A GONDOLKODÁSI FOLYAMATOK GÉPI MODELLEZÉSÉVEL KAPCSOLATOS FILOZÓFIAI PROBLÉMÁKRÓL

BENEDIKT SZVETLÁNA

BEVEZETÉS

Egy konkrét természettudományi ág és a filozófia kapcsolatának elvben a következő három aspektusa lehetséges:

1. Egy adott természettudományi ág eredményei alátámaszthatják, igazolhatják, vagy éppen ellenkezőleg: megdönthetik az ezen természettudományi ágra vonatkozó filozófiai tételeket.

2. A filozófia *módszertani, szemléletbeli segítséget* nyújthat olyan, a szaktudomány fejlődése által felvetődött *vitás* kérdések eldöntésében, amelyekkel a szaktudomány nem képes egyedül megbirkózni.

3. A szaktudomány fejlődése kapcsán felvetődhetnek olyan újszerű kérdések, problémák, amelyek megoldásához a filozófia a fejlődésnek adott szintjén nem tudja nyújtani az említett segítséget, mivel e kérdések filozófiai jellegű általánosítása még nem történt meg. Ebben az esetben a szaktudomány megteremti az igényt egyrészt az új problémák filozófiai jellegű feldolgozására, másrészt pedig a régi filozófiai problémák kidolgozási szintjének a természettudományok mai szintjének megfelelő felemelésére.

A kibernetika és a filozófia viszonyában mindhárom aspektus megtalálható. Különösen vonatkozik ez a kibernetika ún. alapkérdése, éspedig a gondolkodás és a számítógép működése közötti viszony körül folyó vitára.

I. A GONDOLKODÁS ÉS A SZÁMÍTÓGÉP MŰKÖDÉSE KÖZÖTTI VISZONY. E VISZONY FUNKCIONÁLIS ÉS TERMINOLÓGIAI ASPEKTUSAI

A fenti címben szereplő viszony az általános érdeklődés középpontjába került és nagy vitát váltott ki, amikor kiderült, hogy a számítógépek több olyan, az emberi szellemi tevékenység köréhez tartozó feladatot végre tudnak hajtani, amelyet régebben csak a gondolkodó ember számára tartottak elvégezhetőnek. A számítógépek és az agyvelő működésére vonatkozó ismereteink fejlődésével mind több és több ilyen feladatot sikerült gépek segítségével megoldani. A legfontosabb eredményeket a következő területeken érték el:

a) az egyik nyelvről a másikra való fordítás,
b) matematikai tételek bizonyítása,
c) új matematikai tételek felállítása,
d) ábrák felismerése (alakfelismerés),
e) orvosi diagnózis felállítása,
f) magas intelligenciát igénylő játékokban való részvétel (pl. sakkjáték).

Az a tény, hogy több gondolkodási funkciót sikerült kibernetikai gépek segítségével modellezni, amellett szól, hogy *van bizonyos fokú funkcionális analógia az emberi agy és a kibernetikai gép között.* E két rendszer működésében pl. a következő funkcionális hasonlóságok mutathatók ki:

Mind a gép, mind pedig az emberi agy híreket (azaz információkat) kap a külvilágból és ezeket feldolgozza. Továbbá, az automaták idegrendszerünkhöz hasonlóan olyan képességekkel ruházhatók fel, mint a változó feltételekhez való alkalmazkodás, a sok lehetséges megoldás közül a legjobb kiválasztása, a szükséges adatok tárolása, és végül az optimális reakciók kidolgozása és felhalmozása.

1. *A gondolkodás gépi modellezésének különböző útjai*

Funkcionális analógia két rendszer között az alábbi két esetben lehetséges.

Az első esetben a rendszerek közötti *funkcionális analógia a rendszerek strukturális analógiájának következménye.* A második esetben a *funkcionális analógia eltérő belső struktúrák mellett valósul meg.* A funkcionális analógia megvalósításának lehetősége ebben az esetben a funkciónak a belső struktúrától való relatív függetlenségén alapszik. Ez azt jelenti, hogy ugyanaz a funkció megvalósítható különböző belső struktúrájú objektumok, pl. egy repülőgép és egy madár által. Annak ellenére, hogy belső struktúrájuk nagyon eltér egymástól, funkcionális analógia van közöttük (a repülési funkció tekintetében).

A fentiek alapján a gondolkodás kibernetikai modellezésével kapcsolatos kutatásoknál az alábbi két fő irányzat különböztethető meg:

Az első irányzat célja *az agy strukturális modellezése.* Ezt az irányzatot gyakran a természetes intelligencia kutatásának nevezik.

Az agy strukturális jellegű modellezése magában foglalja egyrészt az egyes neuronok, másrészt a neuronok egymás közötti kapcsolatának a modellezését. Ennek az útnak a nehézsége abban rejlik, hogy a kb. 15 milliárd neuronból álló emberi agy rendkívül bonyolult rendszert képez. Már az egyes neuronok modellezése is eléggé komplikált: a neuron jelenlegi modelljei (az ún. „mesterséges neuronok") a valódi neuronoknak csak durva megközelítései.

Még nehezebb végigkövetni és modellezni a neuronoknak egymás közti kapcsolatait.

McCulloch és Pitts az egyes neuronok modellezésére a „minden vagy semmi" elv alapján működő ún. *formális neuronokat,* az agy struktúrájának modellezésére pedig az ezekből felépített és a matematikai logika segítségével leírható *formális neuronhálózatokat* javasolták.

A neuron működésének a formális neuronnal történő modellezhetősége azon a feltevésen alapszik, hogy idegrendszerünk neuronjai is a „minden vagy semmi" elv alapján működnek. Ez azt jelenti, hogy az ideghálózat neuronja kétféle állapotban lehet: gerjesztett vagy nyugalmi állapotban. E két állapot közül csak a nyugalmi stabil, vagyis ha nincs semmiféle inger, a neuron nyugalmi helyzetben van. A neuron nyugalmi állapotából gerjesztettbe csak akkor megy át, ha a beérkező impulzusok összege egy bizonyos „küszöbértéket" meghalad. Ebben az esetben a neuron maximális intenzitással reagál az ingerre, egyébként pedig sehogy sem reagál. Az ingertörvény tehát így fogalmazható meg: „minden vagy semmi", – maximális vagy semmilyen reagálás az adott ingerre.

Ma már bebizonyosodott azonban, hogy a neuronok valódi működése a fentieknél sokkal bonyolultabb. Működésüket befolyásolják pl. különböző folytonos neurokémiai folyamatok is. Ennek alapján a neuronok működésének a „minden vagy semmi" elv alapján történő leírása a fenti folyamatok elhanyagolásával létrejött absztrakció (ez első közelítésben elfogadható). Sokan a McCulloch és Pitts-féle agymodell fogyatékosságának tartják ezenkívül annak túlzott, metafizikus determináltságát is. Az agy működésében ugyanis – mai ismereteink szerint – szerepet játszanak különböző véletlen folyamatok is. Éppen ezért sokkal perspektivikusabb kutatási irányzatnak tartják azt, amely az agy struktúráját véletlen szervezésű rendszerekkel próbálja modellezni (ide tartozik pl. Rosenblatt perceptronja). Az összes eddig ismert agymodell az agy struktúrájának csak néhány oldalát tükrözi és emiatt csak a legegyszerűbb szellemi feladatokat tudja megoldani, pl. felismerni az igen egyszerű ábrákat.

A másik kutatási irányzat, az ún. mesterséges intelligencia kutatás célja *az agy működésének funkcionális oldalról történő modellezése,* vagyis olyan rendszerek létrehozása, amelyek külsőleg ugyanúgy viselkednek, mint az emberi agy, de *nem feltétlenül ugyanolyan belső struktúra alapján.*

Ez a fajta modellezés az agy funkcionális működésének ismeretét tételezi fel, ugyanakkor ehhez nincs feltétlen szükség az agy belső struktúrájának ismeretére. (Az agyat tehát itt ún. fekete doboznak tekintjük.) Az agy funkcionális modelljei számos, bonyolult szellemi tevékenységet igénylő feladatot képesek megoldani (pl. a cikk bevezetőjében említetteket) és ezáltal hatásos segítséget nyújtanak a modellezőnek fontos logikai döntések előkészítésénél és meghozatalánál.

Bár az e típusú agymodellek felépítését elsősorban az előbb említett gyakorlati célok vezérlik, a mesterséges intelligencia kutatás területén folyó munkák azáltal, hogy hipotéziseket szolgáltatnak az agyban lezajló folyamatokra vonatkozóan, elősegítik az agy belső működésének megértését is.

A gondolkodás gépi modellezésének lehetőségei nem korlátozódnak e két említett útra. E két útnál ugyanis teljesen figyelmen kívül maradt az a tény, hogy az emberi agy jelenlegi formájában egy igen hosszú fejlődési folyamat eredményeként jött létre. Vannak olyan kutatási irányzatok, amelyek a fő hangsúlyt éppen ennek a fejlődési folyamatnak a modellezésére fordítják. Pl. L. Fogel, A. Owens, M. Walsh a gondolkodás modellezésére az agy modellezése helyett *az agy evolúciójának modellezését* javasolják [1]. Ennek mesterséges reprodukálása azonban igen nehéz, mivel az ember evolúciójáról nagyon keveset tudunk. Jelenleg csak egy-egy emberi agyfunkció (pl. az ún. jóslási funkció) evolúciójának modellezésére folynak kísérletek.

Ezek után nézzük meg a gondolkodás gépi modellezésének problémáját, a cikk bevezetőjében említett három aspektusból.

2. *A gondolkodási folyamatok gépi modellezése terén elért eredmények filozófiai jelentősége*

A fent említett eredményeknek, óriási gyakorlati jelentőségükön túl igen nagy világnézeti jelentőségük is van, mivel ezek egy sor fontos filozófiai kérdést érintenek. Mindenekelőtt a filozófia alapkérdését: a lét és a tudat viszonyát, azonkívül pedig olyan kérdéseket, mint az élő és élettelen, illetve általában a mozgásformák közötti viszony stb.

Filozófiai szempontból ezek az eredmények kétségkívül a materializmus új győzelmét jelentik az idealizmussal szemben. A gondolkodási folyamatok mesterséges reprodukálhatóságának felfedezése ugyanis jelentősen csökkentette a folyamatok titokzatosságát és ezzel alapjában támadta meg a vallásnak és az idealizmusnak a pszichikus folyamatok természetfeletti eredetéről szóló dogmáját. Ugyanakkor az a tény, hogy egymástól annyira különböző anyagi természetű rendszerek mint az emberi agy és a számítógép több vonatkozásban közös tulajdonságokkal rendelkeznek, konkretizálja és új oldalról igazolja a dialektikus materializmusnak a világ anyagi egységéről szóló tanítását.

