

Steven Levy

## In silico\*

*“Če bi bili vzorci enic in ničel enaki vzorcem človeških življenj in smrti; če bi celotno posameznikovo življenje lahko predstavljala računalniška kartoteka z dolgim nizom enic in ničel, kakšne vrste bitje bi potem predstavljal dolg niz življenj in smrti?”*

Thomas Pynchon

*\* Prevod uvodnega poglavja knjige Stevena Levyja: **Artificial Life - The Quest for a New Creation**, Pantheon Books: New York, 1992, str. 2-10.*

Bitja so tiho križarila, drseč nad površino svojega sveta z eleganco drsalcev na ledu. Premikala so se različno hitro, nekatera v spremenljivem ritmu neodločnosti, druga z gotovo močnim razlogom. Njihova telesa, barvni liki, ki spominjajo na papirnate avione ali male konfete, izdajajo njihove potrebe. Zeleni so lačni. Modri iščejo partnerje. Rdeči bi se bojevali.

Vidijo. Tako imenovana nevronska mreža jim daje vid, s katerim lahko zaznajo barvo svojih sosedov in del okoliškega sveta. Nekaj vedo o svojem notranjem počutju, lahko tudi čutijo utrujenost. Učijo se. Izkušnje jih nauče, ob čem bi se lahko bolje počutili in kaj bi jim morda zadovoljilo potrebo, ki se je oglasila.

Razmnožujejo se. Dva od njih se bosta združila, njuni geni se bodo zlili in kombinacija bo determinirala značilnosti potomca. V obdobju mnogih generacij jih utrdi mehanizem naravne selekcije in v pokrajini prevladujejo bolje prilagojena bitja.

Umirajo in včasih jih, preden njihova telesa razpadejo, drugi iz njihovega rodu pojedjo. Na določenih mestih, ob določenem času se pojavijo kanibalski kulti, v katerih je takšno vedenje vodilo. Trupla so hranilna, toda ne tako zelo kot hrana, ki jo je po srečnem naključju moč najti na terenu.

Ekosistemu je ime PolyWorld, nahaja se v čipih in disketnih enotah Silicon Graphicsove grafične delovne postaje Iris. Avtor stvaritve je raziskovalec Larry Yaeger, ki dela za firmo Apple Computer. To je svet znotraj računalnika, čigar prebivalci so v bistvu matematični. Bitja imajo digitalni DNA. Nekateri od njih so bolj prilagojeni kot drugi in ti so tisti, ki se sčasoma reproducirajo in ustvarjajo pot k večjemu številu različnih vrst organizmov, ki uspešno izkoriščajo šibkejša bitja PolyWorlda.

“Vrste imajo svoje lastno - le zanje značilno vedenje in skupinsko dinamiko,” pravi Yaeger. Ena skupina deluje kot na robu psihoze; gre za blazneže, ki nasilno divjajo po pokrajini in si stalno želijo hrane in seksa ter skoraj ničesar drugega. Potem je tu še kanibalski kult, katerega člani iščejo sebi podobne, da se z njimi združijo, borijo in jih jedo. Sestavljajo groteskne združbe, ki ne potrebujejo ničesar zunaj svoje skupine, da bi zadovoljili potrebe. In tretja vrsta se imenuje “robní tekač”. Zaradi posebne značilnosti pokrajine - v nasprotju z našim okroglim, sferičnim planetom - je PolyWorld tako programiran, da se jasno konča, in v tem je prednost te vrste bitij, ki se skrivajo na robu sveta. Ko to vedenje prevzame zadostno število prijateljskih bitij, vedno obstaja ogromna zaloga zakonskih partnerjev - ravno tako kot trupel, ki postanejo njihova hrana.

Yaeger nerad pretirava v svojih izjavah. Opiše tisto, kar je že naredil, in tisto, kar lahko temu neposredno sledi. “Do zdaj je PolyWorld pokazal, da so uspešni organizmi v biološko usmerjenem, le delno kompleksnem okolju evolucijsko razvili prilagodljive strategije za življenje na tem svetu,” pravi Yaeger. Ko pa začne ta bitja opisovati, je manj oklevajoč. “Doživljam jih,” pravi, “kot umetno življenje.”

