

# Ember és gép evolúciója

Monda László  
Programozó matematikus  
2. évfolyam  
2005.

## **Előszó**

A földi élet kezdete óta primitív mikroorganizmusokból komplex, intelligens élőlényekké fejlődöttünk, akik (többé-kevésbé) megértik a környezetüket és képesek azt ez alapján megváltoztatni. Ez idő során folyamatosan létrehoztunk eszközöket, amelyek könnyebbé tették az életünket. Ezeknek az eszközöknek az egyik legújabb és legtöbb lehetőséget nyújtó manifesztációja a számítógép. A jelen esszében végigkövetem az ember és a számítógépek evolúciójának bizonyos állomásait, vonatkozásait, párhuzamot próbálok vonni a kettő között, és jóslatokba bocsátkozok a jövőt illetően.

## **A fejlődés üteme**

Mindig megdöbbsz, amikor arra gondolok, hogy az emberiség történelmének utóbbi évszázadaiban és főleg évtizedeiben milyen mértékben felgyorsult a fejlődés.

Ha az univerzum eddigi fennállásának idejét vesszük alapul, akkor az emberi lét nevetségesen kicsiny szeletet tesz ki benne. Ha pedig csak az ember jelenlétének idején belül emeljük ki az ipari forradalomtól a napjainkig tartó időintervallumot, akkor szintén arányaiban megdöbbszően kicsiny időszakról beszélünk. Mégis ez utóbbi időben olyan mértékű fejlődés ment vége, amelyet előtte senki sem sejtett volna.

Ez a fejlődési ütem exponenciális jellegű, valamilyen nagyon nagy együtthatóval a kitevőben. Vajon hogyan lehetséges ez?

Erre a kérdésre a Baldwin-jelenség kielégítő és korrekt magyarázatot ad: a fejlődés az evolúció és az egyed szintjén egyaránt zajlik.

Az evolúció már az idők kezdetétől folyik, és ahogy azt mi is láthatjuk, remekül végzi a dolgát. Megdöbbsz, hogy milyen egyszerű struktúrákból milyen bonyolultak jöttek létre az idő múlásával, gyakorlatilag egyetlen szabály felhasználásával: "Éld túl jobban!".

Igazságtalannak tartom, hogy egyes egyedek, mint ahogyan az emberek közül is sokan, áldozatai ennek a folyamatnak. A rengeteg lehetséges kísérlet végigpróbálása magában foglalja hibás példányok létrejöttét is. Bár nagyobb részben a fitt egyedek reprodukálódnak és a degradáltak zsákutcába szorulnak, ami kedvez a globális fitsségi átlag szempontjából, ez az igazságérzetemet mégis sújtja, ami nem lehet meglepő egyetlen érző ember számára sem.

Amint képesek leszünk akarataink szerint formálni a genomunkat (és itt mind technikai, mind jogi feltételekre gondolok), a degradációk remélhetőleg nem fogják majd fajunkat súlytani. Mégis nyitva marad előttem egy kérdés. Azzal hogy a genomunkat bizonyos korlátok közé zárjuk, vajon nem álljuk -e útját egy olyan kibontakozó fejlődési ágnak, amely a későbbiekben a javunkat szolgálná, amelyet pillanatnyilag degradációnak minősítünk, ezért elvágjuk az útját?

Akárhogy is, a jelenlegi, természetes fejlődés hosszú távon mindannyiunk javát szolgálja,

és nem véletlenül működik úgy, ahogy.

## **A három agyunk**

Az egyed szintjén zajló evolúciót sokkal érdekesebbnek tartom, mint a klasszikus változatot. Talán elsősorban azért, mert nem olyan ősi természetű, sokkal újszerűbb. Bár jellegében hasonlít a klasszikus evolúcióra, az ütemét és környezetét tekintve nagyon jelentős különbségek vannak köztük.

A fejlődésnek ez a formája attól a ponttól alakulhatott ki, amikor az agyunk elért egy bizonyos bonyolultsági szintet. Paul MacLean hipotézise [MacLean52] szerint az emberi agy három rétegből áll össze, amelyek az evolúció folyamán nőttek egymásra. A “három agy” mindegyike egy-egy jól körülhatárolható feladatcsoportért felelős.

A legősibb agyunk a “hüllő agy”. Ez a réteg felelős az ösztönös viselkedésformákért, mint például: “ölj!”, “védd meg a területed!”, “párosodj!” és így tovább. A hüllő agyunk sosem tanul, csak egyre ismétli az előbbi viselkedésformákat. Ez a réteg rituális, mechanikus, primitív, megrögzött, paranoid, ez felelős az autonóm funkcióinkért is, mint például a légzés és a szívverés. Mély álomban is aktív, mindig éber.

