

Pogovor s Christopherjem Langtonom

Foto: Felix Nöbauer



*“Če bomo ustvarili
umetno življenje v
realnem svetu,
ga bo to z nami
tudi delilo”*

Pogovarjal se je Karlo Pirc

Christopher Langton je interdisciplinarni raziskovalec, saj je, kot pravi sam, študiral na Arizonski fakulteti več smeri hkrati in nato naključno izbral diplomu iz psihologije in antropologije. Obenem so ga zanimale tudi tehnično naravnane znanstvene discipline. Doktoriral je iz računalništva na Michiganski univerzi, kjer je sodeloval s pionirjema v razvoju umetnega življenja Arthurjem Burksom in Johnom Hollandom. Danes je vodilni član skupine, ki raziskuje kompleksne sisteme v Losalamoškem nacionalnem laboratoriju in vodja programa umetno življenje na Santafejskem inštitutu. Leta 1987 je Christopher Langton organiziral v Losalamoškem nacionalnem laboratoriju prvo konferenco o umetnem življenju. Nanjo je sto petdeset raziskovalcev pripeljalo celo menažerijo živečih artefaktov. Ta prva konferenca je mnogim znanstvenikom odprla nove poti raziskovanja in vpeljala novo vejo v znanosti - raziskovanje umetnega življenja. Druga konferenca z enakim naslovom je potekala v Santa Feju, letošnja, tretja, pa v Chicagu. Po njej je umetno življenje dokončno priznano za znanstveno disciplino z vse večjim pomenom.

Enostavne umetne življenjske tvorbe že obstajajo. O njih in o tem, kako bodo raziskave umetnega življenja napredovale v prihodnjih letih, se je na simpoziju o umetnem življenju, potekal je v okviru letošnjega festivala Ars Electronica '93 v Linzu, s Christopherjem Langtonom pogovarjal Karlo Pirc.

Ena od omejitev, na katero bi lahko naleteli raziskovalci umetnega življenja znotraj računalnikov, namreč je, da v računalniku ni mogoče simulirati naključnosti, ki je ena od izrazitejših značilnosti realnega sveta in življenja samega. Naključnost pa v našem svetu ponavadi povezuje mo z metanjem kock. Einstein je rekel “Bog ne

meče kocke”, Hawking pa ga je dopolnil, da Bog kocke sploh ni imel. Ali se imate za Boga, ki resnično lahko kocka? In če kockate, kako veste, da bo rezultat za nas koristen?

Tu obstaja veliko tem, ki jih je treba razjasniti. Kompleksnost lahko dosežemo tudi brez

metanja kock. Obstaja deterministični kaos, kar pomeni, da je v njem vsak korak časovno lahko popolnoma determiniran, a se rezultata ne da predvideti daleč vnaprej. "Ali se Bog igra s kockami? - Ali se mi kockamo z vesoljem?" Odprli ste kar nekaj tem. Ena od teh je, ali imamo sploh opraviti s kakšno stohastičnostjo - povedano drugače - z naključnostjo ali ne v igri, in kakšne učinke ima ta naključnost na vedenje vesolja, ki ga ustvarjamo? Ali je kaj kritično odvisno od razlike med vesoljem, v katerem obstaja naključnost, in tistim, ki je popolnoma deterministično? Teorija kaosa pokaže, da lahko obstaja deterministična naključnost. To pa pomeni, da je vesolje lahko popolnoma determinirano, ko poznaš pravila in začetno stanje. Ob vsakem časovnem koraku obstaja le eno možno naslednje stanje, a je kljub temu nemogoče predvidevati daleč vnaprej. Stanjem lahko slediš le od enega časovnega koraka do drugega.

Takšne vrste dinamično kaotični sistemi lahko opravijo skoraj vsak test naključnosti. No, opravijo vsak poznani test naključnosti. Na primer generatorji naključnih števil v računalnikih se poslužujejo natančno iste metode. So popolnoma deterministični. Po zelo dolgi sekvenci števil se bodo ta začela ponavljati, toda v enem samem ciklu delujejo popolnoma naključno. Torej če obstaja v vesolju nekaj, kar se odvija, je to dogajanje v neki meri odvisno od naključnosti v tem vesolju. Enako velja za vse sisteme, zgrajene z generiranjem naključnih števil.