Septembra 1987 se je več kot tisoč znanstvenikov in tehnikov zbralo v Los Alamosu, v New Mexicu, da bi osnovali novo znanost o umetnem življenju. Dogodek je pomenil tehnološko in znanstveno razvodnico. Poglobljeno razumevanje bioloških mehanizmov skupaj z eksponencialnim povečevanjem zmoglosti digitalnih računalnikov je človeštvo pripeljalo do praga ponovitve naravne mojstrovine, ustvarjanja živih siste-

“Vsakdo, ki opazuje živa bitja, ve, da so le-ta sposobna ustvariti sebi podobne organizme. To je popolnoma normalna funkcija in ta bitja ne bi obstajala, če tega ne bi počela. To je verjetno tudi razlog za obljudenost sveta. Z drugimi besedami, živa bitja so zelo zapleteni skupki neločljivo povezanih delov in so po vsaki razumni verjetnostni teoriji termodinamike izredno nepredvidljiva. Dejstvo, da so se v svetu sploh pojavila, pa lahko štejemo za čudež prve stopnje...”

John Von Neumann



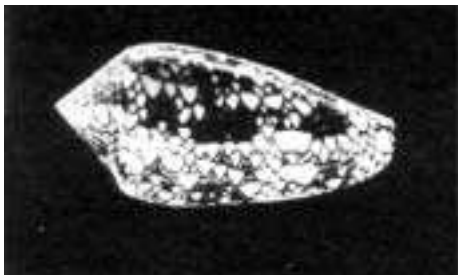
*Bitja, ki naseljujejo Poly-World so evolvirala iz naključnih genomov: prek generacij so si nabrala izkušnje v iskanju hrane, reproduciranju in bojevanju.*

mov. Pionirji so bili po eni strani vznemirjeni zaradi obetov in po drugi strani zadržani zaradi preteklih spekulacij o tem, kaj bo dala prihodnost. Kot duhovi, lebdeči nad dogajanjem, so na konferenci prežali zapuščina Mary Shelley, ki je pisala o Frankensteinu in njegovi pošasti, ter temačni dosežki znanosti, kot je dejal neki udeleženeec.

Kljub temu je konferenca potekala v živahnem ozračju. Mnogo znanstvenikov, ki jih je pritegnilo v Los Alamos, je že dolgo sanjalo o skupnem ustvarjanju nove oblike življenja; in tudi njihova individualna dela so že težko čakala ta dan. Končno je prišel. Pomembnost tega dogodka je kasneje izrazil fizik Doyne Farmer, soavtor knjige o nasledkih tega znanstvenega srečanja. Že sam izvleček - opis razvijajoče se tehnologije v laboratoriju, je tako udaren, kot je bil razvoj atomske bombe. Tistim, ki so izvleček prebrali, je bilo svetovano, naj globoko zajamejo sapo in naj ne dvomijo, vsaj dokler zdržijo njihova pljuča, preden preberejo tole napoved:

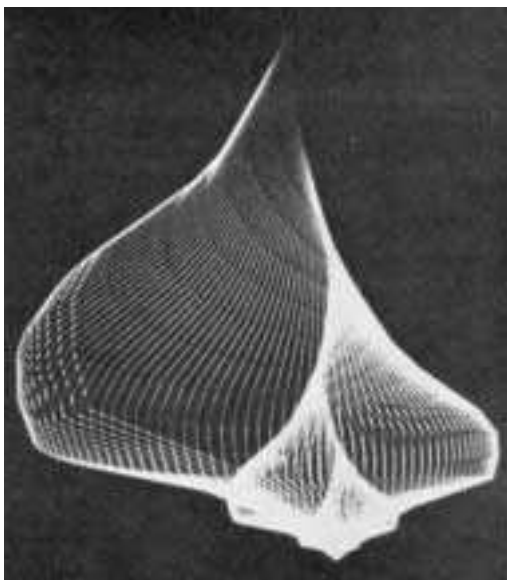
*V naslednjih petdesetih do sto letih se bo po vsej verjetnosti pojavil novi razred organizmov. Ti organizmi bodo umetni, ker jih bo ustvaril človek. Toda zmožni se bodo razmnoževati in evolvirati v novo, različno obliko od začetne; "živi" bodo - po katerikoli razumni definiciji te besede ... Nastop umetnega življenja bo najpomembnejši zgodovinski dogodek po pojavu človeške vrste ...*

