

A kimeríthetetlen erőforrás: a tudás

Az erőforrásfüggő társadalomnak át kell alakulnia tudásfüggő társadalommá, mert erőforrásaink végesek, és az utóbbi évtizedekben erőteljesen fogyatkozni kezdtek. Veszély fenyegeti tiszta vizünket, levegőnket, nem beszélve a legfontosabb nyersanyagokról: az emberiség kénytelen lesz korlátozni a fosszilis tüzelőanyag felhasználását. Az emberiség nem játszhat zérus összegű játékot. Zérus összegű játékok végén abszolút vesztes és abszolút győztes marad, a győztes mindent elnyer, s veszít mindent a másik fél, fajok vetélkedésében az egyik faj a zérus összegű játékban elpusztul. De a homo sapiens kipusztulása nem lehet tétje az emberiség nagy játékának. Az alternatíva: a népek érdekegyeztetése, a fenntartható fejlődés érdekében. Tehát utánoznunk kell a természet bölcsességét a sasokkal: a ragadozó madarak ugyanis nem pusztítják el életterükön a táplálékul szolgáló teljes apróvadállományt, s a természet önellenőrzése és öngerjesztése – ha nem zavarják meg szüntelenül – képes fenntartani saját egyensúlyát, önpótlását, szaporodását. Kérdés, talál-e kimeríthetetlen erőforrást az egyre szaporodó emberiség. Ma egyetlen ilyen erőforrást ismerünk: a felhalmozott és halmozódó emberi tudást. További kérdés, hogyan használható fel a tudás az emberi társadalom alapjaként. Génjeink ugyanis átörökölték az ősök százezer éveken át kialakult tulajdonságait, de nem örökölték át a szerzett tudást. Mesterséges beavatkozással, például klónozással nem adható át a jövőendő generációknak az agyi tudás és az nem szaporítható ily módon (egyelőre?). A világszerte felhalmozódott tudás megőrzésére, átadására és átvételére csak az információval bánni tudók képesek. A tudósok. Az elmondottakból következik a tézis: a következő száz esztendő az *információn alapuló tudomány és technológia százada lesz*. Az információs technológia megsokszorozza az intellektus teljesítményét, s a gépi úton támogatott egyéni agy hatékonyságát támogatva, egyidejűleg összekapcsolja egymással az embereket meg a számítógépeket, s keresztkapcsolatokat létesít köztük.

Az elmondottakból következik, hogy ez az intellektuális kapcsolatrendszer: az emberi agyak és a mesterséges agyak együttműködése jóval többet jelent az internetes kapcsolatrendszerénél. Kérdés, hogy egyértelműen pozitív fordulatról beszélhetünk-e? Az intellektus kitágulására kell-e számítanunk a gondolkodás történetében, vagy pedig az intellektus beszűkülésére? Ismerünk prognózisokat, melyek szerint az emberiség képtelen feldolgozni az információt, nem fog tudni tájékozódni az információs országúton és információs káosz következik be. Éppen ezért az emberiség nagy kihívása az információrobbanások sora, ami az emberi agyban hasonló változást idéz elő, mint amely sok-sok évezreden át végbement, midőn a szerszámkészítő és gondolkodó ember kialakult. Csakhogy az informatika forradalma igen gyors: együttjár az érzékelés sávszélességének megnövelésével. A látást, a