Kaj pa Heisenbergovo načelo nedoločljivosti? Ko zasadiš seme življenja v računalnik, determiniraš končni rezultat eksperimenta - obliko življenja, ki se tako pojavi. Toda ali se vam ne zdi, da bi morali za to, da bi dobili resnično življenje in inteligenco v stroju, počakati, da se pojavi samo od sebe, brez začetnega semena?

Veliko ljudi misli, da se bo računalnik, če mu damo neizračunljiv problem, na določeni točki ustavil in se bo začelo iz njega kaditi. Toda ne, računalnik še naprej nekaj počne, kaže obnašanje.

Ni bližnjice, po kateri bi lahko izračunali končni rezultat, zato je končno stanje nemogoče do potankosti definirati vnaprej.

Pognati moramo torej program, da bi videli, kaj se bo zgodilo.

Da. Toda obstaja kvalitativna razlika med tem sistemom in univerzumom, kjer se resnična naključnost dogaja ves čas. Zame je še vedno odprto vprašanje, če resnična naključnost sploh obstaja v realnem svetu.

Druga omejitev bi lahko bila ta, da so računalniki ujeti v matematično logiko. Gödel je dokazal, da so nekateri logični problemi nerešljivi. Le človeška etika lahko pove, kaj je tu rešitev ali resnica.

To je res, če želimo določiti resničnost ali neresničnost kake izjave. Računalnik pa kljub problemu še naprej dela, čeprav ga mogoče nikoli ne bo rešil. Veliko ljudi misli, da se bo računalnik, če mu damo neizračunljiv problem, na določeni točki ustavil in se bo začelo iz njega kaditi. Toda ne, računalnik še naprej nekaj počne, kaže obnašanje. Problem mogoče ne bo nikoli rešen znotraj računalniškega univerzuma, a nerešljivi problemi obstajajo tudi znotraj našega univerzuma.

Pri raziskovanju umetnega življenja razlikujemo temeljno deterministične in temeljno nedeterministične univerzume. Ampak s temi problemi se trenutno ne ukvarjamo. Lahko ustvariš celoten univerzum in ga

Mislim, kaj pa je kultura drugega kot ekstragenetski mehanizem za prenos informacij med generacijami, če zadevo razumemo kar se le da preprosto.

enostavno pustiš, da se razvija milijone simuliranih let, in nato pogledaš, kaj je nastalo. Problem pri tem je, da če bi želel dobiti na koncu karkoli signifikantnega, bi potreboval računalnik enormnih zmogljivosti.

Drugače se zaradi končne velikosti začetnega univerzuma artificialne korelacije začnejo pojavljati po zelo dolgem časovnem obdobju.

Potrebuješ računalnik, z dovolj velikim pomnilnikom, da lahko shrani ves ta čas.

Govorili ste o času. Ali je mogoče simulirati čas znotraj računalnika? Nove fizikalne teorije pravijo, da je čas ireverzibilen pojav, računalniški procesi pa so povečini reverzibilni.

Ne, računalniški procesi niso nujno reverzibilni. Pravzaprav je večina procesov ireverzibilnih. Vzemimo na primer Turingov stroj - osnovni model v računalništvu.

Več poti lahko z različnih izhodišč vodi do iste točke. Iz različnih začetnih pogojev lahko prideš do te iste točke. Če proces želiš obrniti nazaj k začetku - katero pot si boš izbral? Moraš se nedeterministično odločiti za eno od alternativnih poti, kar tehnično pomeni, da sistem ni reverzibilen. Enako velja v igri *Life* - veliko različnih začetnih razporeditev konča s praznim zaslonom (vsa stanja so 0). Če torej začneš s praznim zaslonom, kakšna je tvoja naslednja poteza, če se želiš vrniti v začetno stanje? Če je matrika velika, obstaja ogromno število možnih stanj, od koder bi lahko izhajal; torej je to ireverzibilen sistem v tehničnem smislu.

