

ALIFEXI

Nemzetközi konferencia a mesterséges életről

A szerző elmondása szerint: „Immáron 15 éve érdeklődöm látszólag szerteágazó témák iránt”. Folyóiratunk helyt ad az alábbi összeállításnak, bár elsöre nehezen fogyaszthatónak látszik. Szívesen vennénk, ha az érdeklődők kérdéseket tennének fel, vagy kiegészítéseket tennének.

2008. augusztus 5–8. között immáron tizenegyedik alkalommal jött össze a mesterséges életről (artificial life, alife) tartott, kétévente megrendezésre kerülő konferenciára az angliai Winchesterben a téma közel 300 kutatója: biológusok, komputeres szakemberek, fizikusok, matematikusok, filozófusok és társadalomtudósok. A témában az első összejövetelt közel húsz évvel ezelőtt tartották az amerikai Los Alamosban. A konferenciának most helyet adó dél-angliai várost a római korban Venta Belgarumnak nevezték. Legfőbb nevezetessége a 642-ben alapított katedrális, ahol napjainkban a *Da Vinci-kód* filmváltozatának néhány jelenetét forgatták. A város mindössze 50 kilométerre van Stonehenge-től. Igen szellemes logót választottak a konferencia rendezői: egy Petri-csészében baktériumtenyészet alakja rajzolja ki a brit szigetek körvonalait. A jelenlegi konferencia arról is nevezetes, hogy első alkalommal került Európában megrendezésre. A mesterséges élet kutatása és az itt elhangzott előadások megértése hatalmas háttérismeretet feltételez, amibe beletartozik többek között a komputerezés, a mesterséges intelligencia, a robotika, a biokémia, az evolúció, a társadalomtudományok – hogy csak a legfontosabbakat említsem. (Ezen nemzetközi összejövetelen kívül a téma európai kutatói is tartanak konferenciákat, amelyből a következőt 2009 szeptemberében Budapesten rendezik. Ez utóbbi szervezését az ELTE professzora, Szathmáry Eörs akadémikus irányítja.)

Mi is a mesterséges élet? A mesterséges élet tudománya az élő rendszerek alapvető tulajdonságait vizsgálja – a biológiai entitások és folyamatok mesterséges közegben történő szimulációja és szintézise révén. Egy másik meghatározás szerint a mesterséges élet tudomá-

nya az étellel kapcsolatos rendszereket, azok folyamatait és evolúcióját kutatja szimuláció révén, komputeres modellek, robotika és biokémia segítségével. Ha mindez szoftverrel történik, akkor „lágy” (soft), ha hardverrel, akkor „kemény” (hard), ha pedig biokémiai módszerekkel, akkor „nedves” (wet) mesterséges életről beszélünk. Leggyakoribb a „soft” megközelítés. A témának immáron 14 éve saját, negyedévenként megjelenő folyóirata is van *Artificial Life* címmel, amelyet a MIT Press ad ki az Egyesült Államokban. A folyóirat meghatározása szerint a mesterséges élet egy új tudományterület, amely azokat a tudományos, mérnöki, filozófiai és társadalmi témákat kutatja, melyekkel életszerű viselkedési formák hozhatók létre komputerekben, gépekben, molekulákban és más közegekben. Míg a hagyományos biológia az általunk ismert étellel foglalkozik, addig a mesterséges élet azzal is, hogy milyen lehetne az élet. Kutatási témái közé tartozik az élet eredete, az önszerveződés, a növekedés és fejlődés, az evolúciós és ökológiai dinamika, az állati és robotviselkedés, a szociális szerveződés, valamint a kulturális evolúció. (A mesterséges élet tudománya tehát nem a biológiai rendszerek tervezését és építését/szintézisét jelenti. Ezzel a szintetikus biológia foglalkozik.)

Először is érdemes azokat a témaköröket felsorolni, amelyek alapján a szervezők a konferencia lefolyását elképzelték, mivel így röviden áttekinthetők a mesterséges élet kutatóit napjainkban foglalkoztató legfontosabb kérdések.

Evolúció az agyban. A régebbi elméletek elavultak, és jelenleg nincs még olyan újabb, amely a neuroevolúciót maradéktalanul megmagyarázná.