hallást izgatja és próbára teszi gyorsuló ingereivel a multimédia, s e kihívásnak hála, minőségileg újfajta összefüggéseket fedezünk fel, miután a korábbiaktól eltérő emberi képességek, teljesítmények alakulnak ki. Más vélemények szerint tehát valószínűleg néhány évtized alatt – a törzsfajlás eddigi változásaihoz viszonyítottan rendkívül hamar – megváltozik az emberi agy tevékenységének jellege. Kihasználhatunk olyan agyterületeket, amelyeket eddig akaratlanul parlagon hagytunk. Az élettudományok szerint az ember mindmáig csak agyának minimális hányadát dolgoztatta. Rendkívül gyorsan változik emiatt fogalmi rendszerünk is. Ezért lett az előadásom alcíme „E-gy szép új világ”, vagy még helyesebb lenne talán „szép új E-Világ”, mert egyre szaporodnak a fogalmak, amelyek elé odabiggyesztettük a nagy E-betűt, az elektronikus szó rövidítését. E-kereskedelemről, E-mailről, E-businessről, E-könyvek létrejöttéről beszélünk. És furcsa, de hátha nem véletlen összefüggés, hogy a korunkban összekötő nyelvvé váltak az angol uralkodó fogalmak: az evolution, az education és az economy ugyanazokkal az E betűjelekkel kezdődnek. Az internetfüggő E-fogalmak már messzire terjedtek a tudományon, részei egyes fejlett országokban a köznapoknak.

Egyáltalán mi a viszony az informatika és a tudomány között? Az informatika *beágyazott*, szoktuk mondani, a tudomány pedig *rejtett*. Ez az előadás is a kapcsolódási és elágazási pontokat próbálta kitapintani. Az átlagpolgár észre sem veszi ezt a beágyazott informatikát, amely része, alkotóeleme a köznapi tárgyoknak, berendezéseknek. A vasalónak, mert benne van az informatika a hőfokszabályozójában, beleágyazódik az informatika a videomagnójába, televíziójába vagy a szövegszerkesztésre használt PC-jébe, és megtalálható szinte valamennyi tudományág műszerében, érzékelőjében, kiértékelő berendezésében. Korunk bizonyos hármas büvszava és sokat hajtogatott fogalma a *három C* (3C), azaz az irányítás (Control), a távközlés (Communication) és a számítástechnika (Computerization). E három C-nek egy jelzőjét is alkalmazni szokták, ez pedig nem más, mint az intelligens (Intelligent) szó, utalva ezzel az emberi kapcsolatokra. A három C kapcsolódása nélkülözhetetlen a számítógépes világ többdimenziós képi kiterjesztéséhez. A számítógépen történő ábrázolást ugyanis a *digitalizálás* teszi lehetővé. Véges egységekben fejezzük ki a fogalmakat, az ismereteket. A huszadik század harmadik harmadát forradalmasító technológia, a digitalizáció azonban elvileg nem új, hanem velünk fejlődik az emberiség hajnalától kezdve. Hiszen az ő- és középkori írásrendszerek megalkotói sem tettek mást, mint az egyik információs rendszert: az előbeszédet többnyire igen bonyolult módon áttették, átfordították másik jelrendszerbe.

A részekre tördelt tudás átvitele igen sokféle és bonyolult lehet. A számítógépnek a lehető legegyszerűbb digitalizáció a sajátja, mert igenekre és nemekre bontja fel az információt, azaz bitekre. E felbontás és továbbítás, a digitalizáció mindhárom C ágába behatol és megtermékenyíti azt. A mosógépeket digitális irányítórendszer szabályozza. A televízió digitalizált, a telefon, a pénztárgép és pénzkezelő, ellenőrző rendszerek egytől egyig digitalizáltak. S abban a pillanatban, amikor digitalizálunk bizonyos folyamatokat, virtuális világba kerülünk. Fogalmazzunk így: leképezett világba. A technika a nyelvi információt egy képi vagyis „kép”zelt, s mégis reális világba helyezi át. De vajon technikánk adekvátnak alkalmas-e arra, hogy tökéletes és egye-

