

Mesterséges élet és megértés – Interjú Egri-Nagy Attilával

Egri-Nagy Attila a Debreceni Egyetemen végzett 2002-ben filozófusként és programtervező matematikusként. Jelenleg a Debreceni Egyetem és az angliai University of Hertfordshire közös kutatásaiban vesz részt PhD-hallgatóként. Az egyik legtehetségesebb fiatal magyar MI-kutató. Physis projektjével a genetikus algoritmusokat, és – tágabb értelemben – a digitális evolúciót tanulmányozta, az utóbbi időben a megértés formális hierarchikus elméletén dolgozik.

- A Physis-szel vált ismertté. Hogyan kezdődött, illetve hol tart ma a projekt?

- 1999-ben kezdtem el tervezni a rendszert, melynek akkor az volt az alapvető célja, hogy egy olyan egységes platformot biztosítson a digitális evolúció kutatásához, amelyben a korábbi szoftverekkel – főként a Tierra és Avida – produkált eredmények összemérhetővé válnak. Digitális evolúción itt önreplikáló gépi kódú programok természetes szelekció alatt történő fejlődését értem. A célkitűzésnek megfelelően a rendszer erősen moduláris szerkezetű és ennek megfelelően rugalmasan bővíthető, valamint igen sokféle kísérlet végezhető vele. Ámde az eredeti célmenetközben „elfelejtődött”, mert rengeteg új ötlet volt, amelyek nyilván messze ígéretesebbek voltak, mint a meglévő eredmények összefoglalása. A legjelentősebb újítás az univerzális processzorok alkalmazása volt. Itt nagyjából arról van szó, hogy az evolúciós folyamatnak arra is lehetőséget adunk,

hogy nem csak a programokat, hanem magát a programokat futtató processzort is változtassa, mondván úgysem tudjuk megmondani melyik processzor architektúra evolválható, hát akkor bízzuk annak kifejlesztését is az evolúcióra. Persze így meg az univerzális processzort kell megterveznünk, de ez már inkább az evolúciós folyamat szabadon engedéséről, mint megkötéséről szól. Jelenleg az univerzális processzor második változatát tervezzük.

- Miben különbözik majd a második változat az elsőtl, illetve mennyiben jelent továbblépést?

- A futási eredmények tanulmányozása során nagyon gyakran egyértelműen látszik, hogy hol vittünk bele a rendszerbe valamilyen mesterséges, az evolúciós folyamatot hátráltató megszorítást. Az univerzális processzor esetében a genom egy része tartalmazza a digitális élőlény konkrét processzorának a leírását, beleértve annak utasításkészletét. A genom másik fele - persze ez a két rész a kifejlődött élőlényekben teljesen összekeveredik - pedig nem más, mint a ténylegesen végrehajtandó program kódja. A kérdés az, hogy ez a második rész hogyan hivatkozik az elsőben definiált egyes utasításokra. A jelenlegi változatban egyszerűen egy sorszámmal, ami meglehetősen nehézkessé teszi az utasításkészlet fejlődését, hiszen egy kieső vagy újonnan megjelenő utasítás az összes nagyobb sorszámú utasítás hivatkozási számát megváltoztatja nagyjából értelmetlenné téve a genom végrehajtható részét. Tehát egy rugalmasabb hivatkozási rendszert kell kitalálnunk és

megnézni, hogy azzal mit kezd majd az evolúció.

- Hogyan jutott el a Physisig?

- Erre két válasz is van, egy rövid, felszínes meg egy hosszú. A rövid: ráérő egyetemistaként keresgéltem az interneten, hogy milyen érdekes kutatások vannak, mibe lenne érdemes belefogni. Több mindent kipróbáltam: neuronhálózatokat, genetikai algoritmusokat, funkcionális programozást, stb. Aztán ráakadtam Thomas Ray Tierra-jára és elkezdtem komolyan foglalkozni vele, mondván ez tűnik a legkalandosabb vállalkozásnak.