Mindamellett találkozhattunk (főleg az 50-es években) olyan nézetekkel is, melyek szerint a kibernetika eredményei igazolnák az egyes mozgásformák minőségi sajátszerűségének tagadását hirdető mechanikus materialista álláspontot. Ezek az állítások azonban nem rendelkeznek semmiféle reális alappal. A kibernetika ebben a vonatkozásban csakis azt bizonyította be, hogy a számítógépek által képviselt mozgásformának, valamint az emberi agy társadalmi-biológiai mozgásformájának egy sor közös törvényszerűsége van. (Ez teljesen összhangban van a dialektikus materializmusnak a világ anyagi egységéről szóló tanításával.) A kibernetikai eredményekből azonban még egyáltalán nem következik, hogy az említett mozgásformák a közös törvényeken kívül nem rendelkeznek saját specifikus törvényekkel is. Különben is a kibernetika, amely a folyamatokat kizárólag egyik oldalukról, éspedig az információ továbbítása és átalakítása szempontjából vizsgálja, nem is tarthat igényt arra, hogy az egyik mozgásformát a másik mozgásformára kimerítően vezesse vissza. A kibernetikának a gondolkodási folyamatok modellezése terén elért sikerei tehát semmiféle reális alapot nem adnak mechanikus materialista következtetésekre [13].

3. *A gondolkodás gépi modellezhetőségével kapcsolatos vitás kérdések*

A gondolkodás gépi modellezése terén elért eredmények kapcsán egy sor olyan – a gép és a gondolkodás viszonyának értelmezésével, valamint az említett modellezés távlataival kapcsolatos – kérdés vetődött fel, amelyekre a természettudományok jelenleg még nem tudnak pontos választ adni. Mivel ezek a kérdések rendkívül izgalmasak és az emberiség jövőjét, valamint több világnézeti problémát érintenek, e kérdések körül igen szenvedélyes vita alakult ki, amelybe a természettudósokon kívül a filozófusok is bekapcsolódtak. Meg kell jegyezni, hogy ezek a kérdések annyira újszerűek és bonyolultak, hogy még ugyanazon a filozófiai talajon álló tudósok, így a dialektikus materialista világnézetű kutatók is több kérdésben vitatkoznak egymással.

A vita ma sem csillapodott le, sőt, nem kevésbé szenvedélyes, mint a kibernetikai sikerek első éveiben. Ugyanakkor a kibernetika és a hozzá kapcsolódó természettudományok fejlődésének hatására e vita tudományos szintje állandóan emelkedik. Az elmúlt tíz évben megjelent publikációkat e téren lényegesen magasabb tudományos színvonal jellemzi (pl. a kérdések felvetésének precizitása, az érvanyag tudományos megalapozottsága, sokoldalúsága tekintetében) mint a kezdeti lépések nehézségeit tükröző, első ilyen témájú munkákat, például a „Kibernetika filozófiai problémái" c. cikkgyűjteményt, amely ellen Gáspár A. tanulmányának[1] fő tüze irányult.

[1] Gáspár András: A gépi gondolkodás lehetőségeinek tagadásával kapcsolatos szemléleti korlátokról; „Magyar Filozófiai Szemle", 1976/1.

Mielőtt rátérek a vita középpontjába került kérdések ismertetésére, úgy érzem, feltétlenül reagálnom kell legalábbis legfontosabb észrevételeim kifejtése erejéig az utóbbi tanulmányra. Részletes elemzésére e cikk keretein belül nyilvánvalóan nincs mód, de különben sem ez a célom.

Első észrevételem a szóban forgó tanulmány fő célkitűzésére és vizsgálati módszerére vonatkozik. A tanulmány lényegében véve azokkal *a 15–20 évvel ezelőtti kibernetikai-filozófiai irodalomban* kifejtett nézetek bírálatával foglalkozik, amelyek a tanulmány szerzője szerint összeegyeztethetetlenek mind a szaktudományok eredményeivel, mind a dialektikus materializmussal. E bírálatnál azonban Gáspár A. *az azóta megjelent, igen gazdag idegen nyelvű irodalmat teljesen figyelmen kívül hagyta.* A bírálat ilyen módszere, úgy gondolom, igen problematikus – még akkor is, ha igaz az, hogy a bírált nézetek ma is hatnak, a többi közt a filozófia oktatásában –, különösen, ha olyan tudományág problémáiról van szó, amely nagyon gyorsan fejlődik és amelynek területén évente sok publikáció jelenik meg. A vizsgált irodalom önkényes szelektálása következtében a tanulmány alapján meglehetősen egyoldalú, és emiatt torz elképzelés alakulhatott ki mind a gondolkodás gépi modellezhetőségével kapcsolatos viták mai állásáról, mind pedig a vita egyes résztvevőinek mai nézeteiről.

A tanulmánynak ezt a fogyatékosságát maga a szerző is elismeri. A tanulmány megírását azzal indokolja, hogy a „számítástechnika elterjedésével összefüggésben *időszerűvé vált a kibernetika filozófiai problémáinak feldolgozása a filozófia-oktatásban*", és minthogy szerinte hazánkban még nem történt meg sem az általa vizsgált nézetek alapos és következetes bírálata, „*sem az újabb külföldi irodalom* feldolgozása és *magyar nyelvű megjelentetése* – fennáll a veszély, hogy az oktatás – szándéka ellenére – a szaktudományos eredményekkel és a dialektikus materialista filozófiával összeegyeztethetetlen nézetek terjesztőjévé válik".

Gáspár A.-hoz hasonlóan én is úgy vélem, hogy a gondolkodás gépi modellezése lehetőségeinek korlátozottságát hirdető nézetek összeegyeztethetetlenek a szaktudományok eredményeivel és a dialektikus materializmussal egyaránt. Éppen ezért, ha a szóban forgó nézetek elterjedésének veszélye tényleg fennáll a magyarországi filozófia-oktatásban, akkor a nézetek bírálatával foglalkozó tanulmány megírása és megjelentetése véleményem szerint időszerű és indokolt volt, még akkor is, ha e tanulmány szerzője különböző objektív és szubjektív okok miatt nem vállalkozott az utóbbi 20 évben megjelent irodalom feldolgozására. Bár ebben az esetben is a tanulmány egyoldalúságából származó félreértések elkerülése végett célszerűbb lett volna vagy a tanulmány címében, vagy a bevezetőjében világosan kihangsúlyozni, hogy a bírálat tárgyát azok a gondolkodás gépi modellezhetőségének korlátozottságát hirdető nézetek képezik, *amelyek a szerző szerint ma is igen elterjedtek a magyarországi filozófia-oktatásban.* E kihangsúlyozás esetén ugyanis világos lett volna, hogy a bírálat tüze nem azok ellen a szerzők ellen irányul, akik úttörő munkát vállaltak a kibernetika filozófiai problémáinak kidolgozásában, még azt a rizikót is vállalva, hogy az általuk akkor kifejtett nézetek 20 év múlva több vonatkozásban nagyon könnyen jogos bírálat tárgyává válhatnak. Ily módon a bírálat csupán azon filozófia-oktatók ellen irányult volna, akik a kibernetikával kapcsolatos filozófiai kérdések oktatásában még ma is csak a 20 évvel ezelőtti irodalmat használják fel. Azok ellen tehát, akik valóban megérdemlik a komoly bírálatot.

Nem tartom magamat illetékesnek arra, hogy állást foglaljak azzal kapcsolatban, hogy a magyarországi filozófia-oktatásban valóban fennáll-e az említett nézetek elterjedtsége. Az e téren szerzett tapasztalatom egyrészt korlátozott, másrészt egyoldalú (lényegében véve csak a saját oktatási tevékenységemet ismerem). Ugyanakkor éppen a saját tapasztalatomból kifolyólag erős kételyeim vannak arra vonatkozóan, hogy Gáspár A. e téren szerzett negatív tapasztalatai általánosíthatók lennének a filozófia-oktatás egészére.

Mindemellett Gáspár András tanulmányának tartalmával, azaz a benne kifejtett bírálattal és a szerző tartalmi állásfoglalásaival lényegében véve egyetértek. Bár a szerző állásfoglalásai és az ezek alátámasztására felhozott érvek többsége lényegét tekintve nem új a kibernetikai irodalomban, mégis úgy látom, hogy egyes vonatkozásokban a szerzőnek sikerült az utóbbihoz képest is részletesebb, többoldalúbb és ezáltal mélyebb elemzést adni a vizsgálandó problémáról.

Végül is Gáspár A. tanulmánya eléggé meggyőzően mutat rá a gondolkodás gépi modellezésének korlátozottságát hirdető nézetek gyenge pontjaira és ennélfogva hozzájárul az e nézetek elleni harchoz.

Ezek után térjünk vissza a gondolkodás gépi modellezhetőségével kapcsolatos viták ismertetésére, figyelembe véve az újabb külföldi irodalmat is. A gondolkodás és a számítógép-működés viszonyának problémája először a gondolkodó gépek létrehozhatóságára vonatkozó kérdések formájában vetődött fel. E kérdések közül a *relatíve* legprecízebbnek és legáltalánosabbnak a következő kérdés tekinthető:

Lehetséges-e elvben gondolkodó gépek létrehozása?

E kérdés felvetését egyes kibernetikusok arra vonatkozó állításai idézték elő, hogy ilyen gépek létrehozásának nincs semmiféle komoly akadálya; sőt az ötvenes években elhangzottak olyan vélemények is [2], amelyek szerint már az akkori számítógépek is – mivelhogy teljesítenek egyes gondolkodási funkciókat – joggal tekinthetők gondolkodóknak. Sokan erélyesen vitába szálltak a fenti nézetekkel [3, 4, 5, 6].

A gondolkodó gépek létrehozhatóságával kapcsolatos vita azonban elég hamar zsákutcába jutott. Egyre világosabb lett ugyanis, hogy a szóban forgó kérdés egyrészt egyáltalában nem precíz, másrészt pedig nem is tükrözi vissza megfelelőképpen a gondolkodás és a számítógép viszonyának legfontosabb aspektusát.

A kérdésfelvetés pontatlansága már az alábbiak alapján is belátható. A gondolkodás, amely igen bonyolult folyamat, tulajdonképpen több különböző aspektusból (ontológiai, biológiai, társadalomtörténeti, ismeretelméleti, funkcionális stb. aspektusból) vizsgálható. Ugyanakkor a kibernetikát – mint ismeretes – a *funkcionális* szemlélet jellemzi. Ez azt jelenti, hogy a kibernetika a rendszerek tanulmányozásánál *e rendszerek viselkedésére* helyezi a fő hangsúlyt. Vagyis a rendszereket elsősorban abból a szempontból vizsgálja, hogy hogyan reagálnak a különféle külső behatásokra (kibernetikai terminológiában: hogyan dolgozzák fel a külvilágból beérkező információkat, ill. milyen összefüggés van a rendszer kimenő és bemenő jelei között). Mindez vonatkozik a gondolkodás vizsgálatára is. Ennélfogva a kibernetika hatáskörébe a gondolkodás csak egyik, éspedig funkcionális aspektusának tanulmányozása tartozik.