A második réteg az “emlős agy”. Ez a fejlődés következő fokán jött létre és főleg az érzelmekkel kapcsolatos. A szociális kötődés, az érzelmi folyamatok mind ehhez az agyhoz tartoznak közvetlenül. MacLean szerint ebben a közegben minden inger besorolható úgy, mint “elfogadható” és “nem elfogadható”. A túlélés ebben a közegben a fájdalom elkerüléséről és a gyönyör megismétléséről szól.

Amikor az agynak ezt a részét gyenge elektromos feszültség stimulálja, különböző érzelmek törnek elő a stimulált egyedből, mint például félelem, öröm, düh, fájdalom. Ez a régió felelős a figyelemért is, így nem csoda, hogy az emlékeink sokkal tovább (gyakran örökké) megmaradnak, mondhatni az agyunkba égnek emóciánalisan töltött közegben. Gyakran ez az ítéleteink és előítéleteink székhelye is, ahelyett, hogy ezt a feladatot a sorban következő, fejlettebb rész látná el.

A harmadik, legfelső és legmagasabb szintű réteg a neocortex. Ez az agy felelős a racionális gondolkodásért, a nyelvünk konstruálásán és értelmezésén túl a szimbólumok feldolgozásáért, az absztrakt konstrukciók kezeléséért. Itt élnek a magasabb rendű funkciók, amelyek megkülönböztetnek minket az állatoktól. Noha az emlősök legnagyobb része is rendelkezik neocortex-szel, az az emberekéhez képest kis tömegű és a felületén egyáltalán nem, vagy csak alig redőzött, ami a cortex alacsony fejlettségi szintjét tükrözi. Ez a rész teszi két az agyunk legnagyobb részét, a teljes agytömeg 5/6-odát. MacLean ezt a részt úgy hívja, mint “a feltalálás anyja és az absztrakció apja”. Egy eger cortex nélkül látszólag elég normális módon viselkedik, míg egy ember ebben az állapotban csak vegetál. Az ember jobb agyfélteke a vizuális, kreatív, intuitív, művészi, míg a bal agyfélteke inkább a szimbolikus, absztrakt, lineáris és racionális képességeiért felelős.

Sokáig azt hitték a tudósok, hogy a neocortex mindig irányítás alatt tartja a többi réteget, de mint ahogy ez kiderült, nem így van. Vannak helyzetek, amikor az alsóbb rétegek

átveszik az irányítást. Ha valakinek az életéről van szó, erős, hirtelen stressz hatására, ha például egy autó gyorsan robog felé, akkor az alacsonyabb szintű mechanizmusok életbe lépnek és megmenthetik az illetőt az adott szituációban.

Általában ha egy ember konfliktust érez valamivel kapcsolatban, például valamelyikünk a partnerével kapcsolatban egyiránt érez vonzalmat, de felelőtlennek is tartja, akkor egy-egy ilyen réteg, jelen esetben az emlős és a racionális agy konfliktusban áll. A rétegek mind össze vannak kötve egymással, de ennek ellenére nem túl jó a kommunikációjuk és sokszor különböző irányokba "rángatnak" minket.

### **Forradalom: mémek evolúciója és szétszóródása**

A neocortex kifejlődésével képessé váltunk a gondolkodásra. Láttuk a helyünket a világban, nemcsak a saját, egyéni szemszögünkből, szubjektíven, de általánosságban, univerzálisan, objektíven is. Azzal hogy elértük ezt a fejlettségi szintet, mind mélyebb megértést nyertünk a világ felett, amelyben élünk, ami hozzásegített bennünket ahhoz, hogy megváltoztassuk azt a javunkra. Olyan kifinomult kommunikációra tettünk szert, hogy minden gondolatunkat, ötletünket át tudtuk adni egymásnak. Fejlett kommunikáció alatt egyrészt kifejezőkészséget, másrészt később a globális telekommunikáció megjelenését és alkalmazását értem.

A gondolkodás ilyen magas szintre történő kifejlődése forradalomhoz vezetett. Ennek a forradalomnak megvoltak a kisebb, nagyobb állomásai. Nagyobb állomásként tarthatnánk számon a jelentősebb felfedezéseket, mint például, amikor Erasztótenész felismerte, hogy a föld gömb alakú, vagy Newton munkásságát. Kisebb állomásoknak hívhatnánk mindazoknak a munkáját, akik finomították az előbbi gondolatokat, illetve azokhoz adtak hozzá darabokat.

