AZ ÖNFEJLŐDŐ RENDSZEREK KÉT FORMÁLIS FELTÉTELÉRŐL[1]

GARAI LÁSZLÓ

A probléma, amelyet röviden érinteni kívánok, az információ fogalmával kapcsolatos. Köztudott, milyen sokat köszönhetünk ennek a fogalomnak az élő természetben és az élettelen természetben, a pszichikummal felruházott és a pszichikum nélküli lényeknél megfigyelhető — akár tudatos tevékenység útján vagy a tudat működése nélkül előállt — rend megértésével kapcsolatosan. És mégis, úgy tűnik, az információ fogalma egy ponton, nevezetesen a természetben végbemenő fejlődés értelmezésekor, elégtelennek bizonyul.

Valóban, ha például egy élő egyed fejlődését kíséreljük meg az információ fogalmának szempontjából értelmezni, megoldhatatlan paradoxon áll elő. Individuális fejlődése során az egyed egyre több információt halmoz fel; minél több információt halmozott fel, annál fejlettebb. Azután egyszer csak, fejlődésének egy szép napján, az egyed létrehozza önmaga hasonmását. Az új nemzedék egyedei azonban nem azt a fejlett lényt másolják, amely ekkorra előállt, hanem a fejlődés útjának legelső pillanatát ismétlik meg, és az individuumoknak az egész információ felhalmozását elölről kell kezdeniük.

Úgy tűnik, a fejlődésnek ez a lényeges mozzanata az információ szemszögéből tekintve érthetetlen.

A probléma lényegéhez közelítendő, egy gondolat-kísérlet elvégzését indítványozom, azokból a megfontolásokból kiindulva, amelyekre annak idején a magyar származású Neumann János az önreprodukáló rendszerekkel kapcsolatosan jutott. Neumann bizonyította, hogy ha egy rendszer elér egy kritikus bonyolultsági fokot, akkor benne az entrópia növekedésének, a regresszió-nak a folyamata megáll: a kritikus bonyolultsági fokot elért rendszer a környezet anyagaiból képes új, önmagánál nem kevésbé bonyolult rendszert szervezni, vagyis olyat, amely a továbbiakban ugyancsak képes önmagát reprodukálni és így tovább a végtelenségig.

Neumann itt elvonatkoztatott a környezet változásaitól: feltételezte, hogy az újszülött rendszer olyan közegbe kerül, amely ugyanazokat az anyagokat tartalmazza, mint az első nemzedékhez tartozó rendszer környezete. Valójában az első nemzedékhez tartozó rendszer, miközben a környezetében található anyagokból felépíti a második nemzedékhez tartozó rendszert, ezáltal az ilyen reprodukcióhoz anyagot nyújtó, kedvező környezetet kevésbé kedvező környezetté alakítja. Létezik ugyanakkor a kedvező tényezőknek egy olyan kritikus minimuma, amely alatt a rendszer további reprodukciója csak akkor lehetséges, ha az alábbi két feltételnek legalább az egyike fennáll: 1. ha a második nemzedék dezorganizált környezetéből (M_2) sikerül az első nemzedék

[1] Előadás a természettudományok filozófiai problémáival foglalkozó II. szovjet konferencián.

környezetét (M_1) újjászervezni; vagy 2. ha a második nemzedékhez tartozó rendszer (S_2) nem egyszerű kópiája az első nemzedékhez tartozó rendszernek, (S_1) hanem olyan mutációja, amelynek magasabb fokú autonómiája a környezet alacsonyabb fokú szervezettsége mellett is biztosítja a további önreprodukciót. Mindkét feltételt a rendszerek számossága biztosíthatja.

Ha a második nemzedéknek nem egyetlen rendszere létezik, hanem számos hasonló rendszer, akkor lehetséges az M_2 környezet olyan megoszlása, hogy némelyik rendszernek az M_1-gyel mennyiségileg azonos összetételű szegmentum jut. Másfelől a második nemzedék néhány rendszere társulás útján olyan új S_2 rendszert hozhat létre, amely az S_1-től abban fog különbözni, hogy a környezet kedvezőtlenebb feltételei ellenére reprodukálni tudja önmagát.