Ennek megfelelően, a kibernetikusok a „gondolkodó" gépek alatt tulajdonképpen gondolkodási funkciókat reprodukáló gépeket, azaz olyan gépeket értenek, amelyek az

emberi agyvelővel analóg módon dolgozzák fel a külvilágból érkező információkat. Ugyanakkor a gondolkodás kibernetikai modellezésének funkcionális jellegét nem eléggé hangsúlyozták ki, ami sok félreértéshez és vitához vezetett. Pl. olyan félreértések születtek, mintha a kibernetika a gondolkodás összes aspektusainak tanulmányozását saját hatáskörébe tartozónak tekintené.

Ebben a vonatkozásban lényeges fordulatot jelentett Kolmogorov „Az automaták és az élet" c. cikkének megjelenése [24]. A szerző, amikor a gondolkodó gépek elvi létrehozhatósága mellett foglalt állást, kihangsúlyozta, hogy mindez a gondolkodás funkcionális értelmezésére vonatkozik. E cikknek elég nagy jelentősége volt a kérdésfelvetések precizitásának növelése és a vitában használt fogalmak tisztázása szempontjából. (A cikkben kifejtett nézetek körüli vitára később térünk ki.)

Ezt követően a kibernetikusok a gondolkodás mesterséges reprodukálásával foglalkozó publikációikban elkezdték tudatosan hangsúlyozni a reprodukálás funkcionális jellegét (ez különösen a szovjet szerzők munkáira vonatkozik).

A fentiek alapján a gondolkodó gépek létrehozhatóságára vonatkozó kérdés precíz fogalmazása a következő: *Megvalósítható-e elvben olyan fokú funkcionális analógia az emberi agyvelő és a számítógép működése között, amelynek alapján az utóbbinak működésével kapcsolatban megengedhető lenne a gondolkodás fogalmának használata?*

A kérdés fenti precíz fogalmazásából még jobban kitűnik *a kérdés nem egyértelmű volta* is. Megválaszolásának szükséges feltétele ugyanis az arra vonatkozó kérdés eldöntése, hogy *szabad-e egyáltalában csupán a gondolkodás és a számítógép-működés funkcionális analógiája alapján a számítógépekkel kapcsolatban a „gondolkodás" terminust használni, és ha igen, akkor milyen fokú funkcionális analógia szükséges ehhez?* Ez utóbbi kérdés azonban maga is vita tárgyát képezi és a mai napig sincs eldöntve. Mivelhogy e kérdés a tudományos definíciók megalkotásának általános elvi problémáit érinti, ennek eldöntése túlmegy a kibernetika hatáskörén és inkább a filozófia hatáskörébe tartozik.

A gondolkodó gépek létrehozhatóságára vonatkozó kérdésfeltevés másik nagy hiányossága a következő. Azt sugallja ugyanis, mintha a gondolkodás gépi modellezése terén elért és a jövőben elérhető eredményeknek kizárólag annak eldöntése szempontjából volna jelentősége, hogy a gondolkodás fogalma kiterjeszthető-e a gépekre. A valóságban az említett eredményeknek – teljesen függetlenül attól, hogy a gondolkodási funkciókat modellező gépek működését gondolkodásnak vagy másnak nevezzük-e – önálló, méghozzá igen nagy jelentősége van.

Mindez mutatja a gondolkodó gépek létrehozhatóságára vonatkozó kérdésfeltevés nem szerencsés voltát. A fentiek miatt egyre több szerző jut arra a következtetésre, hogy *a gondolkodás és a számítógép működése közötti viszony vizsgálatánál külön kell választani e viszony funkcionális és terminológiai aspektusait.* Ennek megfelelően a gondolkodó gépek létrehozhatóságára vonatkozó kérdésnek az alábbi, egymástól függetlenül eldönthető két kérdésre való felbontását tartják célszerűnek:

1. Hol van a gondolkodás gépi modellezhetőségének a határa?

2. Kiterjeszthető-e vajon elvben a gondolkodás terminusa a számítógépek működésére is, és ha igen: mi ennek a kiterjeszthetőségnek a feltétele?

E két kérdés egymástól függetlenül dönthető el. Teljesen osztom több szerzőnek [7] azt a véleményét, amely szerint az első kérdés eldöntése a másodiknál sokkal nagyobb gyakorlati jelentőséggel bír. Sőt, nézetem szerint a filozófia több alapvető problémáját

érintő első kérdés világnézeti szempontból is nagyobb jelentőségű, mint a második, terminológiai kérdés. A két kérdés közül *csak az elsőnek van önálló jelentősége.* E kérdés jelentősége ugyanis egyáltalában nem függ a másodikra adandó választól: akkor is nagy jelentősége van, ha a második kérdésre nemleges választ adunk.

Ezzel szemben ez utóbbi jelentőségét erősen befolyásolja az első kérdésre adandó válasz. Pl. ha kiderülne, hogy az emberi agy és a számítógép között csak igen korlátozott funkcionális analógia lehetséges, akkor a második kérdés elveszítené minden aktualitását. Mindezek alapján a két említett kérdés közül az első tekinthető alapkérdésnek. Ennek megfelelően a legtöbb szerzőnél épp e kérdés vizsgálata kapott fő hangsúlyt (ugyanez vonatkozik a jelen tanulmányra is).

II. HOL VAN A GONDOLKODÁS GÉPI MODELLEZHETŐSÉGÉNEK A HATÁRA?

E probléma vizsgálatával kapcsolatban mindenekelőtt az alábbi kérdés vetődik fel:

1. *Vannak-e olyan konkrét gondolkodási funkciók, amelyek gépi reprodukálása elvileg lehetetlen?*

A kibernetika születése óta eltelt időszak alatt már többször úgy tűnt, mintha végül is olyan specifikus gondolkodási funkciókba ütköztek volna, amelyek kizárólag az emberre jellemzőek és emiatt nem is modellezhetők gépi úton. Sokan, pl. P. Cossa [8], az alábbi képességekhez kapcsolódó gondolkodási funkciók modellezhetőségét hirdették:

A) A változó körülményekhez való alkalmazkodás képessége.

B) A tanulás képessége.

C) Az általánosítás képessége.

D) Az alkotás képessége.

Azonban egyetlen ilyen állítást sem sikerült tudományosan alátámasztani. A tudomány mai állása szerint ugyanis nem ismerünk semmiféle olyan természettudományos törvényt, amely konkrét határt szabna a gondolkodás gépi modellezésének. E határokat hirdető állítások mind az emberi agy és a számítógép közötti, a kibernetika adott fejlődési szintjének megfelelő különbségeknek a jövőre való extrapolálásából születtek. Ennélfogva nem csoda, hogy a kibernetika fejlődésével ezeket az állításokat egymás után sikerült mind elméletileg, mind gyakorlatilag megcáfolni. Ezen állítások meggyőző kritikája megtalálható pl. S. M. Saljutyinnál és Rovenszkijnál [3, 9]. Mi magunk itt csak az előbb említett A, B, C, D állítások vizsgálatára szorítkozunk.

A. Az ötvenes években többen úgy vélték, hogy a gép az embertől eltérően soha nem lesz képes alkalmazkodni a változó környezethez, ami az ember adaptációs képességeinek gépi modellezhetetlenségét jelenti. Az adaptív gépek létrehozása azonban ezt az érvet mind elméletileg, mind gyakorlatilag megdöntötte. Annak ellenére, hogy a természetben lejátszódó adaptációs folyamatok lényegét nem ismerjük eléggé, sikerült néhány olyan matematikai modellt kidolgozni, amelyek bár durva és leegyszerűsített formában, de mégis megvalósítanak adaptációs folyamatokat. E modellek alapján működő számítógépek a változó körülmények között változtatni tudják viselkedésüket a körülményeknek megfelelő legjobb működési mód elérése érdekében.

B. Hasonló kudarcra jutottak az ember tanulási képességének gépi modellezhetetlenségét hirdető állítások is. Ma már ugyanis több olyan matematikai modell ismeretes, amely a tanulási mechanizmusok gépi reprodukálását teszi lehetővé. E modelleket megvalósító programok szerint működő gépek (az ún. tanuló gépek) a saját vagy a „tanító" szerepét játszó ember tapasztalata alapján megtanulhatják bizonyos előre meghatározott feladatok elvégzésének legjobb módját [7, 10].

C. Ahogyan az ún. alakfelismerés problémájával foglalkozó kutatások eredményei bizonyítják, már a jelenlegi számítógépek is képesek bizonyos általánosításokra (bizonyos, az ember által meghatározott objektumokkal kapcsolatban). Azoknak a számítógépeknek a működése például, amelyek különböző kézírással írt betűk esetén fel tudják ismerni az egyes betűket, azaz el tudnak vonatkoztatni az egyes betűk nagyságától és különböző felírási módjától, vagy amelyek meg tudják különböztetni egymástól a különböző típusú geometriai idomokat (háromszöget a négyszögtől), hasonlónak mutatkozik a külső szemlélő számára az elvont általánosításokat végző ember viselkedésével.

D. Az ember alkotóképességének gépi modellezhetetlenségét hirdető állítások téves volta már a kibernetika jelenlegi eredményei alapján is könnyen belátható. Az alkotóképesség ugyanis (az alkotási folyamat eredménye szempontjából) új dolgok feltárásának a képességét jelenti. Ismeretes, hogy már a jelenlegi számítógépek is képesek új dolgok feltárására, új tények megállapítására.

Ezzel kapcsolatban Gluskov ismert szovjet kibernetikus a következő példát hozza fel: Az emberiségnek több száz év kellett ahhoz, hogy megtalálja a másodfokú algebrai egyenlet általános megoldását. Ez annak idején kétségkívül alkotómunkának számított. Nem nehéz azonban az említett probléma megoldására ma összeállítani egy olyan programot, amelynek alapján egy modern univerzális digitális számítógép pillanatok alatt a másodfokú egyenlet általános megoldását megtalálja. E célból a gépet arra kell utasítani, hogy bizonyos elemi műveletek felhasználásával, különböző kombinációk próbálgatása révén két olyan képletet keressen, amely az egyenlet két gyökét az egyenlet együtthatóival fejezi ki. Minden próbaválasztás helyessége vagy helytelensége a kipróbálandó képlet egyenletbe való visszahelyettesítésével dönthető el. Ily módon a gép előbb vagy utóbb megtalálja a helyes megoldást [31].