Torej mislite, da je v računalniku možno simulirati čas?

Da, v smislu reverzibilnosti. Vprašanje je, ali je čas v našem univerzumu ireverzibilen. Ali se poti v času skladajo.

Nekatere novejšje teorije v fiziki pravijo, da je čas dejansko ireverzibilen.

Tako so računalniki izvrsten manevrski prostor za parazite, ki se sprehajajo po mrežah. Prepričan sem, da bo potreben imunski sistem v računalniških mrežah zaradi enakih razlogov, kot ga imamo mi.

Nekateri tipi bozonov, ki nastajajo pri določenih kemičnih reakcijah, se pojavljajo popolnoma naključno. Zatorej je nemogoče zavrteti časovni trak nazaj in priti v začetno točko.

Da, obstaja pa tudi fluktuacija v vakuumu, ki lahko sproži nastanek parov EPR (delec in antidelec), in anihilacija teh parov. Na primer v kaotičnih dinamičnih sistemih - v kaotičnih atraktorjih - se nobena od poti ne pokriva z drugo.

Toliko o tem, pa se vrniva k umetnemu življenju. Med drugim ste študirali tudi antropologijo. Predpostavimo, da imamo umetno življenje, ki se razvija, evoluira. Toda, kako lahko vemo, da ne bo zgrešilo točke X, kjer se je pojavila človeška kultura? In kaj če zgreši točko X? Ali je smiselno oblikovati nekaj, kar za nas ni dojemljivo kot inteligentno?

Če začnemo s preprostimi organizmi v preprostem okolju znotraj računalnika in jih pustimo, da se razvijajo dolgo časa, dvomim, da bodo nastala človeku podobna bitja. Lahko, da bo tu možno govoriti o inteligenci, in pričakujem, da bo obstajalo nekaj podobnega kot kultura. Mislim, kaj pa je kultura drugega kot ekstragenetski mehanizem za prenos informacij med generacijami, če zadevo razumemo kar se le da preprosto. Obstaja kulturna in genetska transmisija informacij. Kultura je vse, kar je preneseno med generacijami in ni preneseno z geni. Če torej umetno življenje ustvari izven-genetski mehanizem za prenos informacij skozi čas, mislim, da lahko rečemo, da kultura tu je prisotna. Seveda v nekem bazičnem, zelo prečiščenem pomenu besede.

In kaj, če postanejo ta umetna bitja nekakšni informacijski paraziti v naši družbi?

To je vsekakor možno. Mislim, obstajajo računal-

Računalniške mreže so že po naravi, ob vseh teh informacijskih replikatorjih, zelo ploden medij in informacijski paraziti se bodo s tem nedvomno okoristili.

niški virusi, v našem okolju torej že imamo informacijske parazite. Ti živijo v računalniškem okolju, a so le vrh ledene gore. Že danes je možno napisati strašne reči, zatorej mislim, da se lahko razvijejo do neke točke. Pričakujem da se bodo te reči, četudi jih ne bo ustvaril človek - z razvojem računalniških mrež in inteligentnostjo naših strojev - pojavljale čedalje bolj spontano. To je preveč ploden medij in zunaj je vse preveč replikatorjev. Vsi ti računalniki so popolnoma "srečni", da naredijo toliko kopij programa, kolikor jih od njih zahteva program. Vse prelahko se je zakrinkati v nekaj, kar naj bi upravičeno bilo v računalniku. Tako so računalniki izvrsten manevrski prostor za parazite, ki se sprehajajo po mrežah. Prepričan sem, da bo potreben imunski sistem v računalniških mrežah zaradi enakih razlogov, kot ga imamo mi. Človekov celični aparat je poln kopirnih naprav za DNA. Če to odkrijejo informacijski paraziti, bodo nedvomno iznašli način, kako se okoristiti tudi z našim ogromnim informacijskim potencialom.