Nyitott végű evolúció. Hogyan lehetséges tervezni és megalkotni egy olyan mesterséges evolúciós rendszert, amelyben az új adaptív jellemzők hosszú időn keresztül fejlődnek – anélkül, hogy elérnének egy végpontot, és közben állandóan komplexebbé válnak.

Mesterséges tudat: a mesterséges élettől az elméig. Az élő rendszerek legérdekesebb tulajdonsága a tudat. Az ennek háttérében lévő biológiai mechanizmusok feltárásával a mesterséges tudat tudományága foglalkozik.

Kommunikáció megtestesült ágensekben. A nyelv elsajátításának és evolúciójának alapos megértése nagy hatással lehetne az oktatásra, bizonyos neuropszichológiai betegségek kezelésére és a technológiai fejlődésre, valamint a gép-ember kapcsolatra.

A self-* design. Hogyan lehetséges olyan self-* effektusokat létrehozni, melyek kizárólag kollektív működésre lettek megalkotva, azaz amelyek problémamegoldó képessége egyenesen arányos a „kolónia” méretével.

Amorf és lágy robotika. Újabban kígyóra, polipra emlékeztető robotokat is építenek, amelyek nyílásokon tudnak áthatolni, falra tudnak mászni, vagy akadály körül körbefolyjni. Mindezek nagy kihívást jelentenek a kontrollt, az alakot és a tervezést illetően. A mai robotok spektruma a moduláris robotoktól a biomimetikus robotokig terjed.

Dinamikus rendszerek elmélete. A dinamikus eszmék számos modellben, a genetikus szabályozástól az idegrendszerig és az ökoszisztémáig, fontos szerepet játszanak. Ezek dinamikája a dinamikus rendszerelmélet eszközeivel, matematikai elemzéssel írható le.

Trofikus interakciók digitális organizmusok között. A digitális organizmusok között számos trofikus interakció, így vetélkedés és parazitizmus lehetséges, amelyek megértése fontos mindenféle élet, azaz nem csak a földi élet megértése szempontjából.

Filozófiai témák. A mesterséges élet kutatása kezdetektől fogva szoros kapcsolatban áll olyan fontos filozófiai kérdésekkel, mint például: Mi az élet? Mi a biológiai autonómia? Mi a kapcsolat evolúció és fejlődés között? A mesterséges élet szimulálja vagy megvalósítja az életet?

Autonóm energiaellátás hosszú életű robotok számára. Habár a legtöbb robotrendszer ignorálja ezt a kérdést, önfenntartásuk szem-

pontjából mégis nagyon fontos az autonóm energiaellátás kezelése és megoldása.

A Gaia-elmélet modelljei. A Gaia-hipotézis szerint az élet és a fizikai környezet egy közös globális rendszert alkot, amelyben makroszintű szabályozás és a táplálék cirkulációja valósul meg. Ezt a feltételezést a tudományos közösség többnyire elutasítja, és teleológusnak tartja. Mivel a Gaia-rendszer rendkívül komplex, nem lineáris és adaptív, széles teret nyit a mesterséges élet kutatói számára is.

Környezet és evolúció. Az evolúciós folyamatból nem lehet kihagyni a biológiai és fizikai környezettel fennálló visszacsatolást.

Rejtett episztemológia. Mit tanulhat a mesterséges élet kutatója az ökoszisztémák, az evolúció, a nyelv, a biológia, a kémia, a fizika, a filozófia, a társadalom, az autonómia stb. tudományokból?

Szintetikus biológia és a mesterséges élet: egy lehetséges szimbiózis. A szintetikus biológia végső célja olyan organizmusok előállításai, amelyeknek újszerű, a kívánalmaknak megfelelő működésük van. A szintetikus biológia és a mesterséges élet kutatásának közös témája a genetikus és metabolikus történések komputeres technológiával történő tervezése és szimulációja.

Információ komplex rendszerekben és a mesterséges élet. Az élő rendszerek eredetét és fenntartását illetően rendkívül nagyszámú elképzelés és modell létezik, melyeket éppen ezért nehéz összehasonlítani és közös vonásaikat azonosítani. Ebből a helyzetből a kiutat a változatos, információelméleti megközelítések jelentik. Mivel a biológiai rendszerek az információfeldolgozást illetően közel optimálisan működnek, működésüket jobban meg lehet érteni az információoptimalizáció elvei alapján.