A hosszabb válasz megmagyarázza azt, hogy miért is tűnt akkor a legvonzóbbnak a digitális evolúció kutatása. Egyetemi tanulmányaimat filozófiával kezdtem, ahol az antik görög és a heideggeri filozófia mellett érdekelni kezdett a matematika és a mesterséges intelligencia filozófiája. Azonban hamar kiderült, hogy nem lehet az utóbbi kettőről gondolkodni a matematika és a számítógépek alapos ismerete nélkül. Nem is megy a dolog, és nem is tisztességes. Másodévesen elkezdtem analízist és diszkrét matematikát hallgatni, aztán harmadévesként már hivatalosan is tanultam a programozást. A filozófia megismerésének volt egy igen kellemes mellékhatása, megtanított arra, hogy minden tudásterületnek/mesterségnek megvan a saját gondolkodásmódja s igazából csak ezt kell megérteni/ráérezni s utána az apró részletek elsajátítása gyerekjáték. Ez triviálisan hangozhat, de mikor pár évvel később tanítani kezdtem a programozást, azt vettem észre, hogy a hallgatóknak azért nem megy, mert ők a C vagy a Java nyelvet akarják megtanulni, s nem a szemléletet

akarják megérteni. Azonban gondok vannak magával az informatikával is. Ugyanis fő célját, azaz hogy komplex funkcionalitással bíró, stabilan működő megbízható rendszereket hozzon létre, a rengeteg látványos eredmény ellenére, a mai napig sem bírta megvalósítani. Pedig a probléma nem megoldhatatlan, vannak komplex adaptív rendszerek: az élőlények. Az informatika problémáira tehát a megoldás alighanem a biológiában lesz megtalálható. Innen nézve már nem is tűnik olyan véletlenszerűnek a digitális evolúció kutatásának ötlete.

- Hogyan látja a mesterségesélet-kutatások helyzetét?

- Ma már nagyon sok mindenre rá lehet mondani, hogy az mesterségesélet-kutatás: bármilyen szimuláció, amelyben az egyedek lehetnek akár országok, nemzetek is, vagy a genetikai algoritmusok alkalmazása valamilyen konkrét problémára, meg egy pár kutatás, ami inkább a mesterséges intelligenciához tartozik. Ugyanakkor azonban az élet mibenlétét, létrehozásának mikéntjét firtató lényeges kérdések mintha kikerültek volna az érdeklődés középpontjából. Ez persze nem feltétlenül rossz, mert kell a sok aprómunka, sokféle szimuláció, kísérlet, hogy megfelelő tapasztalati anyag gyűljön össze. A kérdés csak az, hogy ezek a kutatások elvezetnek-e majd újabb lényeges belátásokhoz.

- Milyen jelentőséget tulajdonít az utóbbi időben például John Holland által is kritizált genetikai algoritmusoknak?

- A genetikus algoritmusoknál hangsúlyozni kell, hogy itt csak egy olyan természettől elcsúszott ötlet alkalmazásáról van szó, amely csak egy mozzanata az evolúciónak. S ami kezdetben szerencsés névválasztásnak bizonyult, az később keményen visszaütött, mert a mesterséges élet szemszögéből nézve a genetikus algoritmusok bizony elég gyengén szerepelnek, például a fix fitnessfüggvény, vagy a nagy, de véges keresési tér alapján. A genetikus algoritmus egy matematikai módszer optimalizációs problémák megoldására. Az már megint egy más kérdés, hogy mikor alkalmazható sikeresen, milyen feltételek mellett. Az biztos, hogy bizonyos problémákra tüneményes megoldásokat ad, de szó nincs arról, hogy életfolyamatok megvalósítását jelentené.

- Milyen párhuzamok vonhatók a digitális és a természetes evolúció között?

- Inkább megfordítanám a kérdést, mik a különbségek a kettő között? Mert habár az evolúció elmélete már Darwin óta megvan, mégsem sikerült még a földi élet sokszínűségével összemérhető mesterséges evolúciót létrehozni. Kicsit úgy vagyunk, mint a kezdő szakács, aki értetlenül forgatja a szakácskönyvet, mert hát mindent úgy csinált, ahogy a receptben le van írva, de mégsem úgy néz ki az eredmény, mint a képen, az ízéről nem is beszélve. Komolyabbra fordítva szót, rengeteg párhuzam van a kettő között, pl. az Avida-t mikrobiológusok is használják hipotéziseik tesztelésére, és a baktériumok nagyjából ugyanazt teszik, mint a digitális élőlények. Mi történik, ha egy populációba beleteszünk

valamilyen mutánst? Mitől függ, hogy megmarad vagy kihal?
Hogyan változik a genom felépítése egy pár nemzedék alatt?
Ilyen s hasonló kérdések megválaszolására már most is alkalmas
a digitális evolúció.