Folyamatos fejlődés vette kezdetét és az elért eredmények egy viszonylag stabil alapot jelentettek a további ötleteknek, amelyek ezekre támaszkodhattak. Bizonyos időszakok, amikor csak kisebb, fokozatos fejlődések folytak hosszabb ideig, talán stagnálásnak tűnhettek ahhoz a meredek innovációhoz képest, amit például a gőzgép, vagy az elektromosság felfedezése és alkalmazása jelentett, de a fejlődés akkor is folyamatosan zajlik már egy jó ideje.

Richard Dawkins [Dawkins76] mémnek nevezi ezeket a gondolatokat, amelyek valaki(k) létrehozta, utána pedig térben, időben, kultúrákon keresztül terjednek és fejlődnek, amely elnevezés bár talán nem feltétlenül tudományos, azonban szerintem arra kiválóan alkalmas, hogy nevén nevezzük ezeket a lényeket.

A mémek, mint kulturális egységek, nem pedig kifejezetten fejlett tudományos publikációk, már régóta jelen vannak. Az ősi kultúráknak is megvoltak a saját mémeik, történetek, zenék, és a legkülönbözőbb műalkotások formájában. Némelyik eltűnt kultúra természettudományos téren is meglepően fejlett volt.

Az elmúlt évek a mémek szétszóródásának tekintetében az Internet elterjedésével a helyzetet drámaian megváltoztatták, ugyanis a tudás így egyre inkább közkinccsé, mindenki által hozzáférhetővé válik. Sem tér, sem idő nem állja útját a gondolatok

szabad áramlásának, ami óriási teret ad az innovációnak.

Az emberek, mint egyedek természetesen fizikai kölcsönhatásban vannak egymással a legkülönbözőbb módokon. Ez a kölcsönhatás adott módot a fejlődés egyetlen, a mémek előtti változatának, a génkeveredésnek, lehetővé tette, hogy tökéletesedjünk a fittebb egyedek kiválasztódása által. Azonban most már minden egyeden belül létezik egy speciális entitás, az agy, amelyben élő mémek az egyed élete alatt is képesek fejlődni és áttérjedni más agyakba is eddig soha nem látott hatékonysággal, generációkon keresztül. Mivel a mémek, a gondolataink a valós világban manifesztálódnak, így az életünket formálják, és direkt hatással vannak rá.

### **Gép-ember metafora**

A klasszikus evolúcióra személetes metaforaként a lehet úgy is tekinteni, mint a hardverre, amelyet a klasszikus evolúció formál és a szoftverre, amelyet az egyed szintjén történő evolúció alakít.

A hardver egy komplex rendszer, amely több elemből épül fel, például a processzorból, amely a számítást végzi, a memóriából, amely a gép aktuális állapotát tárolja és a merevlemezről, ami perzisztens állapotátárolóként funkcionál. Ezeknek a részegység mindegyikének van egy jól körülírható feladata.

Moore törvénye szerint a számítógépek számítási teljesítménye 18 hónaponként megduplázódik. Egy tapasztaltabb számítógép felhasználó ezt láthatja is saját szemével, amikor pár évente gépet cserél, azonban a köztes időszakban a gép képességei nem változnak. Ennek ellenére ha új szoftvereket telepít a gépére, vagy azokat frissíti, észre fogja venni hogy a gépe (általában) használhatóbbá válik, könnyebben tud vele munkát végezni, holott az fizikailag, a hardvert tekintve változatlan.

Mi történt? A gép viselkedése megváltozott, mert a rajta futó programok megváltoztatták azt. A felhasználó a programokkal van közvetlenül kapcsolatban, ő a monitoron megjelenő programmal van direkt összeköttetésben. A változás, ami a programok telepítése során végbement fizikailag elnézve jelentéktelennek tűnhet, hiszen a merevlemez bizonyos lemezeinek a mágneses töltése megváltozott. A program futása során ezek a töltések értelmezésre kerültek a processzor által és egy részüket tárolta a memória. Ami érdekes ebben a történetben, az az, hogy a végbement fizikai változásnak olyan jelentéktelennek tűnnek, hogy első látásra aligha van közülük a megváltozott működéshez, mégis merőben újszerű viselkedést produkálhatnak.

Ezt a metaforát az emberre átvetítve, az emberi test a hardver, az emberi tudat pedig a szoftver. Az élő testek genetikai állománya viszonylag lassan alakul, elvégre a Földön négymillió évre volt szükség ahhoz, hogy az egysejtűből hozzánk hasonló komplex, intelligens organizmusok fejlődhessenek ki.