di képi információt áthelyezzen a virtuális világba? A most kialakított virtuális világ képes-e valóban közvetíteni egyedi értékeket? Az informatika újabb nagy kihívása a következő: a digitalizált múzeumban meg tudjuk találni Mona Lisa képét a neve alapján, de fel tudunk-e ismerni egy sejtelmes mosolyt a virtuális térben? Természetesen technikai akadály a ma már ennek a feladatnak nincs, ugyanakkor a művészet rejtett értékei még ellenállnak a felismerési algoritmusok jelenlegi képességeinek, ami nagy kihívás a mesterséges intelligencia kutatása számára. A látvány háttérét, az alkotás újratereztését (nem másolását!), a természetes intellektus újratereztését egyelőre nem is nagyon kísérrelhetjük meg, mert Mona Lisa sejtelmes mosolya vagy a pisai ferde torony valóságos környezetének hangulata nem rekonstruálható számítógépes módszerekkel.

A tudomány azonban a megoldhatatlannak látszó ellentmondásokba nem szokott belenyugodni: a kihívásokra mindig választ keres, és ez történik most is. A virtuális felidézett másodlagos világ megteremti az emberi érzékelést kiterjesztő mesterséges eszközrendszert. A mesterséges érzékelést: látást, hallást, sőt szaglást, ízlelést a neurocsipek révén. S ez az informatika egyik igen ígéretes, talán legnagyobb intellektuális kihívást jelentő területe. Igaz, egyelőre a neurocsipeknek inkább az ipari és nem a protézis jellegű orvosi felhasználása ösztönzi (finanszírozza?) a tudósokat.

Az ipart ugyanis felettébb érdekli az emberi érzékelés minél pontosabb leképezése: a mesterséges szaglással ugyanis érzékenyebben és egzaktabbul határozzuk meg az illatok tulajdonságait, mesterséges ízleléssel pedig természetes ízek jellemzésére találhatjuk meg az eszközöket. A megvalósult orvosi alkalmazások még azonban olyasfajta alapkutatás eredményeképpen jöttek létre, amelyek idegpályák ingerületeinek felerősítése révén tudnak mozgatni mesterséges végtagokat. Az ember neurális tevékenységével létrehozott kapcsolatok viszont érzékszerveinkhez kötődnek.

Nagy kérdés, merre halad a belátható jövőben az informatika tudománya. A válaszhoz egy megfigyelt gazdasági törvényszerűséget érdemes figyelembe venni. Ez a szakmai berkekben ismert Moore-törvény, mely szerint az ugyanazon áron beszerezhető azonos teljesítményű félvezető processzorok ára 12–18 havonta felére mérséklődik. Ezt a törvényt nemrégén *Csurgay Árpád* kitűnő székfoglalójában elemezte. A jelenség érvényessége azonban nem fog örökké tartani, azaz a miniatürizálás folyamata, amelynek révén a gépek sebessége gyorsítható, reálisnak látszó előrejelzés szerint 8–10 év múlva lassulni kezd, majd fokozatosan megreked, a számítástechnika megközelíti és eléri a fizikai (molekuláris, atomi) határokat (ahol viszont a kémia, genetika új irányai kezdődnek). Ezen túl a jelenlegi technológiákkal aligha van keresnivalónk. A számítógépek sebessége ma még csak a bogarak és az egér agyának (idegrendszerének) teljesítménye között van, mérhetetlen távolságban messze elmaradva az emberétől, nem beszélve az egész emberiség teljesítményétől. Az egér szintjét 2020-ra prognosztizálják a kutatók. Az informatika pedig nem is az individuális agyteljesítmények modellezését tűzi ki célul, hanem az összekapcsolódó emberi intellektusok teljesítményének utánzását. Összefoglalva: ha Moore törvénye tíz-tizenöt év múlva már nem lesz érvényes, akkor érdemes a közeli jövőben itt és most új informatikai területekre merészkedni. Például informatikus ésszel és módszerekkel kapcsolódni a neurális biológiához. Éppen ezért ígéretes például