**- Miért nem sikerült eddig megvalósítani a digitális
cambriumi robbanást?**

A legnagyobb probléma szerintem az, hogy a digitális
élőlényeknek csak korlátozott lehetőségeik vannak az egymás
közti interakciókra. Vannak modellek, melyben az élettérért vagy
az élelemért küzdenek. Más modellek a lehetséges kooperációt
tanulmányozzák, mondjuk játékelméleti nézőpontból. De, még ha
le is van fedve az összes lehetséges kölcsönhatási mód, akkor
sincs egy egységes modellbe integrálva. S az igazi kérdés nem is
az, hogy bele tudjuk-e pakolni mindezeket egy rendszerbe,
hanem az, hogy tudunk-e egy olyan mesterséges világot
létrehozni, melyben ezek az interakciók megjelennek.

Lehet azonban az is, hogy egyszerűen csak sokkal nagyobb
méretben kellene kipróbálni a digitális evolúciót. A földi élet
létrejöttékor minden langyos pocsolya vagy tengermélyi hőforrás
az élet kikombinálásán „dolgozott”, mint valami gigantikus,
masszívan párhuzamos számítógép. Ehhez képest az oly gyorsan
fejlődő számítógépek számítási ereje is még mindig mosolyra
késztet. Egyelőre.

- Milyen projekten dolgozik jelenleg?

- Jelenlegi fő kutatási témám a klasszikus MI-hez van közelebb.

Hogyan ismerjük meg a világot? Egy igen bonyolult kusza jelenségben kell megkülönböztetnünk azokat az elemeket, melyek szorosabb kapcsolatban állnak egymással azoktól melyek lazán vagy egyáltalán nem kötődnek egymáshoz, meghatároznunk a függések egyirányúságát vagy kölcsönösségét, felismernünk az egymással felcserélhető elemeket, elvonatkoztatnunk a felesleges részletektől vagy épp ráfókuszálnunk egy bizonyos részjelenségre.

Megértjük, hogy a molekulák atomokból épülnek fel, a sejtek molekulákból, az élőlények meg sejtekből. A számokat a tízes számrendszerben reprezentáljuk, mert így könnyen tudunk számolni velük egyszerű algoritmusok segítségével. Mi mindebben a közös? A hierarchikus szerkezet. Ha egy adott jelenségre rá tudunk húzni egy hierarchikus modellt, akkor azt mondhatjuk, hogy megértettük azt a jelenséget, hiszen egy zavaros, bonyolult jelenség helyett van egy jól strukturált, könnyen kezelhető modellünk. A modellel egyszerűen tudunk számításokat végezni, melyek eredményeit a valós jelenségre visszavonatköztatva meg tudjuk jósolni annak viselkedését.

Olyan ez, mint egy metafora: egy dolgot valami más segítségével értünk meg. Azt mondjuk nehéz volt a vizsga, holott a vizsgát nem tudjuk megemelni, hogy megnézzük mennyit nyom.

Egyszerűen van valami, amiről nagyon közeli tudásunk van, itt a fizikai világ, és annak a szerkezetét rávetítjük valami másra. A metafora mostanában elég gyakran használt szó a kognitív tudományban is, hiszen nem csak egy költői eszköz, hanem úgy tűnik, hogy az absztrakt gondolkodás egyik alapvető eleme.

A jó hír, hogy ezek a hierarchikus modellek automatikusan generálhatók emberek, robotok vagy akár egy szoftver számára. Miben különbözik ez a klasszikus MI-től? Hiszen itt is reprezentációkról, modellekről beszélünk. A különbség az, hogy ezek a modellek nem fixen adottak, hanem a környezettel való interakció során generálódnak és újragenerálódnak, azaz dinamikusak. A lehetséges alkalmazási területek nagyon szélesek, hiszen bárhol alkalmazható, ahol az adott jelenség leírható egy véges automatával. Például a sejten belüli reakcióhálózatok elemzése, OO programozás, tanulásra képes robotok, stb.