Umetno življenje je posvečeno ustvarjanju in raziskovanju živih organizmov in sistemov, ki jih je ustvaril človek. Gradivo tega življenja je neorganskega izvora in njegovo bistvo je informacija: računalniki so alkimistični vreli kotli, v katerih se porajajo te nove oblike življenja. Ravno tako, kakor so se medicinski



Primerjava med naravnim vzorcem na površini školjke mehkužca (slika zgoraj) in umetnim vzorcem enostavnega enorazsežnostnega celičnega avtomata (slika desno zgoraj).

Peter Oppenheimer: računalniška slika fraktalne praproti.



znanstveniki uspeli poigrati z življenjskimi mehanizmi *in vitro* (rojstva iz epruvete), sedaj biologi in računalniški strokovnjaki upajo, da bodo ustvarili življenje *in silico* (v silikonskih čipih).

Podobnost teh organizmov "pravih" niha glede na različne vrste ustvarjenega umetnega življenja; mnogi eksperimentatorji priznavajo, da so njihove laboratorijske stvaritve le preproste simulacije različnih vidikov življenja.

Cilj teh praktikov šibkega umetnega življenja je razsvetliti in jasneje razumeti življenje, ki obstaja na Zemlji in morda še kje. Kot je dejal astronom A. S. Eddington, "preudarjanje na področjih, širših od resničnih, vodi v naravoslovnih znanostih k veliko boljšemu razumevanju resničnega." S simuliranjem življenja, različnega od nam znanega, želijo raziskovalci umetnega življenja raziskati poti, po katerih še ni hodila nobena oblika živega, da bi tako bolje razumeli zasnove in omejitve samega življenja.

Ker znanstveniki upajo, da se bo vedênje, kakršnega najdemo v naravi, spontano pojavilo s simulacijami, pogosto poskušajo oblikovati po natančnem vzorcu procesov, značilnih za žive sisteme. Biologi te umetne sisteme pojmujejo kot običajne laboratorijske živali; njihove značilnosti pojasnijo poteze znanih organizmov, in ker je njihova sestava tako očitna, jih je mnogo lažje analizirati kot podgane, rastline ali *E. coli* (bakterije za laboratorijsko preučevanje). Fiziki sledijo umetnemu življenju v upanju, da bo sinteza življenja osvetlila sorodno prizadevanje: razumevanje vseh kompleksnih nelinearnih sistemov, ki naj bi jih uravnavale še ne popolnoma razumljene univerzalne sile. Z raziskovanjem fenomena samoorganizacije in umetnega življenja bi te skrivnosti lahko kmalu razjasnili.

Najbolj neustrašni praktiki te znanosti pa so zaobljubljeni trdi hipotezi o umetnem življenju. Preučujejo dolgoročni razvoj dejansko živih organizmov, katerih bistvo je informacija. Ti stvori se lahko utelesijo v materialni, snovni obliki - kot roboti umetnega življenja -, lahko pa živijo tudi v računalniku. Kakorkoli že, ti stvori bodo, kot zatrjuje Farmer, "živi po katerikoli razumni definiciji te besede" - ravno tako kot bakterije, rastline, živali in človeška bitja.

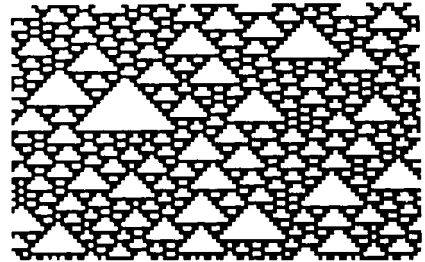
Mnogim se ta trditev lahko na prvi pogled zdi absurdna. Kako lahko nekaj, kar biva v računalniku, velja za živo? Ali si lahko kaj, kar sintetizira človek, sploh

prizadeva za tako klasifikacijo? Ali naj ne bi bil termin "življenje" rezerviran za delovanje narave?