A fenti példában a gép az összes lehetséges megoldási út megvizsgálása révén, azaz próbálgatási módszerrel jut el a probléma megoldásához. Nagyszámú lehetséges megoldási út esetén azonban (a sakkjátéknál pl. ez a szám kb. 10^{120}) ez a módszer gyakorlatilag megvalósíthatatlan, mivel még igen gyors működésű számítógép esetén is az ilyen vizsgálathoz nagyon sok idő szükséges. Ugyanakkor az ember a heurisztika segítségével sikeresen megbirkózik ilyen típusú feladatokkal.

Heurisztikának nevezünk olyan, a tapasztalatokon alapuló szabályt, stratégiát, ügyes fogást, egyszerűsítést vagy más eljárást, amely a bonyolult problémák megoldásának keresésénél a vizsgálatokat csak a várható hatásos utakra korlátozza. Az ember ugyanis – amikor igen sok variáns közül kell választania – valamilyen heurisztikus alapötletből kiindulva az összes lehetséges utak közül eleve kiválaszt néhányat és csakis ezekre korlátozza a vizsgálatokat. A heurisztika alkalmazásának előnye egy feladatmegoldás keresési mezejének lényeges korlátozása, ami által a keresési eljárás gyakorlatilag elfogadhatóvá válik. Hátránya viszont az, hogy az említett korlátozással esetleg elveszíthetjük az optimális megoldást, sőt, a legkedvezőtlenebb esetben az összes lehetséges megoldást is.

A heurisztika alkalmazása tehát általában nem szavatolja az optimális megoldás megtalálását, *a legtöbb esetben azonban eléggé jó* megoldásokat biztosít. A heurisztikus problémamegoldási módszerek alkalmazása azonban egyáltalában nem jelent leküzdhetetlen előnyt az emberi tevékenység javára a gépek működésével szemben. Nincs semmi elvi akadálya annak ugyanis, hogy olyan programokat készítsünk, amelyek utánozzák azokat a heurisztikus eljárásokat, amelyeket az ember használ bonyolult problémák megoldásánál (ezeket a programokat heurisztikus programoknak nevezzük). Heurisztikus programozás segítségével máris sok különböző jellegű szellemi feladatot sikerült a gépekre átruházni. E programozást használják például a sakkjátékost utánzó számítógépek esetén. A gépnek pl. a következő korlátozó szabályt írhatjuk elő: hagyja abba az olyan lépéssorozatok vizsgálatát, ahol közvetlen veszély van a királynő elvesztésére. Ilyen szabály bevezetése megkönnyíti a győzelemhez vezető utak megtalálását, az ára viszont az, hogy sok elegáns megoldás (pl. a királynő feláldozásával járó kombinációk) elvesztését okozza.

E példánál még nagyobb jelentősége van (a gyakorlat szempontjából) a számítógépeknek a tudományos kutatással összefüggő alkotói jellegű feladatok megoldására való alkalmazásának. A gépek felhasználhatók például logikai és geometriai tételek bizonyítására. Sőt a jelenlegi számítógépek képesek már megoldani olyan, igen magas fokú alkotási képességeket igénylő feladatokat is, mint amilyen pl. *új matematikai tételek felállítása.*

A fenti példákból arra következtethetünk, hogy az adaptáció, a tanulás, az általánosítás és az alkotás képessége *bizonyos konkrét vonatkozásokban* – azaz amikor sikerült a képességeket konkrét és meghatározott feladatok megoldására vonatkozóan jól definiálni – már most is reprodukálható gépek segítségével.

Ugyanez mondható a kérdésfelvetés képességére, a kritikai és az olyan más képességekre vonatkozóan is, amelyeket korábban csak az embernek tulajdonítottak [9, 11]. Minden egyes szóban forgó képesség esetén ugyanis sikerült megtalálni e képesség olyan *konkrét* megnyilvánulásait, amelyek sikeresen modellezhetők gépek segítségével. És mindez egyáltalában nem véletlen, hanem egyenes következménye az ún. *McCulloch–Pitts-féle tételnek.* Ez a tétel azt mondja ki, hogy *az olyan viselkedési mód, amely véges számú „szó" segítségével logikailag szigorúan és egyértelműen definiálható – formális neuron-hálózattal is megvalósítható.* Ebből a tételből viszont az következik, hogy *a gondolkodás bármilyen szigorúan korlátozott és logikailag teljeskörűen leírható funkciója elvben reprodukálható gépek segítségével is.*

Más szóval ez azt jelenti, hogy bármilyen konkrét, logikai szigorúsággal definiált feladatot gépek is képesek megoldani. Pl. a korábban említett, előre meghatározott típusú és vonatkozású általánosításokra képes gépek megalkotása azért vált lehetségessé, mert feladataikat sikerült egyértelműen definiálni. Ugyanez a helyzet a tanuló, az alkotó jellegű munkát végző gépek stb. esetében is.

A McCulloch–Pitts-féle tétel véget vetett az arra irányuló kísérleteknek, hogy találjanak olyan gondolkodási funkciókat, amelyek noha logikailag teljeskörűen leírhatók, mégsem modellezhetők gépek segítségével. E tételből következik, hogy ilyen funkciók nincsenek. Bármely típusú viselkedés gépi modellezésénél csak akkor jelentkezik elvi nehézség, ha a viselkedést nem tudjuk kellő pontossággal leírni.

Ezzel kapcsolatban azonban felvetődik a következő kérdés: Lehet-e elvileg minden létező viselkedési módot teljeskörűen és egyértelműen szavakba foglalni?

A kérdés vizsgálatánál a következőt kell figyelembe vennünk. Az elvileg leírhatatlan viselkedési módok létezhetőségének elismerése tulajdonképpen a megismerhetetlen dolgok létezését hirdető agnosztikus álláspont elfogadását jelenti. Egy viselkedési módot ugyanis csak akkor nem tudunk teljesen leírni, ha azt nem ismerjük eléggé. Ennélfogva a világ megismerhetőségét valló tudósok a szóban forgó kérdésre mind igennel válaszolnak. Így Neumann János, a kibernetika egyik megalapítója ezzel kapcsolatban a következőket írta [12]: „Semmi kétség, hogy minden elképzelhető viselkedési formának bármely fázisát szavakkal teljesen és egyértelműen le lehet írni. Ez a leírás esetleg hosszadalmas, de mindig lehetséges. Ezt tagadni annyit jelent, mint ragaszkodni a logikai miszticizmus egy formájához, ami bizonyára legtöbbünktől távol áll."

A materialista ismeretelméletből kiindulva tehát arra a következtetésre kell jutnunk, hogy minden létező viselkedési mód, azaz a gondolkodás minden egyes konkrét funkciója *elvben* teljeskörűen és egyértelműen leírható szavak segítségével. A McCulloch–Pitts-féle tétel figyelembevételével ez egyben azt is jelenti, hogy *egyetlenegy konkrét gondolkodási funkcióról sincs jogunk azt állítani, hogy annak gépi modellezése elvileg lehetetlen lenne.*

2. *Az általános gondolkodási funkciók gépi modellezésével kapcsolatos nehézségek*

A konkrét gondolkodási funkcióktól eltérően az általános gondolkodási funkciók gépi modellezése egyelőre sem elméletileg, sem gyakorlatilag nincs megoldva. Annak ellenére ugyanis, hogy jelenleg már létrehozhatók olyan gépek, amelyek *bizonyos konkrét,* az *ember által előre meghatározott szituációkban* tudnak alkalmazkodni, tanulni, általánosítani, alkotni stb., még igen messze állunk olyan gépek megvalósításától, amelyek az alkalmazkodás, a tanulás, az általánosítás, az alkotás stb. képességeivel rendelkeznek, vagyis az emberhez hasonlóan az említett képességeket nemcsak bizonyos konkrét esetekben, hanem bármely szituációban gyakorolnák.

A probléma megoldásának nehézsége elsősorban arra vezethető vissza, hogy az általános jellegű gondolkodási funkciók leírására jelenleg nincs olyan univerzális módszer, mint amilyen a konkrét gondolkodási funkciók leírásánál a McCulloch–Pitts-féle.

Felvetődhet persze az a kérdés, hogy vajon nem definiálhatjuk-e az általános jellegű gondolkodási funkció adott formáját az annak megfelelő konkrét funkciók leírása alapján?

E kérdés vizsgálatánál tekintsünk el egyelőre attól, hogy egy adott általános gondolkodási funkciónak végtelenül sok, vagy véges számú konkrét gondolkodási funkció felel meg. Abból induljunk ki, hogy az említett konkrét gondolkodási funkciók száma bizonyára nagyon nagy (ebben általában mindenki egyetért). Ennélfogva – még akkor is, ha ezeknek csak egy részét írnánk le a McCulloch–Pitts-féle módszerrel – fennáll az a veszély, hogy ez a leírás olyan hosszadalmas lesz, hogy ennek megfelelő formális neuronhálózat felépítése gyakorlatilag lehetetlenné válik. Erre a veszélyre hívta fel a figyelmet már Neumann János is [12] annak a kérdésnek a vizsgálata kapcsán, hogy vajon használható-e a McCulloch–Pitts-féle eljárás a látási analógia általános fogalmának leírására. Ezzel kapcsolatban a következőket írja: „. . . nem merül fel nehézség annak leírásában, hogyan tud egy szervezet például két derékszögű háromszöget . . . úgy azonosítani, hogy mindkettő a ‚háromszög' kategóriájába tartozik. Ezen túlmenően azonban abban sincs nehézség, hogy a szabályszerűen rajzolt derékszögű háromszögeken kívül más tárgyakat,

mint háromszögeket osztályozzunk és azonosítsunk, például olyan háromszögeket, amelyeknek oldalai nincsenek teljesen kirajzolva . . . stb. Minél teljesebben akarunk leírni mindent, ami általánosan e kategóriába esik, annál hosszabb lesz a leírás. Valószínűleg meglesz az a bizonytalan és kellemetlen érzésünk, hogy egy ilyen típusú teljeskörű katalógus nemcsak rendkívül hosszú, hanem határait illetően elkerülhetetlenül bizonytalan is. Ennek ellenére a művelet végrehajtható. Mindez azonban csak kis része a hasonló geometriai alakzatok azonosítása általánosabb fogalmának; ez viszont csak egy mikroszkopikus darabja az analógia általános fogalmának. Senki sem kísérelné meg, hogy bármely, gyakorlatilag elfogadható terjedelmen belül leírja és meghatározza az analógia általános fogalmát, amely a látás interpretációjában a legfontosabb dolog. Semmi alapunk nincs ahhoz, hogy valami határozottat állítsunk, például azt, hogy egy ilyen vállalkozás ezer vagy egymillió, vagy még ennél is több, gyakorlatilag használhatatlanul sok kötetet igényelne."