Naš imunski sistem je sestavljen iz dveh delov. Prvi je osnovna, pregledna tabela, ki je statična in kjer se stvari v organizmu primerjajo s standardnim naborom, drugi, variabilni del pa se vseskozi trudi najti nove oblike, ki ne bi smele biti prisotne. Trenutno je v antivirusnih programih implementiran le prvi del, ki uporablja pregledno tabelo za iskanje znanih virusov. Ta tabela je le spisek manjših delov kode, ki so značilni za nekatere viruse. Če torej najdejo te delčke kode, so verjetno našli tudi virus. A kmalu bodo te tabele postale preobsežne in bo zato učinkovitejši obraten pristop. V računalnikih bo več odvečnih reči kot tistih, ki so potrebne. Torej bo naloga zaščitnih programov vzdrževati tabele s seznamom stvari, ki jih želimo imeti v računalniku, vse drugo pa bo zbrisano. Lahko bi rekli, da se je ta preskok nekoč zdavnaj

Danes poskusov povečini ne opravljajo v strogo izoliranih prostorih in uporabljajo blažje preventivne ukrepe, ker so ti enostavnejši in ker do tega, da bi ta bitja postala nevarna, ni prišlo.

Računalniške mreže so že po naravi, ob vseh teh informacijskih replikatorjih, zelo ploden medij in informacijski paraziti se bodo s tem nedvomno okoristili. Richard Dawkins zdaj piše knjigo o primerjavi med memi, računalniškimi virusi in sebičnimi geni. Potrebujes le dober komunikacijski medij in kopicu replikatorjev, ki se kopirajo kot na fotokopirnem stroju, pa boš takoj dobil informacijske parazite.

V enem od intervjujev ste izjavili, da se veliki računalniški sistemi lahko začnejo obnašati precej nenavadno, celo nezanesljivo.

Bilo je že več takšnih primerov na INTERNET-u in v ameriških telefonskih omrežjih. Sistemi so se začeli obnašati nelinearno in tega ljudje, ki so jih ustvarjali, niso predvideli. Takšne stvari se lahko dogajajo. Lahko napišes program za krmiljenje računalniške telefonske centrale in ga testiraš na računalniku. Program dela v redu, dokler ne razporediš 100 kopij tega istega programa na različna mesta in jih med seboj povežeš v komunikacijsko mrežo. Programi se kaj kmalu zapletejo v neko čudno dinamično stanje, ki ga nisi predvidel. To je napaka v programu, ki se pojavi le, kadar obstaja več kopij kakega programa. To je precej znan pojav.

Paralelni dinamični sistemi se lahko zamrznejo v dinamično ravnovesje ali pa se začnejo obnašati kaotično in jih ne moremo več kontrolirati. To velja za vse velike kompleksne sisteme. Če je sistem nelinearen, boš kaj kmalu imel opraviti z

Če pa bomo ustvarili entitete, ki bodo znale skrbeti same zase v realnem svetu, bi to lahko postal velik problem.

različnimi pojavi, ki jih nisi predvidel.

Med znanstveniki obstajajo močni zadržki proti ustvarjanju umetnega življenja, eden najbolj znanih pa je problem *sivega oblaka*. Umetne žive entitete, kot so nanostrojci - robotki, veliki nekaj sto nanometrov, so zmožne samorepliciranja in obdelovanja materije na atomski ravni. Če ta proces ne bi bil kontroliran, bi se ti majhni roboti lahko eksponentno množili v neskončnost, dokler ne bi vse materije v vesolju predelali v en velikanski oblak, sestavljen iz njihovih kopij.

Govorili ste o informacijskih parazitih, a to je le eden od problemov. Kaj mislite o ustvarjanju umetnega življenja v realnem svetu in problemu sivega oblaka, ki je povezan s tem?