*Roska Tamás*nak és társainak kutatási iránya. Ők abból indulnak ki, hogy a technikai eszközök talán már most utólérik a természetes idegi információ sebességét, a teljesítményt azonban meg se közelítik, mert az idegsejtek megtanulták a párhuzamos műveleteket, s e téren a számítógépes teljesítmény messze elmarad. Ezeknek a sajátos mechanizmusoknak a megismerése és modellezése a következő nagy kihívás. Már most érdemes olyan új utakat keresni, amelyek túllépnek a hagyományos számítástechnikán. Az eddigiekből is kiderül, a mesterséges intelligenciák tudománya csak szoros interdiszciplinaritásban alakulhat ki, többek között az orvosi tudományokkal. Ami persze felforgathatja a tudomány klasszikus, két három évszázada érvényes tagolódási rendszerét. Az informatika interdiszciplináris igényeihez kiválóan alkalmazkodtak Magyarországon a világ szerte elismert agykutató iskolák. A *Szentágothai*-, a *Hámori*-, a *Vízi*-iskolákhoz csatlakozik újabban *Freund Tamás* tudományos műhelye.

Az informatikával kapcsolatban álló természet- és társadalomtudományok magától értetődő lehetőséget látnak a jelenlegi keretből történő kitöréshez, amelynek révén alkalmazkodhatnak az új nemzetközi versenyhelyezethez. Természetesen nemcsak a rejtőzködő tudomány keres gyökeresen új megoldásokat, hanem a beágyazott tudomány is. Itt az informatikai eszközök integrációja látszik a legkézenfekvőbb feladatnak, hiszen az előbb emlegetett három C összekapcsolódik, a köznapi használati eszközök egybeszerkesztődnek, egybeépülnek: ezért konvergenciáról beszélünk. Végül ehhez járul a kábelrendszerek kiiktatása, hiszen a három C immár elektronikus úton működik. A kommunikáció és az irányítás analóg és egymáshoz kapcsolódó digitális eszközökkel fog történni. Az ember továbbá megszabadul a helyhezköötöttségtől (mobil technológiák), mert bárhol és bármikor kapcsolatokat teremthet, információt szerezhet és adhat, a multimédia bármelyik elemét (hang, kép, video stb.) használhatja, internetről telefonálhat, vásárolhat, bankügyleteket bonyolíthat le, ellenőrizhet, ismeretéseket köthet és lezárhat. E változásnak a beköszöntéhez talán egy-másfél évtized elég.

A rejtőzködő és a beágyazott informatika felforgatja az iskolarendszereket és ledönti a tantermi falakat. Gépi megoldásra térhetünk át, felesleges szellemi energiákat szabadítva fel. Nagyon kell vigyáznunk azonban arra, hogy a tanító ember intellektusa nem gépesíthető. Ezek a prognózisok már egy új korszakra irányulnak. Az évezredhatáron ugyanis az emberiség is, az emberiséget kiszolgáló tudomány is korszakhatárhoz ért, lépéskényszerre került. Ha nem találnánk új utakat – mint erről szóltam – megnyílna a szakadék. Szép új világ lesz-e valóban, vagy megmarad Huxley szatirikus parodisztikus idézőjele a Szép felett? Természetesen nem lehet kategorikus igenekkel és nemekkel válaszolni, hogy mechanizált és gépesítetten tagolódott társadalom korába lépünk-e vagy az emberi jelleg megmarad, én azonban az optimista változatban bízom. S ez nem frázis. A mai internetes kommunikáció ugyanis a demokratikus nyilvánosságnak olyan fórumait, agoráit hozza létre, amelyekben semmi se marad titokban, új társ kapcsolatok jönnek létre, s ezek kontinenseken nyúlnak át, ami a mentalitások békés sokféleségét teremtheti meg. A tudós felelőssége akárcsak más korszakokban, hogy az E-szép új világ Huxley-féle vagy annál optimisztikusabb változata valósul majd meg. A pesszimista, tragikus utakat a történelemben eddig sem a tudósok választották.