Akkor hol a probléma? Az automaták algebrai elméletében jól ismert Krohn-Rhodes tétel kimondja, hogy minden véges automatához mindig létezik egy hierarchikus felbontás. Csak hogy ki is kell számolni ezt a felbontást! S az nem elég, hogy a robot szembetalálkozik egy problémával, majd egy napig meg sem mozdul, aztán roppant okosan és önállóan megoldja a feladatot. Tehát a mostani kutatás teljesen matematikai és gyakorlatilag arról szól, hogy tudunk-e hatékonyan számolni egy bizonyos algebrai struktúrákkal, a félcsoportokkal. Ha igen, akkor az teljesen új utakat nyithat az MI-ben is.

- Hogyan kapcsolódik jelenlegi munkája a korábbiakhoz, például a Physishez?

Az evolúcióval kapcsolatos viták legtöbbször a komplexitás kérdése körül forognak. Növekszik-e vagy csökken a komplexitás mértéke? Lehetséges-e végnélküli (open-ended)

fejlődés? Hogyan írható le a fejlődés dinamikája? E kérdések megválaszolásához szükségünk van egy szigorú komplexitás-fogalomra. A hierarchikus modell ad egy ilyet, mégpedig a hierarchikus szintek minimális számaként. Az egyik jelenlegi témavezetőm, Chrystopher L. Nehaniv részt vett egy olyan matematikai elmélet kidolgozásában, amely leírja például, hogy milyen sebességgel haladhat az evolúciós fejlődés. A Krohn-Rhodes elmélet végső soron azt írja le, hogy hogyan építhetők fel bonyolult dolgok egyszerűekből, s akár az emergencia matematikai definíciójának alapjául is szolgálhat. Innen nézve már nem csak kapcsolódik, hanem rendkívül fontos eszköz lenne/lesz a digitális evolúció tanulmányozásához.

- Miben látja a kutatásfejlesztési projektek sikerének, eredményességének titkát?

- Legfőképpen abban, hogy ezek a kutatások rendkívül izgalmasak. Gyakorlatilag azokon a problémákon dolgozunk, melyekkel pár éve a sci-fi regényekben találkozhattunk. Sokan nyíltan vállalják is ezt a motivációs forrást. S ha a kutató személy szerint is érdekelt a projektben, azaz ő saját maga is szeretne választ kapni a kutatási kérdésekre, akkor a siker lényegében garantált.

- Ha visszamehetnénk az időben, és most lenne egyetemista, mivel foglalkozna legszívesebben? Milyen témakörben, kutatási területben látna komoly perspektívát?

- Mivel PhD hallgatóként még félig diák vagyok, így a kérdésre igazából nincs jogom válaszolni. Mégis megkockáztatnám azt a választ, hogy nagyjából mindegy, hogy hol kezd el az ember. Ha következetesen keresi a választ a felmerülő kérdésekre, akkor a dolog maga megmutatja a jó irányt. Így lesz a matematikusból neuropszichológus, programozóból biológus, filozófusból programozó matematikus, stb.

- Milyen alapelveket érdemes képviselni ahhoz, hogy a csúcstechnológiai kutatásokban komoly eredményeket érjünk el?

- Személy szerint nekem az egyik legfontosabb alapelv, hogy különböző érdeklődésű emberekkel dolgozhassak együtt. Még akkor is, ha viszonylag kevés a kapcsolódási pont a kutatások között. S itt nem igazán az elkoptatott “interdiszciplináris kutatás” divatszóra gondolok elsősorban, hanem a gondolkodás mozgékonyságának a megőrzésére. Soha nem lehet tudni, hogy honnan jön egy jó ötlet. Az ember egy igen hatékony mintázatkereső aggyal bír, s képes meglátni a megoldás vázát akár egy egészen más kutatási területet szemlélve is.

A komoly eredményekhez szükség van a folyamatos utánpótlásra, s ez elsősorban az egyetemek felelőssége. Nemcsak a szaktudást kell átadni, hanem a tudományos kutatás előbb említett izgalmas mivoltára is fel kell hívni a figyelmet. S ez utóbbi tapasztalatom szerint hiányzik, főleg infrastrukturális és finanszírozási gondok miatt. Őszintén remélem, hogy a dolgok végül jóra fordulnak majd.

S végül, de nem utolsósorban (sajnos) pénz kell a komoly eredményekhez.

<http://www.egri-nagy.hu> (Egri-Nagy Attila),

<http://graspermachine.sf.net> (Math & Thinking),

<http://physis.sf.net> (Physis, Digital Evolution)