E két feltétel bármelyikének megléte esetén a neumanni rendszer valóban *önreprodukálóvá* válik. Abban az esetben pedig, ha mindkét feltétel fennáll, a rendszer *önfejlődő* lesz: *az S_1 rendszer autonómabb S_2 rendszerré alakul át, miközben a környezete M_2-ből a szervezettebb M_1-gyé alakul vissza.*

Mi biztosíthatja mindkét feltétel egyidejű meglétét?

Ehhez először is az szükséges, hogy a nagyobb autonómiájú S_2 rendszerekben valamilyen *emlékezet* őrizze a történelmi előzményeket (S_1-et) — ez lehetővé teszi hogy az M_2 környezetben a rendszer kiválogassa azokat a mozzanatokat, amelyek megfelelnek a magasabb szervezettségű korábbi M_1 környezetnek. Másodszor, szükséges, hogy a magasabb szervezettségű M_1 környezetben olyan *koordináció* valósuljon meg, amely e környezet (M_2-vel azonos szervezettségű) hátterének felel meg — ez lehetővé teszi, hogy az S_1 rendszer idejekorán felkészüljön a magasabb autonómiáju S_2 állapotba való átmenethez.

E két feltételt a következőképpen értelmezem:

Az önreprodukáló és önfejlődő rendszer feltételezett emlékezete lényeges módon különbözik az önvezérlő és önszabályozó (kibernetikai) rendszerek emlékezetétől. Az utóbbi az időbeli folyamatnak csak a végét rögzíti: Pl. a „próba—szerencse" tanulás folyamatában csak a végeredmény véződik be, maguk a téves próbálkozások azonban elfelejtődnek. Ha az eseményeknek egy időbeli sora véződik be, akkor e sor bármelyik korábbi eseményének felidézésekor az emlékezet a lehető legrövidebb úton, ha lehet, közbeeső láncszemek átugrásával, a láncolat legvégső tagjának felidézésére törekszik. Pl. a klasszikus kondicionálás esetében a feltételes inger—feltétlen inger-reakció egymásutánisága véződik be, felidézéskor azonban a feltételes inger közvetlenül kiváltja a reakciót. Ami mármost a szóban forgó emlékezetet illeti, ez a rendszer fejlődésének egész történetét rögzíti, s bármely szakaszának reprodukálásakor lerövidítve reprodukálódik az egész előtörténet, kezdeteitől fogva. Közismertek az ilyen emlékezet példái akár az élővilágból, akár a kultúra világából. Az a tény, hogy az egyed az embriógenezisben lerövidítve megismétli a filogenezist, ilyen emlékezet meglétéről tanúskodik. Mint ahogy az emberiség esetében is az a tény, hogy nem felejti el történelmi múltjának kultúráit, arról tanúskodik, hogy a szó ilyen értelmében vett emlékezete van.

Az emlékezet két típusa közötti különbséget ragadja meg az utóbbi időben a pszichológia a *hosszúidejű* és a *rövididejű emlékezet* (long term memory és short term memory) megkülönböztetésével. Valószínűleg a különbség lényegét nem meríti ki az emléktartalmak megőrzési idejének különbsége. Először is különböznek maguk e tartalmak: A rövididejű emlékezet az *objektumokat kölcsönhatásukban*, a hosszúidejű emlékezet viszont a *szubjektumot fejlődésének történetében* tükrözi. Másodszor, különböznek e tartalmak rögzítésének mód-

jai: A rövididejű emlékezet *a szubjektumnak az objektummal való kölcsönhatásában alakuló funkcióit* rögzíti, a hosszúidejű emlékezet pedig *a szubjektum–objektum rendszer különböző fejlődési szakaszain kialakult struktúrákat.*

