

Význam výpočtovej techniky vo všetkých vedných disciplínach neustále narastá

Nárast zložitosti niektorých problémov a naša snaha nájsť ich uspokojivé riešenia stále narastá. Človek ako dostatočne múdry tvor (vo svojich svetlých chvíľkach) sa teda poučil ako už vlastne mnohokrát z veľkého vzoru prírody. Výsledkom sú interdisciplinárne tímy riešiace problémy s využitím rôznosti svojich poznatkov. Niekde sem sa radí aj pomerne mladá vedná disciplína s názvom umelý život.

Cieľom umelého života

Je prehľbiť naše znalosti o prírode a zdokonaľiť naše predstavy o umelých modeloch a pokúsiť sa o ich optimalizáciu. Entity umelého života nie sú v žiadnom prípade v protiklade k životu skutočnému ani nepopierajú jeho skutočný fenomén. Slúžia nám naopak na hlbšie poznanie života samotného, jeho hybných mechanizmov. Núti nás rozmýšľať o iných formách života otvára v nás priestor pre akceptovanie iného života aký doteraz poznáme. Ďalšou výhodou je, že nám virtuálny simulačný priestor v útrobách číslicového počítača umožňuje vykonávať experimenty, ktoré by v reálnych podmienkach trvali niekoľko ľudských generácií, prípadne by v pozemských podmienkach neboli ani možné.

Vytvoriť dobrú simuláciu

Však vyžaduje od vedca nielen jeho pôvodnú špecializáciu, ale aj osvojenie si znalostí počítačového inžinierstva. Ďalším problémom často býva neprehľadnosť kódu, v ktorom sa vyskytuje mnoho implicitných predpokladov priamo nesúvisiacich s aktuálnym modelom a kde sa kvôli konkrétnym programovým riešeniam stráca celková idea experimentu, čo sťažuje vyhodnocovanie a reprodukovateľnosť výsledkov.

Definícia života

Ľudstvo bolo oddávna fascinované fenoménom života. Život natoľko svojou komplexnosťou a rozmanitosťou prevyšuje všetko, čo človek stvoril, že jeho vznik bol dávaný do súvislosti s rôznymi nadprirodzenými javmi. Napriek veľkému úsiliu vedcov a filozofov, po tisícročia pátrajúcich po podstate života, doteraz neexistuje všeobecne akceptovateľná definícia tohto pojmu, aj keď existuje mnoho vlastností, ktoré zdieľajú takmer všetky živé organizmy.

Existuje viac definícií života, ktoré sú závislé na doménovej oblasti z ktorej vzišli. Sú to napríklad fyziologická, metabolická, biochemická, genetická alebo termodynamická definícia života (Emeche, 1994).

Súčasná biológia akceptovala to, že ani jedna definícia života nebude platiť bez výnimiek. Ale všetky skombinované dokopy budú stačiť na väčšinu pozemských foriem, ktoré poznáme.

Nižšie uvedené charakteristiky sa snažia špecifikovať reálny život

Život je forma v čase/priestore. Inak povedané je odlišnou formou organizácie.

Život miluje sebareprodukciu.

Život je spojený s uchovávaním informácií o sebareprezentácii.

Život prekvitá za pomoci metabolizmu.

Život vstupuje do funkčných interakcií s prostredím. Schopnosť selektívne reagovať na vonkajšie podnety.

Časti živého organizmu majú kritickú vnútornú závislosť na sebe.

Život predvádza dynamickú stabilitu keď čelí perturbáciám.

Život, nie ako individuum, ale ako vývojová línia má schopnosť sa vyvíjať.

Umelý život

Je všeobecná metóda, podstatou ktorej je generovať z jednoduchých mikroskopických prvkov také chovanie na úrovni makroskopickej, ktoré je možné interpretovať ako prejav života.

História

Umelý život (ďalej len Alife z Artificial Life ALife) je novou rýchlo sa rozvíjajúcou vednou disciplínou, jej história nemá ešte ani dvadsať rokov. Jej počiatok sa datuje septembrom roku 1987, keď sa v Los Alamos konala prvá konferencia zaoberajúca sa problematikou ALife. Zúčastnilo sa jej okolo 150 vedcov zo širokej palety disciplín, od antropológie po zoológiu, zaujímavých sa simuláciou a syntézou biologických systémov.

Prvoradým cieľom tejto konferencie

Bolo zistiť aké metodické prístupy používali vedci pri pokusoch simulovať a syntetizovať život, evolúciu, ekologickú dynamiku apod. Ďalším cieľom bolo zistiť, aké typy základných biologických otázok sú najvhodnejšie adresované takýmito technikami.

O tom, že táto snaha mala zmysel svedčí aj každoročný nárast počtu konferencií venovaných problematike ALife uskutočňovaných po celom svete, reflektujúci vzrast záujmu odbornej verejnosti.