A mikrobális evolúció modelljei. A mikrobák már az evolúció kezdete óta léteznek, és a Földön jelenleg a biomassza felét teszik ki. Az élet minden formája mikrobális metabolikus folyamatoktól függ. Mivel a mikrobák kicsik, és gyorsan szaporodnak, jó alanyaik a laboratóriumi vizsgálatoknak, így akár az evolúciós kutatásoknak.

A mesterséges élettel foglalkozó kutatás (elő)története. Ezen témakör gyökerei Neumann János és Norbert Wiener munkáikig nyúlnak vissza. Ebben az „előtörténeti” szakaszban még számos más kutató is foglalkozott

olyan témákkal, amelyeket ma a mesterséges élet előzményének tekintünk.

A személyiség evolúciója. Az állatok személyiséggel, azaz viselkedési szindrómával rendelkeznek, de hogy ennek mi az oka, azt nem tudjuk. Az érzelmek megváltoztatják az állat-állat interakciókat. Az alapkérdés az, hogy az állatok miért nem flexibilisek, holott a viselkedés flexibilitása lenne az optimális. Ennek magyarázatához a játékelméleti és más elemzéseket módosítani kell.

Hálózatok természetes és mesterséges környezetben. Napjainkban jelentős az érdeklődés a komplex hálózatok elméleti kérdései, modellezése és elemzése iránt. A hálózatelmélet értékes eszköz, amelynek számos alkalmazása van a természetes és mesterséges rendszereket illetően. Napjainkban különösen a dinamikus, a rétegzett vagy a reálisan alkalmazható hálózatok iránt nagy az érdeklődés. Az új kutatási eredmények az állati szociális hálózattól a genetikai reguláció hálózatáig terjednek.

Mesterséges élet „in materio”. A mesterséges élet kutatása az életet illetően elvonatkozatható a mi szénalapú életformánktól, és fizikálisan, azaz „in materio” szervetlen molekulákkal vagy nem biológiai szerves molekulákkal is megvalósulhat.

A maximális entrópia elve. A mesterséges élet rendszerei gyakran testetlenek, és nem törődnek a valós élő rendszerek számos tulajdonságával, így a termodinamika törvényeivel sem. A természetes élő rendszereknek azonban fennmaradásuk érdekében entrópiát kell exportálniuk. Elméletileg és gyakorlatilag ellentmondásos, hogy vajon az ilyen komplex, nem lineáris rendszerek képesek-e bizonyos körülmények között úgy szervezni önmagukat, hogy maximalizálják az entrópiatermelésüket.

Térbeli szerveződés. Az élő rendszerek be vannak ágyazva a fizikai térbe. Kérdés, hogy hogyan tud hozzájárulni a térbeli beágyazódás az élő és élőszerű rendszerek szerveződéséhez és viselkedéséhez.

Sejtszignalizációs hálózatok „in silico”. Az élő sejtek folyamatainak sokasága sejten belül és a sejtek között lezajló biokémiai reakciók sorozatán alapul, melyek szignalizációs hálózatot képeznek. Ezek tekinthetők úgy, mint amelyek a sejt számára hasznos komputációt végeznek. Ezen elv alapján nemcsak a sejt aktivitás válik mérhetővé, de létrehozhatók

saját választásunknak megfelelő, komputációt végző mesterséges kémiai reakciók hálózatai is. Ezek tervezésekor a legfontosabb technika az evolúciós komputerezáció.

Piacok. A gazdasági rendszerek és a piac számos olyan tulajdonsággal bírnak, mint a mesterséges élet kutatói által vizsgált komplex biológiai rendszerek. Mindkettő gyakran nagyszámú, interakcióban lévő ágens von be az adaptív rendszerek vizsgálatába. Az ágens alapú komputeres gazdaságtudomány a mesterséges élet technikáihoz hasonlóan használ multiágens modelleket, ideghálózatot, genetikai algoritmusokat és celluláris automatát.

Nagyobb evolúciós átmenetek. A téma magába foglalja a kiválasztódás és az öröklődés új szintjeinek képződését, az első evolúciós egységek és a természetes kiválasztódás újszerű modelljeit.