Neumann János e probléma kapcsán az alábbi következtetést vonta le: „Mármost tökéletesen lehetséges, hogy a látás analógia meghatározásának a legegyszerűbb és az egyetlen gyakorlati útja éppen abban áll, hogy megadjuk az agyvelő vizuális központjában levő összeköttetések leírását."

A fentiekhez hasonló gondolatmenettel a többi általános jellegű gondolkodási funkciónál is kimutatható, hogy ezek formális leírására a McCulloch–Pitts-féle módszer alkalmatlan, és ennélfogva gépi modellezésük is csak a belső mechanizmusok megismerése és formális leírása útján valósítható meg. Jelenleg e mechanizmusoknak csak egy részét (pl. a legegyszerűbb adaptációs mechanizmusokat, a feltételes reflexeken alapuló tanulási mechanizmusokat stb.) sikerült megismerni és formálisan leírni. Ugyanakkor olyan fontos mechanizmusokat, mint pl. az alakfelismerés általános mechanizmusa, a mai napig még nem tudtuk formálisan leírni és ezért gépi úton modellezni.

Az alkotás belső mechanizmusának gépi modellezhetőségét illetően a következő állapítható meg. Mindenfajta alkotási tevékenységben két fázis van jelen: az első fázis – a problémamegoldással kapcsolatos ötletek, hipotézisek megszületése. A második fázis – a fent említett hipotézisek, ötletek logikai úton történő ellenőrzése, továbbfejlesztése, valamint megvalósítása.

Jelenleg az alkotási tevékenységnek csak a második fázisát tudjuk gépek segítségével modellezni. Ez a fázis ugyanis teljesen leírható a formális logika segítségével.

Az alkotási folyamat első fázisát ezzel szemben a jelenlegi formalizálási eszközökkel egyáltalában nem tudjuk leírni. Az igazán új (tehát a régi sablonokkal szakító) ötletek és hipotézisek ugyanis nincsenek *közvetlen* kapcsolatban a születésük pillanatáig lezajlott logikai gondolatmenettel. Megszületésük az ember számára váratlan pillanatban és váratlan módon zajlik le: a formális logikával követhető gondolatmenetünk hirtelen megszakad és az ember váratlanul rájön a probléma megoldására (tehát ugrásszerű átmenet következik be a régi ismeretekről az új ismeretekhez). A probléma megoldásának közvetlen belátás útján, bizonyításos megalapozás nélkül történő megragadását *intuíciónak* nevezzük. Az intuíciónak mint folyamatnak az a lényege, hogy *a tudatalatti szférájában* új hipotéziseket szülő asszociációk képződnek. Az asszociációk kialakításában nagy szerepet játszik az ember *tudatalatti tapasztalata* is [14]. Az intuíció mechanizmusát a mai napig még nem sikerült formálisan leírni. Ennek oka a következőkben keresendő. A jelenlegi formalizálási lehetőségeinket lényegében véve csak a formális logika adja. A

különböző típusú logikák közül ugyanis csak a formális logika tekinthető kellőképpen kimunkáltnak, a többi típusok kidolgozása csak kezdeti stádiumban van. A formális logika apparátusa viszont az intuíció mechanizmusának formális leírásához alkalmatlannak bizonyult, már azért is, mert csak tudatosult gondolkodási folyamatokat képes leírni.

Jelenlegi formalizálási eszközökkel tehát a gondolkodási mechanizmusnak csakis formállogikai komponensét (ezt gyakran formállogikai gondolkodásnak is nevezik) *tudjuk leírni és ezáltal gépek segítségével reprodukálni.*

A fentiekkel kapcsolatban azonban jelentkezik a következő kérdés:

3. *Léteznek-e a gondolkodás belső mechanizmusának olyan komponensei, amelyeknek gépi modellezése elvileg lehetetlen?*

Jelenleg nem ismerünk semmiféle olyan természeti törvényt, amely alapján a feltett kérdésre határozottan (akár pozitív, akár negatív értelemben) tudnánk válaszolni. Ennek alapján és tekintettel arra, hogy a szóban forgó kérdés igen közelről érinti a filozófia több alapvető problémáját, érthetővé válik, hogy e kérdés még ma is éles vita tárgyát képezi.

A kérdéssel kapcsolatos állásfoglalások nyilvánvalóan *nagy mértékben* függnek az állásfoglalók *világnézetétől.* Így az idealista világnézetű szerzők általában azt a nézetet képviselik, hogy a gondolkodási mechanizmus gépi modellezésének vannak leküzdhetetlen elvi korlátai. A szóban forgó modellezés ugyanis összhangban van azzal az idealista felfogással, hogy az életet és a gondolkodást nem lehet kizárólag a természet törvényeivel megmagyarázni, mert van bennük valami természetfeletti is.

A dialektikus materialista szemléletű szerzőket az említett kérdésben elfoglalt álláspontjuk szerint viszont két csoportba sorolhatjuk. Az első csoportba azok a szerzők sorolhatók, akik a dialektikus materializmus különböző tételeire való hivatkozással próbálják bebizonyítani, hogy a gondolkodási mechanizmus gépi modellezésének vannak elvi, leküzdhetetlen korlátai. A második csoportba tartozók az előbbi filozófiai érveket elfogadhatatlannak tartják és úgy vélik, hogy jelenleg nincs semmiféle alapunk arra, hogy a gondolkodás valamelyik oldaláról azt állítsuk, hogy ennek gépi modellezése lehetetlen.

A jelen cikk szerzője is az utóbbi véleményt képviseli. E vélemény helyességének bizonyítását azon *filozófiai jellegű* érvek bírálatával kezdjük el, amelyekkel a leggyakrabban kísérlik meg bebizonyítani a gondolkodás gépi modellezhetőségének korlátozottságát (az ilyen jellegű érvek részletes bírálata megtalálható Bazsenovnál [15, 16]).

1. Gyakran előfordul, hogy a marxista filozófiának azon tételéből, hogy a gondolkodás nemcsak biológiai, hanem társadalmi fejlődés terméke is, arra következtetnek, hogy a gondolkodásnak mindenesetre létezik egy olyan tulajdonsága – nevezetesen a gondolkodás társadalmi jellege –, amelynek gépi modellezése elvileg lehetetlen. Bazsenov részletesen megvizsgálta ezt az érvelést és rámutatott annak gyenge pontjaira. Teljesen egyetértek Bazsenovval abban, hogy a gondolkodás társadalmi jellege nem jelenthet leküzdhetetlen akadályt a gondolkodás modellezése szempontjából. Az egyénnek a társadalommal való kölcsönhatása ugyanis elvileg ugyanúgy megismerhető és ennélfogva leírható, mint más jelenségek. Minél több ilyen, az egyént érő társadalmi hatást sikerül formálisan leírni, annál jobban tudjuk modellezni a gondolkodás társadalmi jellegét is. Igaz, hogy jelenleg csak a kezdeti lépések történtek meg ebben az irányban [17, 18]. Az is igaz, hogy

nem állítható határozottan, hogy egyáltalán jelentkezni fog-e gyakorlati igény a robot társadalmiságának létrehozására. Mindez azonban nem fogadható el annak bizonyítékául, hogy a gondolkodás társadalmi jellegének mesterséges reprodukálása elvileg lehetetlen.

2. Előfordul, hogy a gondolkodás gépi modellezése korlátozottságának bizonyítására a dialektikus materializmusnak a mozgásformák közötti viszonyokra vonatkozó tanítását igyekeznek felhasználni. Mint ismeretes, a dialektikus materializmus szerint a magasabb mozgásformák magukban foglalják az alacsonyabbakat is, de nem redukálhatók ezekre.

Arra való hivatkozással, hogy a gondolkodás társadalmi-biológiai, a számítógépek működése pedig fizikai jelenség, és ezért az utóbbi az előbbinél lényegesen alacsonyabb mozgásformát képvisel, a dialektikus materializmus fent említett tételéből arra következtetnek, hogy a gondolkodás nem vezethető maradéktalanul vissza a gépek működésére, és ebből kifolyólag a gondolkodás gépi modellezésének is vannak elvi korlátai. Ez az érvelés azonban a következők miatt nem fogadható el.

Igaz, hogy a számítógépek elemei a fizikai mozgásformát fejezik ki. Ebből azonban – ahogyan Bazsenov helyesen mutat rá – még nem következik az, hogy a bonyolult számítógépek működése is a fizikai mozgásformát képviselné [16]. Ezzel kapcsolatban pl. elég rámutatni arra, hogy a modern számítógépek nemcsak a saját – fizikai mozgásformát képviselő – elemeiknél, de az egyszerűbb szerves organizmusoknál is magasabb fokon tükrözik vissza a külvilágot. Ennek magyarázata bonyolult struktúrájukban keresendő (itt struktúra alatt természetesen nemcsak az ún. hardware struktúrát kell érteni, hanem a dinamikusan változtatható software srtuktúrát is).

A fentiek szerint tehát a számítógépek által képviselendő mozgásforma keresésének eldöntésénél figyelembe kell vennünk a rész és az egész filozófiai kategóriák közötti viszonyt is. A dialektikus materializmus szerint az egész tulajdonságai nem vezethetők vissza maradéktalanul a részek tulajdonságaira, az egésznek vannak sajátos törvényei és ebből fakadó minőségi sajátosságai is. Ennek megfelelően a számítógépek működésének lényegét nem elemeinek fizikai működése, hanem elsősorban az elemek információs jellegű, igen bonyolult kölcsönhatásán keresztül megvalósuló információ-feldolgozás törvényei határozzák meg.

Az a kérdés, hogy a gondolkodási funkciókat reprodukáló számítógépek működése milyen mozgásformát képvisel, a mai napig sincs eldöntve. Vannak kibernetikusok, akik a fenti mozgásforma jellemzésére a „kibernetikai mozgásforma" fogalmának bevezetését javasolják [20].

Mint ismeretes, a marxista filozófusok között is viták folynak a mozgásformák eredeti, a marxizmus klasszikusai által kidolgozott osztályozása körül. Többen különböző kiegészítő és módosító javaslatokkal jelentkeztek. Így Kedrov a mesterséges mozgásformák kategóriájának bevezetését javasolta [21]. A mesterséges mozgásformák is, ugyanúgy mint a természetes mozgásformák, lehetnek alacsonyabb- és magasabbrendűek. Kedrov említett javaslatának elfogadásával a gondolkodás kimerítő gépi modellezhetőségének kérdése – a mozgásformák közötti viszony szempontjából – úgy fogható fel, mint egy igen bonyolult természetes (társadalmi-biológiai) mozgásformának egy igen bonyolult mesterséges mozgásformára való maradéktalan visszavezethetőségének a kérdése. De ennek a problémának a kidolgozása jelenleg még messze van attól a szinttől, amely szükséges ahhoz, hogy ennek alapján valamilyen elméletnek vagy hipotézisnek a helyességét vagy helytelenségét el lehessen dönteni.