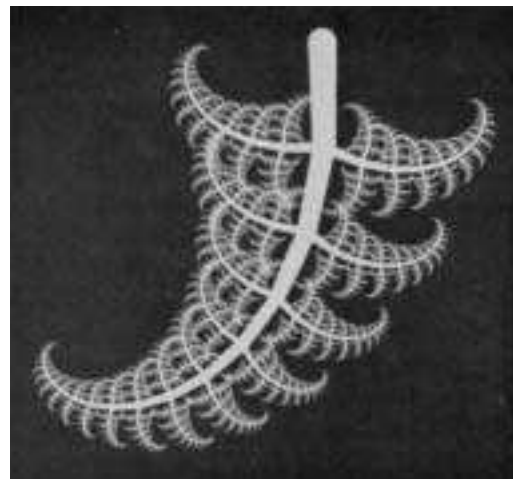
Na vprašanje je težko odgovoriti predvsem zato, ker nimamo nobene "razumne definicije" življenja. Pred skoraj 2000 leti je Aristotel izrazil svoje opažanje, da se pod izrazom "imeti življenje" lahko razume "bitje se lahko prehranjuje in razkrajja". Večina se tudi strinja, da je razmnoževanje nujen pogoj za življenje. Od tod naprej pa so se mnenja razhajala in se še vedno. Lahko si izmislimo spisek bistvenih značilnosti življenja, vendar nikoli ne bo zadosten. Vsa ta so lahko skrajno pristranska ali pa pretirano popustljiva. Kreature PolyWorlda so na primer na mnogo načinov "življenjske" - rastejo, se razmnožujejo, prilagajajo in evolvirajo. Toda njihov kreator si še vedno ne upa trditi, da so resnično žive.

Nekateri znanstveniki pravijo, da je vprašanje, kaj-je-definicija-življenja, rdeča nit. Življenje naj bi bilo ocenjeno glede na kontinuum in ne priznано glede na binarne odločitve. Skala je gotovo nizko na kateremkoli kontinuumu živosti, pes, rastlina ali človek pa se uvrščajo više. Bolj nejasni, dvoumni sistemi bi se uvrstili v srednje območje polživljenjskega - niže od bakterij, za katere se skorajda vsi strinjajo, da so žive, in nad skalami. Virusi, ki jih nekateri znanstveniki štejejo za žive, drugi pa ne, bi bili v takem sistemu uvrščeni na zgornjem delu tega srednjega, polživljenjskega območja. Še niže naj bi bili locirani kompleksni sistemi, ki jih skorajda nihče ne šteje med žive, pa vseeno kažejo neko vedenje, značilno za živa bitja - zadeve, kot so ekonomija ali avtomobili. Organizme iz PolyWorlda bi lahko uvrstili med Chrevrolete in viruse gripe. Če gledamo na življenje na ta način, je opaziti neko prednost: uporabljajo se sistemi, ki jih nihče ne bi klasificiral za resnično žive; biologi pa še vseeno lahko izolirajo značilnosti življenja.

Vendar je tudi to nezadostno. To naj bi imelo tudi neki pomen - biti živ namreč, pa čeprav ni jasno postavljene meje med življenjem in neživljenjem. Del težavnosti izhaja iz kulturne zavrnitve, saj ta noče področja življenja predati domeni znanosti. Stoletja se je v kakršnikoli že definiciji življenja, ki je bila takrat v veljavi, pojavljal njen mistični del, če že ne odkrito prikimavanje božji avtoriteti. Kljub ikonoklastičnim in vizionarskim poskusom uporabe empiričnih sredstev za prepoznavanje življenja so ljudje v večjem delu zgodovine čutili pri podelitvi življenja nadnaravno komponento.