Történelmileg a számítástechnika legelején még nem létezett ilyen értelemben vett szoftver. Az akkori programozók kapcsolótáblákat huzaloztak át. Azonban a memória megjelenésétől kezdve a gépen belül állapotteret lehetett létrehozni, azt tetszőlegesen feltölteni és ez az a képesség, ami a számítógépeket olyan rugalmassá, felhasználásukban

olyan sokrétűvé teszi, amilyenek. Innentől adattárolók serege látott napvilágot először a lyukkártyák, majd kazetták, lemezek és legkülönbözőbb adathordozók formájában.

Ahogy a memória megjelenésétől kezdve a programozóknak valóban módjukban állt programokat írni, programozási paradigmák áradata fejlődött ki.

Kezdetben a programozók bináris kódot írtak egyeseket és nullákat, amelyeknek megfelelően lyukasztották a kártyákat, amelyeket a gép beolvasott. Ahhoz hogy valaki ilyen programot írjon, nagyon pontosan ismernie kellett a gép belső felépítését. Ez a nyelv jellegéből fakadóan hordozható sem volt, tehát két különböző típusú gépen nem futott ugyanaz a program.

Nem sokkal ezután megjelentek az assembly nyelvek. Lényegében ez a nyelv egy olvashatóbb reprezentációja volt a bináris kódnak. A gép utasításait nem számokkal írták le, hanem rövid szimbolikus nevekkal, de ezen túl nem sok mindent nyújtott az assembly.

A következő fejlődési lépcsőt a hordozható programok, új nyelvek és paradigmák megjelenése jelentette. Ezek a programok (több-kevesebb sikerrel) futtathatóak voltak különböző típusú gépeken is a programok megváltoztatása nélkül. A felépítésüket tekintve különböző matematikai konstrukciók, mint például függvények, változók testesültek meg bennük, amelyek sokkal alkalmasabbak voltak egy általános probléma leírására, szemben a gépi nyelvekkel.

Ezen az irányvonalon több olyan nyelv alakult ki, amellyel már eléggé elegánsan fogalmazhatók meg általános problémák. Ez az ág abból az alapgondolatból táplálkozik, hogy a problémák megfogalmazhatóak absztrakt matematikai módon és a számítógépeket fel lehet készíteni arra, hogy ezt a jelölésrendszert megértsék, és így könnyebben kommunikálnak a programozóval. Ezt a lépcsőt sikeresen teljesítettük.

Rendelkezésünkre áll több jól megtervezett tiszta nyelv a problémáink leírására. A mostani legnépszerűbb paradigma az objektum-orientált programozás, amely a valós világbeli objektumokat modellezi a programban, mint például emberek, helyszínek, tárgyak és a program ezeknek az objektumoknak, illetve a közöttük fellelő kapcsolatoknak az eredménye.

Több kutatás is útjára indult, amely a következő programozási módszertan létrehozásán fáradozik. Ezek közül az aspektus orientált programozás már elég érett szintet ért el. Ez a módszer olyan konstrukciókat enged meg, amelyek nem feltétlenül faszzerűek, szemben más modellekkel, hanem átvágnak a fa egyes részein, aminek a segítségével csökkenteni tudják a program méretét és megkönnyíteni a karbantartását.

## **A jövő szele**

A jövőben két paradigma előretörése valószínű. Egyik a genetikusan programozás, másik pedig a szándékprogramozás nevet viseli.

A genetikusan programozás a probléma egy magas szintű megfogalmazásával kezdődik, ami leírja, hogy "mit kell tenni", majd ez a módszer automatikusan készít algoritmusokat, amelyek lefedik ezt a problémát. Az így létrejövő algoritmuspopulációkra a módszer a

Darwini elveket alkalmazza és különböző a természetben előforduló műveleteket, mint például a mutáció, gén duplikáció, géntörődés. Az algoritmusok több generációján keresztül, így mind fittebb és fittebb algoritmusok jönnek létre, amelyek ha elérik a kíván fittséget, akkor a folyamat leáll és a leg fittebb algoritmust kapjuk eredményül.

A másik paradigmát a Simonyi Károly által útjára indított szándékprogramozást tartom a jövő legígéretesebb szoftverfejlesztési módszerének. Olyan ötleteket kombinál ez a technológia, amely óriási változást hozhat a programozás történetében.

A programok fejlesztésében komoly gond, hogy az alapprobléma, alapjában véve egyszerű, de ahogy azt a számítógép nyelvére átültetik, nagyon hosszús és bonyolult lesz. Ez azért van, mert a mai programok még a magas szintű nyelvek alkalmazása mellett is nagyon elemi utasításokat tartalmaznak. A másik ok pedig az, hogy gyakran sok, az adott platformtól függő (Linux, Windows) döntést kell meghozni a fejlesztés közben. Simonyi úgy szemlélteti ezt a problémát, mintha a programozók valójában titkosítást végeznének, hiszen a megrendelő specifikálja a problémát, ők pedig "titkosítják" egy olyan formában, amely nagyon hosszú, kevésbé általános, és amiben könnyen el lehet veszni.