3. Igen gyakran előfordul, hogy a marxista filozófiának abból a tételéből, hogy a gondolkodás az emberi agyvelő funkciója, arra következtetnek, hogy az kizárólagosan emberi tulajdonság [3, 4, 5]. Egy másik változat szerint a fenti filozófiai tételből arra következtetnek, hogy a gondolkodás kizárólag az élő szervezet funkciója lehet. Hivatkozva az élet Engels-féle definíciójára, azt a következtetést vonják le, hogy a gondolkodás csakis a fehérjéken alapuló anyagnak a tulajdonsága lehet.

A fenti következtetési eljárások azonban egyáltalában nem elégítik ki a tudományos bizonyítással szembeni követelményeket, ezért a szerzőknek a végkövetkeztetése sem fogadható el. Ugyanis a gondolkodás marxista filozófiai definíciójában – amint arra Bazsenov helyesen mutatott rá [15] – a hangsúly egyáltalában nem azon van, hogy a gondolkodás az emberi agyvelőnek a funkciója, hanem sokkal inkább azon, hogy *a gondolkodás a speciális módon szervezett anyagnak a funkciója.*

Eddig az anyag ilyenfokú szervezettségével csakis a magasabbrendű élő szervezetek idegrendszerében találkozhattunk. Ez viszont semmiféleképpen sem jelentheti annak bizonyítékát, hogy nem lehetséges az anyagnak más olyan formája (akár élő, akár élettelen szervezet formájában), amely ugyanolyan magasfokú szervezettséggel rendelkezne, mint az emberi agyvelő, de más szubsztrátumú elemekből állna. Különben is, ha a fenti tulajdonságokkal rendelkező anyagforma (anyagfajta?) lehetetlensége egyáltalában bebizonyítható valami módon, akkor a bizonyításnak nem a filozófiai tételeken vagy definíciókon, hanem elsősorban a konkrét szaktudományos kutatások eredményein kellene alapulnia. *A tudományos megalapozottságú filozófiai tételek és definíciók ugyanis a kidolgozásuk időpontját megelőző időszakban született szaktudományos eredmények általánosításaként jönnek létre és ennélfogva elsősorban ezeket tükrözik vissza.* Ezért a tudományok fejlődésével időnként e tételek érvényességét szükségszerűen újra és újra felül kell vizsgálni (a materializmusnak minden nagy felfedezéssel meg kell szükségképpen változtatnia formáját – utalt erre a problémára Engels). Emiatt a filozófiai tételek elvileg sem alkalmasak az új (azaz a tételek kidolgozását követő időszak alatt született) tudományos eredményekkel kapcsolatos viták teljes eldöntésére.

Különösen vonatkozik ez olyan filozófiai tételekre és definíciókra (adott esetben a gondolkodás és az élet filozófiai definícióira), amelyek felülvizsgálata a vita időpontjában éppen folyamatban volt (az említett definíciókkal kapcsolatos vitára később még visszatérünk).

A gondolkodás gépi modellezésének korlátaival kapcsolatosan további nézetek is ismertek, ezek gyenge pontjait már kimutatták (e nézetek kritikája megtalálható [15, 23]).

Összefoglalva megállapítható tehát, hogy a jelen pillanatban nem ismerünk olyan konkrét elfogadható érvet, amely valóban bebizonyítaná, hogy a gondolkodási mechanizmus gépi modellezésének vannak elvi korlátai. Ugyanakkor le kell szögezni azt is, hogy a fenti állítás ellenkezőjét, vagyis azt, hogy az említett korlátok nem léteznek, egyelőre szintén nem tudjuk bizonyítani.

A magam részéről egyetértek azokkal a szerzőkkel, akik kiindulva egyrészt a világ megismerhetőségéből, másrészt a világ anyagi egységének elvéből, *a fenti korlátok létezését igen valószínűtlennek tartják.* A szóban forgó korlátok létezésére vonatkozó kérdés ugyanis, véleményem szerint, két részkérdésre bontható fel:

1. Vannak-e a gondolkodási mechanizmusnak elvileg megismerhetetlen és formálisan leírhatatlan komponensei? (itt abból indulok ki, hogy egy folyamat megismerése egyben ennek formális leírhatóságát is jelenti).

2. Vannak-e a gondolkodási mechanizmusnak olyan komponensei, amelyek bár formálisan leírhatók, mégsem modellezhetők *gépek* segítségével?

Kiindulva a világ megismerhetőségéből, az első részkérdésre csakis nemleges válasz adható. *A gondolkodás belső mechanizmusában nincs semmi, ami elvileg megismerhetetlen és formálisan leírhatatlan lenne.* Megjegyzem, hogy e megállapításnak egyáltalában nem mond ellent az a korábban említett tény, hogy a gondolkodási mechanizmus terjedelmesebb részét (így az intuíciót is) jelenleg nem tudjuk formálisan leírni. Az utóbbi tényből ugyanis semmiképpen sem az következik, hogy a gondolkodás említett része elvileg leírhatatlan, hanem csakis az, hogy ennek leírása a *jelenlegi* formális eszközökkel nem valósítható meg. E kérdés vizsgálatánál ugyanis feltétlenül figyelembe kell venni azt, hogy a világra vonatkozó ismereteink bővülésével együtt formalizálási eszközeinek is bővülnek, fejlődnek, mivelhogy közöttük dialektikus kölcsönhatás áll fenn. Éppen ezért egyáltalán nincs kizárva az, hogy a gondolkodásnak a formális logika által leírhatatlan komponensei ugyanakkor a fentitől eltérő logika segítségével megfogalmazhatók.

Ennek megfelelően több helyen is folynak kísérletek a formális logika által leírhatatlan gondolkodási folyamatok kifejezésére alkalmas eszközök keresésére. (Pl. az intuíció formális leírására valószínűségi logikát próbálnak használni.) Ezek a kísérletek jelenleg még csak kezdeti stádiumban vannak. Kétségtelen azonban, hogy formalizálási eszközeink fejlődésével a gondolkodási mechanizmus mind nagyobb részét tudjuk majd formálisan leírni.

A második feltett részkérdés vizsgálatánál a következőket kell figyelembe venni. Korábban aláhúztuk, hogy egy folyamat formális leírása még nem biztosítja szükségképpen ennek gépi reprodukálását is. Elvileg előfordulhat, hogy az említett formális leírásnak megfelelő *gépi* modell fizikailag megvalósíthatatlan (pl. azért, mert ennek megvalósítása valamilyen természeti törvénybe ütközne). De ebben az esetben sincs kizárva annak a lehetősége, hogy sikerül majd a szóban forgó folyamatot olyan más formális nyelven leírni, amely gépi reprodukálásra is alkalmas.

A fentiek alapján, valamint figyelembe véve egyrészt a világ anyagi egységét, másrészt formalizálási eszközeink állandó fejlődését, *nagyon valószínűtlennek látszik, hogy a gondolkodási mechanizmusnak lennének gépi úton elvileg reprodukálhatatlan komponensei is.* E következtetésünkkel kapcsolatban azonban az alábbi igen érdekes és izgalmas kérdés jelentkezik. Feltételezve, hogy a gondolkodás komponensei közül mindegyik külön-külön reprodukálható gépi úton is, lehetséges-e elvben az összes gondolkodási funkciók gépi reprodukálása? A következőkben ezt a kérdést vizsgáljuk meg.

4. *Lehetséges-e elvben a gondolkodás kimerítő gépi reprodukálása?*

A világ megismerhetőségének elvét elfogadó szerzők egyik része határozott igennel válaszol a feltett kérdésre, éspedig azzal az érveléssel, hogy a gondolkodás kimerítő gépi reprodukálásának tagadása szerintük a világ megismerhetőségének, és végső soron a materializmusnak a tagadását jelentené[24, 25].

Úgy gondolom azonban, hogy a fenti érvelés semmiképpen sem fogadható el, még akkor sem, ha eltekintünk attól a nagyon fontos körülménytől, hogy egy folyamat megismerése és ennek formális leírása önmagában nem biztosítja ennek gépi reprodukálását is.

A világ megismerhetőségének elfogadása ugyanis esetünkben, amikor a megismerés tárgya a gondolkodás, csakis azt jelenti, hogy a gondolkodásban nincs semmi olyasmi, ami elvileg megismerhetetlen lenne. Ebből azonban még egyáltalán nem következik az, hogy a gondolkodás egészének *kimerítő* megismerése – ami a gondolkodás kimerítő gépi reprodukálásának elengedhetetlen feltételét képezi – szintén lehetséges. Tudniillik ez attól is függ, hogy a gondolkodást – funkcionális aspektusból nézve – vajon véges számú vagy végtelenül sok szabály határozza-e meg. Véges számú szabály esetén ugyanis – feltéve, hogy a gondolkodás minden egyes szabálya külön-külön mind megismerhető – előbb vagy utóbb elérkezik egy olyan időpont, amikor az ember az említett összes szabályokat mind megismeri és ezáltal megvalósul a gondolkodás kimerítő megismerése is.

Ha viszont az említett szabályok száma végtelenül nagy, akkor sincs kizárva, hogy azokat véges sokra tudjuk redukálni. Ugyanis lehetséges, hogy a végtelen sok szabályt véges számú úgynevezett szabályok szabálya determinálja. Ha ilyen redukálás nem lehetséges, akkor a gondolkodás kimerítő megismerésére irányuló folyamat is időben végtelen lesz.

A fenti kérdés vizsgálatánál feltétlenül figyelembe kell venni a következőt: A dialektikus materializmus, mint ismeretes, a modern szaktudományok eredményei alapján az anyag kimeríthetetlenségét hirdeti, vagyis azt, hogy a világ minőségileg végtelenül sokféle anyagi képződményből áll és minden egyes képződmény végtelenül sokféle tulajdonsággal rendelkezik (amellett, hogy viszonylag körülhatárolható *lényeges* tulajdonságainak köre, amelyeknek bővülő ismeretére épül az ember gyakorlati tevékenysége). Ebből a megfontolásból kiindulva, *nem kételkedhetünk az emberi agy összes tulajdonságainak kimeríthetetlenségében sem.* Azonban – függetlenül attól, hogy itt is viszonylagosan elkülöníthetők bizonyos lényeges tulajdonságok – az a kérdés is felmerül önmagában, vajon a gondolkodást meghatározó szabályok halmaza, amely csak egyik részhalmaza a fent említett tulajdonságok halmazának, szintén végtelen-e? Egy halmaz végtelensége ugyanis még nem zárja ki szükségképpen annak a lehetőségét, hogy egyik részhalmaza véges. Az anyag kimeríthetetlenségének elfogadása tehát önmagában véve még nem elegendő az arra vonatkozó kérdés eldöntéséhez, hogy vajon a gondolkodást véges számú vagy végtelenül sok szabály határozza meg. Ehhez a gondolkodás konkrét vizsgálatára van szükség.