Így amikor az S_1 rendszer fejlődése során S_2 rendszerré alakul, akkor ez utóbbin belül megőrződik az S_1 mint alrendszer. Egy rendszer másik rendszerré alakulásának időbeli egymásutánisága a rendszernek és alrendszereinek térbeli rendjeként rögződik meg. Az időrendnek térbeli renddé való átkódolása révén valósul meg a rendszer *történeti felhangolása.* Az S_2 rendszer a maga egészében mint S_2 funkcionál, de eközben kész bármely pillanatban a maga egészében visszatérni az S_1 állapotba, ha az M_2 környezetében olyan komponensek mutatkoznak, amelyek az M_1 környezetre voltak jellemzők.

Az elmondottakhoz hasonlóan az önreprodukáló és önfejlődő rendszer koordinációja is lényeges módon különbözik az önvezérlő és önszabályozó (kibernetikai rendszerek) koordinációjától. Ez utóbbit a közvetlen környezet valósítja meg: ha pl. az itt található tárgyak fenyegetik a rendszer egészlegességét, akkor ez koordinálja a rendszer viselkedését. Ezzel szemben az önfejlődő rendszerek koordinációját a rendszer környezete azzal a háttérrel együtt valósítja meg, amely más hasonló rendszer-egyedek számára szolgál közvetlen környezetül. Az ilyen koordináció mielőtt kifejlesztené a környezetnek megfelelő rendszert, előzetesen a háttérrel adekváttá fejleszti azt.

E lényeges különbség megragadására a pszichológiának ki kell emelnie a *hosszútávú koordináció* jelenségét, megkülönböztetve ezt a *rövidtávú koordinációétól.* A különbség lényegét ekkor ismét nem meríti ki annak a távolságnak a különbsége, amelyen az objektum koordinálólag hat a szubjektumra. Először is különbözni fognak maguk a koordináló tényezők: a rövidtávú koordináció esetén a *szubjektum az objektummal való kölcsönhatása révén koordinál,* hosszútávú koordináció esetén viszont *az objektum a szubjektummal együtt alkotott rendszere fejlesztése révén.* Másodszor különbözni fognak a koordinálandó tényezők: rövid távon koordinálódnak *a funkciók, amelyek kölcsönhatása kialakítja a tevékenységet,* hosszú távon viszont *a struktúrák, amelyek fejlődése kialakítja a viszonyokat.* Így, amikor fejlődése során a rendszer az M_2 háttéren kialakítja a maga M_1 környezetét, magának e környezetnek is az a perspektívája, hogy egybeolvad M_2-vel: amikor az M_1 környezetből elfogynak azok az anyagok, amelyeket a rendszer speciálisan megszervezett a maga számára, majd önreprodukciójához felhasznált, akkor e környezet éppen olyan szervezetlen állapotba megy át, mint amilyen állapot a hátterét, M_2-t jellemezte. Ami úgy fog létezni, mint egy környezet másikká alakulásának időbeli egymásutánisága, itt már előtételeződik mint a környezetnek és a háttérnek térbeli rendje. A térbeli rendnek időrenddé való átkódolása révén valósul meg a rendszer *háttéri felhangolása.* A rendszer a maga egészében mint S_1 funkcionál, de eközben az M_1 környezet M_2 hátterének hatására bármely pillanatban kész a maga egészében anticipálni az S_2 állapotot.

Így az önfejlődő rendszerekre nézve két érdekes momentumot találtunk: a történeti felhangolás és a háttéri felhangolás momentumát. *A történeti és a háttéri felhangolás az önreprodukáló és önfejlődő rendszerekben ugyanazt a meghatározó szerepet tölti be, mint a visszacsatolás az önvezérlő és önszabályozó (kibernetikai) rendszerben.*

Míg az információ fogalmával adekvát módon írhatók le a visszacsatolás megléte mellett végbemenő folyamatok, addig a másik rendező momentum, a felhangolás számára, úgy tűnik, a rendezettség más mutatóját kell megtalálni.