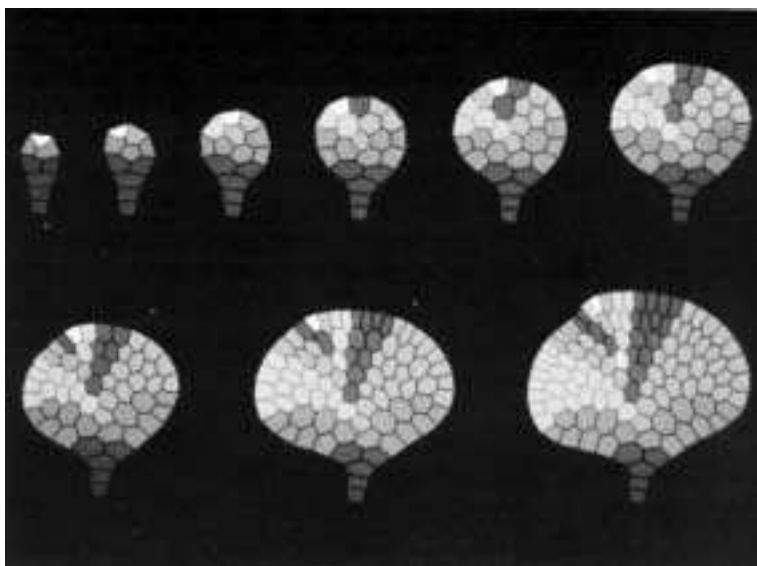


*Peter Oppenheimer:  
računalniška slika skeleta  
uhljaste školjke.*



Ko so znanstveniki ovrgli ta verovanja, je njihova ideja življenja prešla k novim odkritjem. Po identifikaciji celice so razmišljali drugače o samoorganizaciji materije v živi strukturi. In ko je bilo enkrat jasno, kako kritičen je Darwinov prispevek k znanosti o življenju, je evolucija postala osrednja točka v označevanju življenja. Za nekatere evolucija tudi ostaja glavna in osrednja točka. "Življenje bi moralo biti definirano glede na posedovanje tistih faktorjev, ki so potrebni za zagotovitev evolucije z naravno selekcijo," piše John Maynard Smith, ki je, pričakovano - evlucijski biolog. "To pomeni, entitete z lastnostmi, kot so razmnoževanje, variabilnost in dednost, so žive, tiste, ki teh lastnosti nimajo, pa niso." Novejše odkritje DNA kot prodorne in osnovne komponente v vsaki materiji, ki velja za živo, je prineslo dodatno skrb: ne le, da vse žive stvari vsebujejo načrt (dedni zapis) za svoje delovanje in razmnoževanje, marveč te majcane kolekcije molekul vsebujejo elemente celotne zgodovine življenja. "Genetski program je poskrbel za absolutno razliko med organizmi in neživo materijo," piše Ernst Mayr. "Nič primerljivega ne obstaja v neživem svetu, razen računalnikov, ki so jih naredili ljudje." (Edina, a pomembna izjema.)

Zadnji preobrat v naši zaznavi nujnih pogojev za življenje pomeni teorija kompleksnih sistemov, ki je postala ključna komponenta v biologiji. Kompleksni sistem je tisti, katerega sestavni deli vzajemno delujejo na tako zapleten način, da se jih ne da predvideti s standardnimi linearnimi enačbami; v sistemu součinkuje toliko različnih variabel, da je celotno vedenje lahko razumljeno le kot nepričakovana posledica holistične vsote vseh nešteti vloženi vedenj. Redukcionizem v kompleksnem sistemu ni mogoč, in sedaj je tudi jasno, da popolnoma redukcionističen pristop v preučevanju življenja nikakor



*Slika prikazuje postopen razvoj gametofita praproti (*Microsorium linguaeforme*), ki se razrašča iz nič s pomočjo tehnik umetnega življenja.*