To je vsekakor mogoče. Če bomo ustvarili umetno življenje v realnem svetu, ga bo to z nami tudi delilo. In če mu bomo dali še avtonomnost in zmožnost evoluiranja, bo verjetno razvilo načine, kako zadovoljiti lastne potrebe, in si našlo svoj prostor v tem svetu. Domnevam, da bo z nami tudi tekmovalo za boljše pogoje. Ta tema je bila že zdavnaj načeta na harvardskem simpoziju o genetskem inženiringu. Raziskovalci so odkrili, da ne vedo, če bodo lahko obvladali ali omejili obnašanje bitij, v katerih so spreminjali genetski material. Zato so se odločili, da bodo poskuse opravljali v izolaciji.

Danes poskusov povečini ne opravljajo v strogo izoliranih prostorih in uporabljajo blažje preventivne ukrepe, ker so ti enostavnejši in ker do tega, da bi ta bitja postala nevarna, ni prišlo. A vendar je pametna previdnost že od začetka.

Isto velja tudi za nas, raziskovalce umetnega življenja. Nedavno je nekdo prišel k meni z zelo dobro idejo. Želel je napisati programe, ki bi evoluirali in

Naš zagon je v mnogočem enak Frankensteinovemu. Ko smo odkrili možnosti, ki jih odpira umetno življenje, nam ni ostalo nič drugega, kot da se ženemo proti temu cilju. Naprej nas žene prava obsedenost s tem.

med seboj tekmovali, kot v procesorskih vojnah (CORE WARS), v PC sistemih. Odgovoril sem mu: “Ne ne, prepričan moraš biti, da programi, ki se učijo tekmovali in uničevati druge programe, ne bodo napisani za tako razširjen operacijski sistem. Zgraditi boš moral zaščitno obzidje v računalniku, virtualni računalnik.” In to je tudi naredil. Programi so potemtakem lahko zelo dobri pri izganjanju konkurence iz spomina, a to je le virtualni spomin, virtualni programi, ki delujejo le v tem virtualnem računalniku. Če pa bomo ustvarili entitete, ki bodo znale skrbeti same zase v realnem svetu, bi to lahko postal velik problem.

To me spominja na Frankensteina.

Frankenstein je izvrstna knjiga. Je izvrstno raziskovanje teme - znanstvenika, ki ne prevzame odgovornosti za posledice, ki jih je sprožil s svojim raziskovanjem. Po mojem mnenju je resnični monstrem v knjigi dr. Frankenstein, in ne njegov stvar. Lahko je reči kot Frankenstein, da so cilji znanosti čisti, torej je potrebno pridobivati znanje zaradi znanja samega, brez moralnih ali etičnih pomislekov. Vse je dovoljeno, ker vedno na koncu dosežeš neko znanje kot cilj. A to ni res. Znanstvena raziskovanja imajo vedno neke posledice, ko dosežeš njihov cilj. Frankenstein ni želel sprejeti posledic svojih dejanj. O tem ni razmišljal prej, temveč šele potem, ko je bilo vsega že konec.

Naš zagon je v mnogočem enak Frankensteinovemu. Ko smo odkrili možnosti, ki jih odpira umetno življenje, nam ni ostalo nič drugega, kot da se ženemo proti temu cilju. Naprej nas žene prava obsedenost s tem. A kljub temu skušamo predvideti posledice, ki jih bo imelo naše delo, ko bomo ustvarili umetno življenje. Ko bomo dosegli cilj, nam ne bo treba zanikati odgovornosti za naša dejanja.

Biosfero 2 vodi zelo bizarna skupina ljudi, ki po reputaciji niso preveč znanstveni in so pri svojem raziskovanju neprevidni. Znanstvena skupnost jih je povečini že odpisala.

Umetno življenje bo ustvarjeno tako, da bo sprejemljivo za naše okolje in sposobno živeti z nami. To je v bistvu izjava brez teže, ker v resnici ne vemo, kako predvideti vse možne posledice. Kljub vsemu obstaja določena nevarnost. Tehnologija ustvarjanja življenja je zelo zmogljiva, a v načelu tudi odprta za zlorabo, pa čeprav ne namerno, saj lahko uide nadzoru. S takšnimi tehnologijami smo imeli opravka že prej, a ne bom rekel, da pri tovrstnih raziskavah ne obstaja element nevarnosti.

