azonban, hogy a szerző eredeti szándékait meghaladó következményeket tulajdonítunk Polányi tudás-elméletének, csupán aláhúzza annak igazságát. „... az igazság a valósággal való kapcsolat elérésében áll – amely kapcsolatnak meghatározatlan mennyiségű és jellegű, előre nem látott következményben kell a továbbiakban megnyilvánulnia.” (Polányi 1994 I:353) Ezen következmények mentén azonban további vizsgálatok is lehetségesek lennének. Egyrészt a centrum fogalma tagadhatatlanul finomításra szorul. Jelenleg a centrumról annyit mondhatunk el, hogy egy entitásban a hierarchia központjában lévő, azon belül térben lokalizált, regulatív funkciókat ellátó dologról van szó, amely az egész entitás struktúráját tartja fenn a külső folyamatokkal szemben, és amellyel minden élőlény rendelkezik. Egy rendszerelméleti meghatározással van tehát dolgunk, amelynek további tisztázásához Polányi szövegeinek tüzetesebb vizsgálatára és egyéb források bevonására is szükség lesz. Másrészt izgalmas és a határokat feszegető kutatási kérdés a gépi artikuláció, amelyre talán a gépi tanulás irányában keresendő a válasz.

A cikkben egy gépi tudást is lehetővé tévő Polányi-értelmezést mutattunk be, de egyben azt is megmutattuk, hogy az ember és gép közötti világos különbségtételt ez a felfogás nem veszélyezteti.

Megmenekültünk tehát attól az MI filozófiában gyakorta tapasztalható helyzettől, amikor a gépi tudás megvalósíthatósága az emberi tudás lényegi reprodukálhatóságának kérdése is egyben, és amely vitában rögtön az ember mint lény egyedisége, megkülönböztethetősége forog kockán. Itt ilyesféle összemosásról szó sincs, de mégis – köszönhetően Polányi gondolatkörének – tudásról beszélhetünk.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk köszönetet mondani az írásunkhoz kapcsolódó hasznos és termékeny megjegyzésekért és észrevételekért Fehér Mártának, Ronkay Margitnak, Hudy Róbertnek, Liska Jánosnak, Geng Viktornak és Margitay Tihamérnak. A kutatásunkat a TÁMOP - 4.2.2.B-10/1-2010-0009 projekt, az OTKA PD 83589 „Emergencia és evolúció Polányi Mihály filozófiájában”, valamint az OTKA K72598 „A tudomány társas és morális dimenziói” projektjei támogatták.

## IRODALOM

Paksi Dániel. 2010. Emergence and Reduction in the Philosophy of Michael Polányi Part I. *Appraisal*. Vol. 8. No. 2. 34-41.

- Paksi Dániel. 2011. Emergence and Reduction in the Philosophy of Michael Polányi Part II. *Appraisal*. Vol. 8. No. 4. 28-42.
- Polányi Mihály. 1992a. Az élet visszavezethetetlen struktúrája. In: *Polányi Mihály filozófiai írásai I.* 236-254. Budapest: Atlantisz Könyvkiadó.
- Polányi Mihály. 1992b. A hallgatólagos következtetés logikája. In: *Polányi Mihály filozófiai írásai I.* 155-181. Budapest: Atlantisz Könyvkiadó.
- Polányi Mihály. 1992c. Logika és pszichológia. In: *Polányi Mihály filozófiai írásai I.* 112-154. Budapest: Atlantisz Könyvkiadó.
- Polányi Mihály. 1994. *Személyes tudás I-II.* Budapest: Atlantisz Kiadó.
- Polányi Mihály. 1997. A hallgatólagos dimenzió. In: Polányi Mihály: *Tudomány és ember* 163-236. Budapest: Argumentum Kiadó – Polányi Mihály Szabadelvű Filozófiai Társaság.