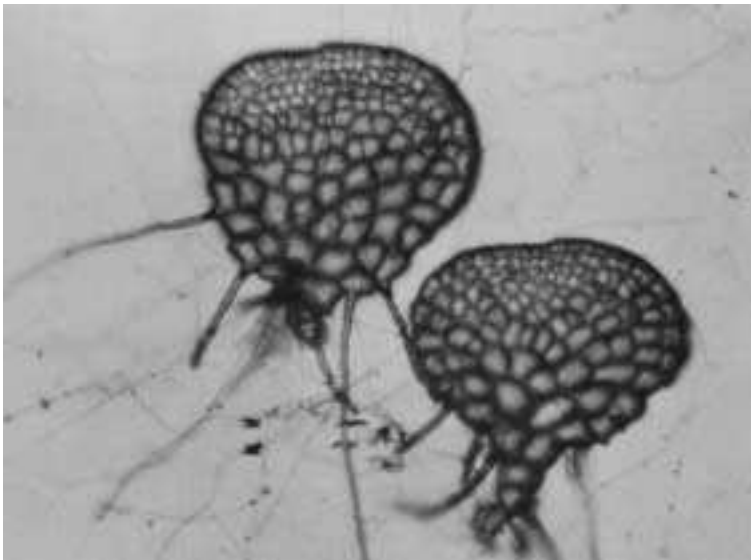
ne more biti ustrezen. V živih sistemih je celota več kot zgolj seštevek njenih delov. To ni rezultat zaužitja eliksirja življenja, ampak izhaja iz kompleksnosti, ki dopušča nenadejan pojav nekaterih vedenj in značilnosti. Ta mašinerija je bila morda proizvedena z evolucijo, vendar se kolo evolucije ni moglo zavrteti, preden ni bila dosežena določena stopnja kompleksnosti. Kompleksnost je v živih sistemih tako zelo prisotna, da jo nekateri znanstveniki definirajo kot odločilno značilnost življenja.

Toda kompleksnost je le ena izmed stvari na spisku. Kljub vsemu našemu znanstvenemu védenju "ni splošno sprejete definicije življenja," kot odločno pove Carl Sagan v eseju na to temo v Britanski enciklopediji. Filozof Mark Bedau trdi, da bi vprašanje "moralo razumeti kot eno osnovnih konceptov filozofije, le da filozofi niso preveč razmišljali o njem. Tudi biologi niso. Sklenili so roke; kako tipično. To ni naravna lastnost, kot je voda; ko preiskuješ vodo, lahko rečeš - tukaj je H<sub>2</sub>O, to je njeno bistvo. Toda življenje ni materialno, je prehodno (ephemeral)."

Tudi filozofi lahko le dvignejo roke pred to dilemo. "Resnično dvomim, da je možen čisti filozofski odgovor na to vprašanje," piše Elliot Sober. Filozof z Univerze v Winsconsinu trdi, da konec koncev vprašanje ni pomembno. "Če lahko stroj jemlje energijo iz okolja, se večja, popravlja škodo v svojem telesu in se razmnožuje," se sprašuje, "ali sploh še ostaja spor o tem, ali je resnično živ?"

"Izjaviti, da so personoidi neke vrste "hendikepiranci" v primerjavi z nami, zato ker ne slišijo ali vidijo tako kot mi, je docela absurdno. Pravična sodba bi se prav tako lahko glasila, da smo mi tisti, ki smo deprivirani v primerjavi z njimi - nesposobni čutiti neposrednost matematičnega fenomenalizma, ki ga konec koncev poznamo le skozi možgansko, povzeto modo. Toda oni v tem matematičnem okolju živijo; to je njihov zrak, voda, oblaki in celo kruh - da, celo hrana, saj se na neki način skozenj tudi hranijo. Reči, da so ujeti v stroj, je zgolj časnikiarski termin."

Stanislaw Lem



*Mikrofotografski posnetek naravnega gametofita.*



*Peter Oppenheimer: Pogled I (slika zgoraj) in Pogled II (slika desno zgoraj).*

*Računalniški sliki drevesne strukture prikazujeta statistično študijo o vplivu naključnosti na razvejanoost drevesa.*

Pa vendar bi tak stroj vprašanja ne odpravil, ampak bi ga šele postavil. Mnogo ljudi bi to razumelo kot grožnja: ceniti (zgoraj opisan) umetni organizem kot dejansko živega. Večina ljudi ne bi štela za živo ničesar, kar ne bi bilo sestavljeno iz iste materije kot naravni biološki organizmi. Fizik Gerald Feinberg in biolog Robert Shapiro sta za tiste, ki "verjamejo, da mora življenje temeljiti na kemiji ogljikovih komponent in delovati v vodnem mediju", skovala izraz: "*carbaquist*". In vendar še nihče ni učinkovito nasproval misli, da življenje lahko obstaja v drugačni obliki.