Nagyon sokakban felvetődik a következő kérdés: vajon az, hogy az emberi agyvelő végeredményben véges számú neuronból áll, és a „minden vagy semmi" elv alapján működő neuronok csak véges számú állapotban lehetnek, nem bizonyítja-e egyúttal azt, hogy a gondolkodást meghatározó szabályok száma szintén véges?

E kérdés vizsgálatánál figyelembe kell venni a következőt: Az a feltételezés, hogy a neuronok a „minden vagy semmi" elv alapján működnek, egy igen erős absztrakció, amely kizárólag a formális logikai gondolkodás tanulmányozása során használható sikerrel. Éppen ezért ez a feltételezés elvileg csakis a logikai gondolkodásra vonatkozó következtetések levonására jogosít fel. Ezzel kapcsolatban nagyon érdekesnek tartom Gluskov szovjet akadémikusnak a következő véleményét [31]: „Az a tény, hogy az emberi agyvelő véges számú neuronból áll, valamint az, hogy a neuronok működése diszkrét jellegű amellett szól, hogy tisztán információs értelemben az emberi agy működésének leglényegesebb tulajdonságait – bár rendkívül sok, de mégis – véges számú szabály határozza meg." Az

emberi agy tisztán információs értelemben vett működésén Gluskov – ahogyan erre az idézett cikk tartalma alapján következtethetünk – tulajdonképpen *a logikai gondolkodást* érti.

Tehát a logikai gondolkodás összes szabályainak száma feltételezhetően véges. Ugyanakkor nincs semmiféle alapunk arra, hogy hasonló következtetést levonjunk a gondolkodás egésze tekintetében is. Sőt az alábbi tények – nézetem szerint – erősen amellett szólnak, hogy a gondolkodás egészében véve végtelenül sok szabállyal határozható meg. A logikai gondolkodás szabályai ugyanis csak egyik részét alkotják a gondolkodást determináló tényezőknek. A gondolkodás meghatározásában nagy szerepe van az ember céljainak, érzelmeinek, tudati beállítottságának, tapasztalatának stb. is. E tényezők hatásának tulajdonítható pl. az, hogy egy és ugyanazon információ különböző embereknél egészen más hatást vált ki.

A gondolkodás meghatározásában különösen nagy szerepe van az emberi cselekvés tudatosult és nem tudatosult motívumának. E motívumok nemcsak a kitűzendő célokat, hanem a célok elérésének eszközeit is meghatározzák. E motívumok megismerhetők és modellezhetők. Egy-egy motívum figyelmen kívül hagyása lényegesen megváltoztatja a gondolkodás egész menetéről és eredményéről alkotott képet. Sőt a gondolkodás gépi modellezése esetén ilyen kihagyásnak katasztrofális következményei lehetnek. Erre a veszélyre hívta fel a figyelmet maga Norbert Wiener [26]. Ezzel kapcsolatban a majommancs történetére emlékeztet (e mesét W. W. Jakobs angol író írta e század elején).

A majommancs egy indiai paptól származó amulett, amely három ember három-három kívánságának a teljesítésére hajlandó. A mancs első két tulajdonosa tragikus megpróbáltatásokon megy át, de a harmadik tulajdonost, egy angol őrmestert ez nem riaszt vissza attól, hogy maga is kívánságokkal próbálkozzék. Először 200 fontot kíván. A majommancs teljesíti a kívánságot: azonnal megjelent annak a cégnek a képviselője, ahol az őrmester egyetlen fia dolgozott, és hozta a 200 fontot mint vígaszdíjat a fia után, aki szerencsétlenség áldozata lett. Az őrmester második kívánsága az, hogy térjen vissza a fia: mire megjelenik a halott fia szelleme. A harmadik kívánság: tűnjön el a szellem.

Ebben a mesében, ahogyan láttuk, a majommancs az eléje tűzött összes célokat – igen pontosan, mondhatjuk: betű szerint – teljesítette. Azonban a célok eléréséhez szükséges eszközök kiválasztásánál néhány alapvető emberi motívumot – nevezetesen azokat, amelyek egy embernek a gyermekeihez fűződő viszonyából fakadnak – teljesen figyelmen kívül hagyott, aminek viszont katasztrofális következményei lettek. Itt a majommancs tulajdonképpen pontosan úgy viselkedett, mint egy gép, amely az eléje tűzött feladatok teljesítése során csak azokat az emberi motívumokat tudja figyelembe venni, amelyeket az ember tudatosan beprogramozott.

Az ember motívumainak fontos szerepük van a gondolkodási mechanizmus meghatározásában, ezek bizonyos szituációkban tulajdonképpen a gondolkodás mozgatórugóinak tekinthetők, tehát a gondolkodás gépi modellezésekor nem hagyhatók figyelmen kívül.

Az ember motívumai ugyanakkor természetüknél fogva kimeríthetetlenek. E motívumok ugyanis tulajdonképpen az embernek a külvilág tárgyaihoz kapcsolódó biológiai és társadalmi szükségleteit tükrözik. Az utóbbiak viszont a világ kimeríthetetlensége miatt szintén kimeríthetetlenek.

Az emberi motívumok kimeríthetetlensége önmagában véve nem zárja ki a gondolkodási mechanizmusnak véges számú szabály által történő meghatározásának a lehetőségét.

Ugyanis *nincs kizárva annak lehetősége, hogy bár végtelen sok motívum játszik közre a gondolkodás mechanizmusában, a motívumok születésének, létrejöttének, fejlődésének, változásának, megszűnésének szabályai véges sokan vannak. Ha ez a feltétel nem teljesül, a gondolkodási mechanizmusok kimerítő megismerése véges időtartam alatt nem lehetséges.* Emiatt véges időtartam alatt e mechanizmus kimerítő gépi reprodukálása sem lehetséges.

A fentiekkel kapcsolatban azonban felvetődik a következő kérdés: *Vajon a gondolkodás kimerítő gépi reprodukálásához feltétlenül szükség van-e a gondolkodás belső mechanizmusának reprodukálására? Nem oldható-e meg ez a probléma a funkcionális modellezés alapján, azaz közvetlenül a gondolkodás konkrét funkcióinak reprodukálása révén?* E kérdés vizsgálatánál figyelembe kell venni a következőt.. A gondolkodás bizonyos vonatkozásaiban valóban a fenti módon is reprodukálható. Kérdéses azonban, vajon a modellezendő rendszer és ennek modellje közötti *teljes funkcionális azonosság* is megvalósítható-e ily módon?

Véleményem szerint nem. A gondolkodás kimerítő gépi reprodukálásának ily módon történő megvalósításához ugyanis *a gondolkodás összes konkrét funkcióinak ismeretére lenne szükség.* Ha figyelembe vesszük azonban egyrészt azt, hogy a konkrét gondolkodási funkciók tulajdonképpen az emberi agynak a külvilág tárgyaihoz való viszonyait fejezik ki, másrészt az anyagi világ kimeríthetetlenségét, akkor arra a következtetésre kell jutnunk, hogy a gondolkodásnak végtelenül sok ilyen konkrét funkciója van. Ennélfogva a funkciók teljes áttekintése elvileg lehetetlen a belső mechanizmus figyelembevétele nélkül. Különben ebben a vonatkozásban a gondolkodás egyáltalán nem képez kivételt a többi rendszerhez képest. Így Novik, pl. a bonyolult rendszerek tanulmányozása során arra a következtetésre jutott, hogy a rendszer és a modellje közötti funkcionális azonosság megvalósítása a funkcionális modellezés útján elvileg lehetetlen, ilyen azonosság csakis azonos struktúrájú rendszerek között állhat fenn [32].

Megállapítható tehát, hogy *a gondolkodás külső megnyilvánulásainak kimerítő megismerése* is végtelenül sok időt igényelne. Ilyen módon a gondolkodás kimerítő gépi reprodukálása sem valósítható meg véges időtartam alatt.

Mindamellett ismételten hangsúlyoznunk kell, hogy a fentiekben kizárólag a gondolkodás *kimerítő* gépi reprodukálásának lehetőségéről volt szó. Azonban nem tudjuk, hogy a gyakorlat felől valamikor is felmerül-e az igény a *kimerítő* reprodukálásra, nem lesz-e *tökéletesen elegendő a gondolkodás lényegének reprodukciója* (bár arra sem tudunk válaszolni, hogy meddig juthatunk a lényeg reprodukciójában). E kérdés megválaszolásához ma még nem rendelkezünk elégséges szaktudományos alappal. Mindenesetre az emberiség egész gyakorlati és megismerő tevékenysége a szükségszerű, lényegi összefüggések vonalán, az objektív törvényszerűségek, szabályszerűségek vonalán haladt rendszerint előre. Hiszen a kölcsönhatások, vonatkozások, tulajdonságok végtelen és kimeríthetetlen hálójából a különböző szinteken objektíve is kiemelkednek a struktúra-alkotó lényegi összefüggések. „A megismerés a szervetlen természetben való elmerülés *folyamata* . . . avégett, hogy a természetet alávesse a szubjektum hatalmának és általánosítsa (megismerje az általánost a természet jelenségeiben)."[2]

[2] Lenin Összes Művei 29, Kossuth, Budapest 1972, 159.

III. KITERJESZTHETŐ-E VAJON ELVBEN A GONDOLKODÁS TERMINUSA A SZÁMITÓGÉPEK MŰKÖDÉSÉRE IS, ÉS HA IGEN, MI ENNEK A KITERJESZTHETŐSÉGNEK A FELTÉTELE?