Fenntarthatóság és a komplex adaptív rendszerek. A fenntarthatóság témája magába foglalja a többszörösen komplex rendszerek interakcióit és dinamikáját változatos fokokban: klimatikusan, ökológiailag, technológiailag, politikailag és társadalmilag. A társadalom számára rendkívül fontos megérteni és kezelni

ni az olyan interaktív rendszereket, mint a klímaváltozás, az energiabiztonság, az agrárkultúra fenntartása, a biológiai sokféleség, a városdinamika, a demográfiai változások, a környezet kezelése és a globális terrorizmus. Ezek vizsgálatához újszerű megközelítésekre van szükség. Ki kell fejleszteni egy valós és gyakorlati megközelítést, amelynek segítségével a komplex rendszerek eszméi a valós világban a társadalom hasznára lehetnek.

A konferencián elhangzott előadások összefoglalását a www.alifexi.org oldalon találja meg a téma iránt mélyebben érdeklődő olvasó.

Érdekes még arra kitérni, hogy a konferencián elhangzott előadásokból mit tartott lényegesnek, említésre méltónak a nem szakmai sajtó 2008. július 25. és augusztus 27. között.

New Scientist: Robin Hofe mesterséges nyelv kifejlesztéséről számolt be, amely javítani tudja a beszédfelismerő szoftverek pontosságát. *Telegraph*: A természetes kiválasztódás Richard Watson szerint önmagában nem elegendő az evolúció teljes magyarázatához, és ehhez még néhány komponens hiányzik. Ezek egyike lehet, amikor kisebb egységek (molekulák, mikrobák) együttműködve, önszerveződve, komplex mintákat és viselkedést hoznak létre. Masashi Aono és Masahiko Hara egysejtű amőba fényre reagáló komputeres modelljével megoldotta az „utazó ügynök” nevű híres problémát négy város esetére. Hugo Marques azon dolgozik, hogy a komputert képzelőerővel ruházza fel, amely egy jelentős lépés a mentális étellel felruházott robot felé. Alaa Abi-Haidar a test immunrendszerének analó-

giájára olyan komputeres programot dolgozott ki, amellyel a „szemét” e-mailek kiszűrhetőek. *BBC*: Ralf Der és lipcsei kutatók olyan szoftvert mutattak be, amellyel próba és tévedés alapján tanulnak mozogni a robotok. Safre munkacsoportja egy biológia által inspirált, Embryo nevű programot mutatott be, amellyel önszerveződő viselkedést lehet egy komputeres hálózat szerverei között kiépíteni. Eric Silverman készített egy Atak nevű robotot, amely zene hangjára az emberekhez hasonlóan táncol. Más kutatók olyan robotot készítettek, amely veszélyes építmények között tud haladni, és közben 3D-s térképet készít. *Hampshire Chronicle News*: Az angol Rohe cég bemutatta Dora nevű robotját, amely veszélyes munkákat tud végezni katonák és biztonsági őrök helyett. *Science Daily*: A konferencia vezérszónokai Peter Schuster, Eva Jablonka és Andrew Ellington professzorok voltak. A konferencia nyitó előadását Takashi Ikegami professzor tartotta, aki a madarak, a robotok, a gyermekek, a legyek, a sejtek, sőt az olajcseppek önszerveződéséről beszélt. *Southern Daily Echo*: Alexis Johnson olyan „nyüzsgő” („swarm”) robotokat épített, melyek a hangya- és méhkolóniák intelligenciáját utánozzák.

Végezetül egy olyan folyóiratban, mint a *MediArt*, amely a kultúrával is foglalkozik, meg kell említeni, hogy létezik a mesterséges élet kutatási eszközeinek felhasználásával készült zene és képzőművészet is.

DR. DERVADERICS JÁNOS

ÚJ SZERZŐK E SZÁMUNKBAN

Dr. Beck Mihály

kémikus, a MTA rendes tagja

Dr. Dervaderics János

ny. szemész szakorvos, Budapest

Dr. Fluck István

a reumatológia és fizioterápia szakorvosa,
Szent Gellért Gyógyfürdő vezető főorvos

*„Bátran kijelenthetem, hogy miután évekig tanulmányoztam a magyar nyelvet, meggyőződésemé vált: ha a magyar lett volna az anyanyelvem, az életművem sokkal értéke-
sebb lehetett volna. Egyszerűen azért, mert ezen a különös, ősi erőtől duzzadó nyelven sok-
szorta pontosabban lehet leírni a parányi különbségeket, az érzelmek titkos rezdüléseit.”*

(George Bernard Shaw)