Egy másik kapcsolódó probléma, hogy a megrendelőnek a programozóval kell kommunikálnia annak érdekében, hogy a szoftvert az igényei szerint fejlesszék. A szándékprogramozásban központi fogalom a Domain Specifikus Nyelv (Domain Specific Language – DSL). A DSL, mint ahogy a neve is hivatkozik rá, egy adott problématerület nyelve, amiben tipikusan a megrendelő otthonosan mozog.

Egy DSL például leírhat egy felhasználói felületet nyomógombokkal, menükkel, ablakokkal és ehhez hasonló elemekkel. Vagy lehet például egy adatbázis lekérdező nyelv, amelyen meg lehet fogalmazni, hogy azokra a dolgozóknak a listáját kérjük, akik a múlt évben kaptak fizetésemelést és 25 éves kor fölött vannak.

A gyakorlatban végtelen számú praktikus DSL lehetséges és mindegyiknek akárhány dialektusa, ami leginkább illik egy-egy adott problémához.

Ha a megrendelő ki akarja írni a számokat 1-től 10-ig, akkor meg mondania a programozónak, hogy ezt a viselkedést akarja a programjában, mire a programozó például Java programozási nyelven a következő sorokat illeszti be a programkódba:

```
for (int i = 1; i <= 10; i++) {  
    System.out.println("ez a szám " + i);  
}
```

Ahelyett hogy a megrendelő önmaga bővítené a programot a következő sor hozzáadásával:

```
<<Írd ki a számokat 1-től 10-ig>>
```

Az előbbi példa megtévesztő abban a tekintetben, hogy azt az illúziót kelti, hogy a gép mindent megért. A gépet felkészíthetjük tetszőleges számú DSL értelmezésére, és az ezeket megérti és összeilleszti, de mindegyik nyelvnek szigorú szabályai vannak. Persze a megrendelő nem lehet tisztában minden szabállyal pontosan, ezért Simonyi kitalálta a

szándékszerkesztőt, egy fejlesztői eszközt, amelynek az a feladata, hogy minden DSL-hez tartozó programkód létrehozásában segítségére legyen a fejlesztőnek a lehető leghasználhatóbb módon. Ezt a szerkesztőt olyannyira felhasználóbarátra és intuitívra tervezik, hogy reményeik szerint a megrendelő közvetlenül módosítani tudja majd ezen keresztül a programot ahelyett, hogy minden ilyen esetben a programozóval kommunikálna.

Ez a fejlesztői környezet képes arra is, hogy különböző nézeteket nyújtson a fejlesztés alatt álló programról, hozzásegítve a programozót a minél hatékonyabb munkához.

A szándékprogramozás még sok érdekes fogalmat és képességet tartalmaz, de a fenti pár sor azt hiszem érthetően elmagyarázza néhány fő erősségét.

## **Utószó**

A leírásomban igyekeztem érinteni a számítástechnika, különösen a programozás fejlődésének a fontosabb állomásait, párhuzamot vonva az ember fejlődésével. Ha az emberi evolúció programja arról szól, hogy “éld túl jobban”, akkor a számítógépek evolúciójának a vezérfonala az kellene, hogy legyen, hogy “segítsd jobban az embereket”.

Az írásomból kiderült hogy mind jobban e felé a cél felé haladnak a gépek. A Simonyi-féle szándékprogramozás elérheti azt, hogy a gépekkel nagyon magas szinten, természetesen és minden eddiginél hatékonyabban kommunikálhatunk, de ez a kommunikáció jellegében még ezzel a technológiával is formális lesz, nem pedig valóban autonóm és intelligens. Felmerül a kérdés, hogy mikor érkezik el az idő, amikor gépeink ilyen módon fognak viselkedni.

Nem szeretnék jóslatokba bocsátkozni arról, hogy ez mikor fog eljönni, de úgy látom, hogy még előttünk áll néhány lépcső, amire fel kell másznunk és onnan már könnyebben elérhetjük azt a célt. Az addigra már elért eredményeken akkor szilárdabban állhatunk és könnyebben léphetünk tovább.

## **Irodalomjegyzék**

[Dawkins76] Richard Dawkins: Az önző gén

[MacLean52] Paul D. MacLean: The Triune Brain Theory (Internet)

[Simonyi] Charles Simonyi: Intentional Programming <<http://intentsoft.com>>