A fenti kérdésfelvetést egyes kibernetikusok azon kijelentése váltotta ki, mely szerint, mivel a kibernetikai gépek elvégzik a gondolkodási műveleteket, nincs semmi jogunk azt állítani, hogy ezek a gépek nem gondolkodnak [2]. A „gondolkodó" gépek fogalmával kapcsolatos vitában két szakaszt lehet megkülönböztetni. Az első szakaszban arra a kérdésre, hogy gondolkodhatnak-e a gépek, kizárólag az olyan szakemberek válaszoltak pozitívan, akiknek a világnézete nem marxista. Ekkor még a marxista világnézetű kutatók egyöntetűen negatívan válaszoltak erre a kérdésre. Ezzel kapcsolatban hivatkoztak a gondolkodásnak a dialektikus materializmus által adott definíciójára. E definíció szerint a gondolkodás az emberi agy legmagasabb szintű funkciója, az objektív világ fogalmakban, ítéletekben stb. történő aktív visszatükrözése. E definícióból kiindulva nem nehéz bebizonyítani, hogy a kibernetikai gépek működése nem tekinthető gondolkodásnak, mivel ezek a folyamatok nem rendelkeznek a gondolkodás összes felsorolt ismérveivel (pl. ezen folyamatok anyagi hordozója nem azonos az emberi agyvelővel).

Ebben a vitában lényeges fordulatot hozott Kolmogorov neves szovjet matematikus „Az automaták és az élet" c. előadása [24]. Ebben az előadásban Kolmogorov azzal a javaslattal lépett fel, hogy a gondolkodásnak a mai marxista filozófiában elfogadott definícióját módosítani és szélesíteni kellene, éspedig a következő módon. A definíciónak nem szabad azt a kikötést tartalmaznia, hogy a gondolkodás az emberi agy funkciója. Kolmogorov szerint – akinek nagy tekintélye van a kibernetikusok és a matematikusok között – minden olyan folyamat, amely funkcionális értelemben analóg az emberi gondolkodással, szintén gondolkodásnak tekinthető. Ez az előadás szenvedélyes vitát váltott ki. A Szovjetunióban sokan azonnal csatlakoztak Kolmogorov nézeteihez.

Kolmogorov és hívei a következőképpen indokolják a gondolkodásra vonatkozó definíció módosításának szükségességét. Abban az időben, amikor a marxizmus klasszikusai kidolgozták a gondolkodás előbb említett definícióját, még nem ismertek az emberen kívül más olyan (akár élő, akár élettelen) rendszereket, amelyek rendelkeznének a gondolkodáshoz hasonló képességgel. Éppen ezért az előbb említett definíció teljesen megfelelt a tudomány akkori állásának. Manapság viszont a helyzet két vonatkozásban megváltozott:

1. Megjelentek a gondolkodási tevékenység egyes elemeit utánzó gépek,
2. az űrutazások korszakában reális lehetőség nyílik olyan élőlényekkel való találkozásra, amelyek az emberi gondolkodáshoz hasonló tulajdonságokkal rendelkeznek.

Kolmogorov szerint a két említett körülmény indokolttá teszi a gondolkodás eddigi filozófiai definíciójának módosítását.

Azonban sok – főleg filozófus és biológus – kutató nem ért egyet Kolmogorovval [27, 28, 29]. A Kolmogorov által említett két körülmény szerintük még nem indokolja a definíció megváltoztatásának szükségességét. Ugyanakkor rámutattak arra, hogy a gondolkodás definíciójának – ugyanúgy, mint bármely más folyamat definíciójának – nem szabad elvonatkoztatnia a folyamat anyagi hordozójától és csak funkcionális oldalára korlátozódnia.

A gondolkodás definíciója körüli vita még egyáltalán nincs lezárva. A vita kimenetele valószínűleg egy másik, éspedig az élet-definíció körüli vita eredményeitől is függ. Kolmogorov előbb említett előadásában ugyanis nemcsak a gondolkodás, de az élet filozófiai definíciójának módosítását is javasolta, a gondolkodáséhoz hasonló indokok alapján (az élet-jelenségek gépi modellezése terén elért sikerek, illetve más égitestek élőlényeivel való találkozás elképzelhető lehetősége alapján). A javasolt módosítás lényege: az élet-definíciónak nem szabad azt a kikötést tartalmaznia, hogy az élet anyagi szubsztrátumát a fehérjetestek jelentik (mint ismeretes, az élet Engels-féle definíciója az életet éppen fehérjetestek létezési módjaként határozza meg). Az élet definíciójának – Kolmogorov szerint – nem az életjelenségek szubsztrátumának konkrét meghatározásán, hanem kizárólag az élet funkcionális jellemzésén kell alapulnia.

A gondolkodás jelenlegi filozófiai definíciójával kapcsolatban én is osztom Kolmogorov azon véleményét, hogy ez a definíció módosításra szorul. A módosítás irányára vonatkozóan azonban más a véleményem. Nézetem szerint ugyanis az egymástól eltérő anyagi folyamatokat csak akkor szabad azonos fogalommal jelölni, ha e folyamatok között legalább egy fontos vonatkozásban *teljes azonosság, vagy legalábbis nagyfokú, a lényeges tulajdonságokra kiterjedő analógia* mutatható ki. Ezek szerint a gondolkodás terminusának a gépek működésére való kiterjesztését csak akkor lehetne valamilyen módon egyáltalán indokolni, ha sikerülne megvalósítani a gondolkodás és a számítógépek működése közötti teljes funkcionális azonosságot, vagy legalábbis az előbb említett nagyfokú funkcionális analógiát. A fenti rendszerek között jelenleg kimutatható igen korlátozott fokú funkcionális analógia azonban még nem indokolja a gondolkodás definíciója általánosításának szükségességét. Még inkább vonatkozik ez az emberek és a más égitestek élőlényei közötti – feltételezhető, de egyelőre még semmivel sem bizonyított – viselkedésbeli analógiára.

A gondolkodás definíciója körüli vita azonban felhívta a figyelmet arra, hogy a definícióban a gondolkodás funkcionális leírásával kapcsolatosan van egy igen komoly hiányosság. E leírás ugyanis az ott szereplő fogalmak (pl. az objektív világ magasfokú, aktív visszatükröződése) megfelelő értelmezésével tulajdonképpen felhasználható a számítógépek működésének leírására is. Ez viszont több félreértéshez vezet. A gondolkodás funkcionális leírásának ez a hiányossága arra vezethető vissza, hogy a gondolkodás jelenlegi definíciójában egyáltalában nem tükröződik vissza a gondolkodás gépi modellezhetőségének ténye (nyilván azért, mert a definíció megalkotásakor ez még ismeretlen volt). E hiány megszüntetése érdekében – véleményem szerint – a gondolkodás funkcionális leírásának pontosabbá tételére van szükség, miközben külön ki kell emelni a gondolkodás sajátos, azaz jelenlegi ismereteink szerint egyelőre gépekkel nem reprodukálható tulajdonságait is.

Összefoglalva, megállapíthatjuk tehát, hogy a gondolkodás gépi modellezésében elért eredmények nemcsak jelentősen hozzájárulnak a filozófia alapkérdéseinek tisztázásához, hanem új filozófiai problémákat is felvetnek. Ezeknek a kérdéseknek a dialektikus materializmus szellemében történő megoldása hozzájárulhat mind a kibernetika, mind a marxista filozófia továbbfejlesztéséhez is.

IRODALOM

1. *L. Fogel, A. Owens, M. Walsh:* Artificial intelligence through simulated evolution. New York 1966.
2. E. C. Berkeley: „Giant Brains", 1949.

A kibernetika filozófiai problémái (Gondolat, 1963) c. tanulmánykötetből:

3. *S. M. Saljutin:* A kibernetika és alkalmazási köre (1961)
4. *E. Kolman:* A kibernetika filozófiai és társadalmi problémái (1961)
5. *J. P. Frolov:* Az élő természet dialektikája és a modern kibernetika (1961)
6. *A. A. Feldbaum:* Az analógia szerepe a kibernetikában (1961)

7. *Tarján Rezső:* Kibernetika. Gondolat, 1964.
8. *Paul Cossa:* La cybernétique. Párizs, 1957.
9. *Rovenszkij, Ujemov, Ujemova:* A gép és a gondolkodás Kossuth, 1967.
10. *A. J. Lerner:* A kibernetika alapjai. Gondolat, 1971.

A kibernetika klasszikusai (Gondolat, 1965) c. tanulmánykötetből:

11. *A. M. Turing:* A számológépek és a gondolkodás.
12. *Neumann János:* Az automaták általános és logikai elmélete.
13. *Sz. L. Szoboljev, A. A. Ljapunov:* Kibernetika és természettudomány.

14. *A. Szpirkin:* Tudat és öntudat. Kossuth, 1974.
15. *L. B. Bazsenov:* O nyekotorüch filoszofszkih aszpektah problemü modelirovanija müslenija kiberneticseszkimi usztrojsztvami. „Kibernetika, müslenije, zsiznj" c. cikkgyűjtemény. Moszkva, 1967.
16. *L. B. Bazsenov:* Problema dvizsenija v esztesztvoznanii „Filoszofija esztesztvoznanija" III. fejezet. Moszkva, 1966.
17. *V. A. Bokarev:* O principialjnüch vozmosznosztjah szoversensztvovanija kiberneticseszkih usztrojsztv. „Filoszofszkie nauki". 1962, N. 2.
18. *N. M. Amoszov:* Modelirovanije müslenija i pszihiki. Kiev, 1965.
19. *N. M. Amoszov:* Evriszticseszkije modeli szocialjnüh szisztem. „Kibernetika", 1971. N. 2.
20. *V. D. Moiszeev:* Centralnüe idei i filoszofszkie osznovü kibernetiki. Moszkva, 1965.
21. *B. M. Kedrov:* A természettudományok tárgya és kölcsönös kapcsolata. Kossuth, 1965.
22. *M. N. Adrjusenko:* Nekotorüe filoszofszkije voproszü kibernetiki. „Filoszofszkie nauki". 1959. N. 3.
23. *V. J. Alekszasin:* Müslenije i kibernetika. Moszkva, 1971.

„Vozmozsnoe i nevozmozsnoe v kibernetike" c. tanulmánykötetből (Moszkva, 1968):

24. *A. Kolmogorov:* Avtomatü i zsiznj
25. *Sz. Szobolev:* Da, eto vpolne szerjezno
26. *N. Wiener:* Ob obucsajusihszja i szamovoszproizvodjasihszjà masinach
27. *E. Kolman:* Csuvsztvo merü
28. *J. Artobolevszkij, A. Kobrinszkij:* Zsivoe szusesztvo i tehnicseszkoje usztrojsztvo
29. *T. Pavlov:* Cselovek – ne masina.

30. *A. H. Kolmogorov:* Zsiznj i müslenije kak oszobüe formü szusesztvovanija materii (in: „O szusnoszti zsizni" c. cikkgyűjtemény, Moszkva, 1967)
31. *V. G. Gluskov:* Müslenie i kibernetika (in: „Dialektika v naukah o ne zsivoj prirode" c. cikkgyűjtemény. Moszkva, 1967)
32. *J. B. Novik:* O modelirovanii szlozsnih szisztem. Moszkva, 1965.