V predavanju, ki je bilo del programa Ars Electronica, ste omenili BIOSFERO 2. Ali mi lahko poveste kaj več o tem?

Biosfera 1 je naša biosfera, planet Zemlja. Biosfera 2 pa je projekt izgradnje samovzdrževaločega se, popolnoma zaključenega ekosistema, v katerem živijo ljudje. Biosfera 2 je velika topla greda v arizonski puščavi, v katero so se naselili ljudje in tam živijo že dve leti¹. To je masiven, nekakšen korporativen projekt, poskus izgradnje popolnoma zaključene ekosistema, ki bo skupino ljudi neomejen čas preskrboval z življenjsko potrebnimi stvarmi. Ustanovitelji poskušajo razviti tehnologijo in s tem pridobiti patente za vzdrževanje tovrstnih ekosistemov za tržišče, ki bo nastalo, ko se bo človek odpravil v vesolje in začel graditi mesta pod morsko gladino. Biosfero 2 vodi zelo bizarna skupina ljudi, ki po reputaciji niso preveč znanstveni in so pri svojem raziskovanju neprevidni. Znanstvena skupnost jih je povečini že odpisala. Znanstveniki ne vedo, ali bo moč verjeti rezultatom, do katerih bodo raziskovalci v Biosferi 2 prišli, ker ti raziskovalci pri zbiranju podatkov in interpretiranju rezultatov ne sledijo nobeni znanstveno preverljivi metodi. V ta projekt je vloženi ogromno sredstev. Torej, karkoli že ljudje, ki tam živijo, delajo, morajo le pozitivno govoriti o svojem projektu, da bi upravičili vložena sredstva. Vse, kar objavijo, je torej treba brati z določeno distanco.

Po drugi strani pa je to prvi poskus takšnih razsežnosti. Nekdo je moral biti prvi. Dobra stvar pri tem je, da so se tega projekta

sploh lotili, saj se podviga takšnih razsežnosti ne bi lotila niti NASA (ameriška agencija za raziskave vesolja). Le kopica zanesenjakov je lahko ta projekt sploh začela. Vseeno sem zelo zadovoljen, da je do njegove uresničitve prišlo. Prej ali slej bo iz njega prišlo kaj koristnega.

Kot objekt je Biosfera 2 impresivna struktura, prava kristalna palača, 2 do 3-krat večja od Brucknerjevega doma². V njej sem bil pred nekaj leti, še preden so jo zatesnili. Občutek sem imel, da sem znotraj živega bitja.

Ti ljudje so torej zatesnjeni v Biosferi 2, in vse kar dobivajo od zunaj, je nekaj energije.

Načelo delovanja je pretok informacij in energije med Biosfero 2 in zunanjim svetom. Ni pa materialnega pretoka. Toda to načelo so morali nekajkrat prekršiti. Ko so Biosfero 2 prvič odtesnili, niso vedeli, kaj se bo zgodilo. V njeni atmosferi so se začele dogajati spremembe, ker do tedaj ni bila v stiku z našo. Atmosfera je odvisna od rastlin ter kisikovega ter CO₂ cikla, kar vpliva na ravnotežje med kisikom, dušikom in ogljikovim dioksidom. V Biosferi 2 niso potekali ustrezni procesi, zato se je koncentracija kisika zmanjšala in povečala koncentracija ogljikovega dioksida. Da so ljudje lahko preživeli, so morali vključiti čistilec zraka in dodatni kisik. Toda to je le ena od stvari, ki jih bodo morali še rešiti. Vsekakor je treba nenehno poskušati, saj prvi poskus ni nikoli uspešen. Prej ali slej se bodo naučili veliko več in uspeli v Biosferi 2 ustvariti zdravo atmosfero. Vredno se je potruditi.

Najlepša hvala za intervju!

OPOMBE

¹ V vmesnem času so Biosfero 2 že odprli. (Op. ur.)

² Mestni kulturni center Brucknerhaus v Linzu, osrednje prizorišče dogajanja Ars Electronica, ima približno enake prostornino kot ljubljanska Hala Tivoli. (Op. ur.)