Stvari, ki jih sedaj pojmujejo za žive, so verjetno le podmnožica večjega razreda organizmov. Po naključju, zaradi nesrečnega zgodovinskega dogodka, smo bili soočeni s tem omejenim spektrom možnih življenjskih oblik in smo ostali brez drugih. Izzvani smo torej, da ugotovimo, katere lastnosti življenja, ki ga poznamo, so značilne za to podmnožico in katere so splošne za

vse življenje, tudi za oblike, ki jih bomo šele spoznali oziroma zgradili za kontemplacijo - in potem tudi ustvarili - življenjekot-bi-lahko-bilo (če uporabim izraz Christopherja Langtona, ki je organiziral prvo konferenco o umetnem življenju).

"Če znanstveniki nameravajo razviti široko teorijo o življenju brez predsodkov,

"Pravi razlog raziskovanja celičnih avtomatov je razvijanje umetnega življenja... to je najpomembnejša stvaritev računalniškega strokovnjaka, ravno tako kot je stavba Notredamske katedrale na Ile de France najpomembnejša stvaritev srednjeveškega rokodelca."

Rudy Rucker





bodo morali neorganske stvari radikalno sprejeti za žive,” pravi Langton. “Mnogi biologi so preveč neodločni, da bi ta korak naredili zdaj. Potrebno bo še nekaj časa za procese, ki bodo biologe prepričali, da so te stvari žive, v istem smislu, kot so živi ljudje. Toda prepričali jih bomo o tem.”

Če bodo Langton in njegovi kolegi dosegli svoj cilj, se bodo človeška bitja videla v drugi luči. Ljudje ne bomo več vrh samodefinirane evolucijske hierarhije, ampak bomo rangirani kot posebni, kompleksni predstavniki ene od podmnožic življenja, ene izmed mnogih možnih alternativ.

Naša posebnost bo ostala v zmožnosti kreiranja naših naslednikov.

Umetno življenje je popolnoma različno od genetskega inženiringa, ki za začetno točko uporablja popolnoma razvito organsko življenje. Znanstveniki umetnega življenja si izmišljajo sredstva, s katerimi lahko proizvajajo, evolvirajo in opazujejo dejanske žive sisteme. Njihov boj je upravljanje poti evolucije in razširjanje obsega živih sistemov na planetu Zemlji in onstran planeta samega. Iz tega obsežnega eksperimenta se v končni fazi lahko razvije globokoumnejša definicija življenja, zmožnost uporabe njegovih mehanizmov za opravljanje našega dela in morda sledi tudi odkritje mogočnih zakonov narave, ki vladajo ne samo biološkimi sistemom, ampak tudi katerikoli seriji kompleksnih nelinearnih samoorganizirajočih se interakcij.

To kar vodi moške in ženske v prizadevanje za umetno življenje, je želja dešifrirati velikansko zmešnjavo nejasnosti, ki nam jih je dala narava, še posebej pa to velja za temeljno vprašanje vseh vprašanj: Kaj je življenje?

Delovanje v različnih disciplinah je znanstvenike prepričalo, da pot do odgovora ni samo opazovanje, marveč tudi kreiranje. Prvi korak, ki ga je treba narediti, je verjeti, da je to možno storiti, in obstajajo prepričljivi rezultati, da je res tako. Naslednji korak pa je, da to res naredimo. Čeprav bo to morda zahtevalo mnogo let v primerjavi z dolgotrjo človeškega življenja, bi s pozicije evolucijskega časa lahko prišli do rezultata v trenutku.

Sadovi dela ljudi, ki se s tem ukvarjajo, nam povedo, kaj pomeni biti živ. S tem ko življenje ustvarimo, lahko končno zremo, kaj življenje v resnici je.

*Prevedla Sergeja Kavšek*

**Steven Levy** je avtor knjig *Hackers: Heroes of the Computer Revolution* in *The Unicorn's Secret*. V preteklosti je pisal v revijah *Rolling Stone*, *Esquire* in *Harper's*, v zadnjem času pa piše za revijo *Wired* in vsak mesec kolumen v reviji *Macworld*.