Čo je to ALIFE

Názov Alife zastrešuje spoločné úsilie odborníkov z rozličných vedných oblastí o pochopenie života, charakterizované ako snaha o znovuvytvorenie biologických fenoménov v počítačoch prípadne v iných umelých médiách. Toto snaženie zahŕňa široké spektrum prístupov skúmajúcich život na všetkých hierarchických úrovniach organizovanosti od molekulárnej štruktúry bielkovín až po komplexné interakcie v ľudských spoločnostiach, na časovej škále od milisekundových elektrochemických procesov v neurónových sieťach až po evolučné procesy trvajúce milióny rokov. Alife sleduje dva ciele: prehĺbiť naše znalosti o prírode a zdokonaľiť naše predstavy o umelých modeloch a umožniť tak zlepšenie ich výkonnosti.

Alife dopĺňa tradičnú biológiu

Zaoberajúca sa analýzou živých organizmov syntetickým prístupom, kde sa modely a simulácie buniek, organizmov či ekosystémov stávajú užitočnými nástrojmi poznávania prírody. Základným predpokladom takéhoto prístupu je idea, že život je vlastnosťou organizácie hmoty, a nie hmoty takto organizovanej. Najvýraznejšou črtou odlišujúcou živé organizmy od neživých systémov je to, že ich správanie je jasne založené na komplexnej dynamike informácií. V živých systémoch prevažuje spracovanie informácií nad dynamikou energie, ktorá dominuje správaniu väčšiny neživých systémov.

Simulácie v ALife

Si osvojili prístup modelovania zdola nahor, kde je naprogramované iba správanie entít nižšej úrovne (t.j. molekúl, buniek, jedincov) a globálne vzory (napr. evolučné vzory na úrovni populácie a komunity) vznikajú ako emergentný dôsledok interakcií medzi entitami nižšej úrovne. Význam týchto simulácií spočíva nielen v testovaní konkrétnych ekologických a evolučných hypotéz týkajúcich sa skutočných organizmov, ale aj v overovaní platnosti všeobecných teórií, procesov a konceptov ako napríklad prírodný výber, teórie komplexity, hierarchických vzťahov a sebaorganizácie.

Umelý život sa zaoberá

Štúdiom skutočného života, aplikovaním globálnych pravidiel, ktoré existujú v biologických formách života a znovuvytváraním tohto vývoja v iných médiách (napr. číslicových počítačoch). Tieto novovytvorené formy sú prístupné novým formám manipulácií a experimentov. Nosnou časťou výskumu v oblasti ALife je spojenie biologického výskumu a výskumu v oblasti výpočtovej techniky. Zatiaľ okrajovo sa využívajú poznatky z oblasti fyziky, sociológie, psychológie a filozofie. Nosným pilierom výskumu a praktických aplikácií ALife sú simulátory. Pri vytváraní nových, alebo používaní existujúcich simulátorov sa vynára množstvo otázok zameraných hlavne na vzťah medzi ALife a výpočtovou technikou. ALife je alternatívnou formou života – "život vytvorený človekom namiesto prírody".

Biologický výskum

Je zameraný hlavne analyticky, dochádza k rozdrobeniu celkov na jednotlivé komponenty. ALife je syntetický, pokúša sa sformovať celok z jeho jednotlivých častí – vytvára systémy, ktoré sa podobajú živým organizmom. Vzhľadom na to, že nám ALife ponúka nové možnosti štúdia života ako biologického fenoménu, rozširuje oblasť štúdia biologického života o príklady foriem života, ktoré mohli kedysi existovať alebo budú existovať.

Skutočný život

Je však veľmi zložitý a je prakticky nemožné vybrať z neho základné princípy tak, aby pokryli každý jedinečný živý organizmus a aplikovať ich do umelých foriem. Vo väčšine prípadov sa živý systém po dekompozícii na jednoduchšie podsystemy rozpadáva a hynie. Tým stráca práve tú vlastnosť, ktorú sme chceli preskúmať. ALife nám umožňuje skúmať niektoré prvky života a vytvárať nové formy života. Preto je ALife charakterizovaný dvoma hlavnými úlohami.

Prvou úlohou je pochopenie života samotného

Pre biológa je možné pozorovať život v jeho prirodzenom prostredí. Biológ je však obmedzený len na pozorovanie. Fyzik môže vytvoriť teóriu, vysvetliť ju a potom ju odskúšať v praxi pri pokusoch. Môže meniť podmienky, prostredie a skúmať či teória platí. Biológ má takýchto možností málo. Má málo možností pri experimentoch so životom a pozorovať môže len existujúci život. Nemá možnosti ako pozorovať život, ktorý existoval pred desať miliónmi rokov ani ten, ktorý bude možno existovať o desať miliónov rokov. Existujúce fosílie sú slabou náhradou za živé organizmy.

Vytváranie nových svetov

A nových foriem života nie je také nemožné ako sa na prvý pohľad môže zdať. Počítačová simulácia iných svetov umožňuje ich ľahké vytváranie a manipuláciu s nimi. Je to určite jednoduchší spôsob ako by bolo vytvorenie nových planét. Život v tejto podobe môže byť založený aj na iných princípoch ako sú nám známe (voda, uhlík).

Druhá úloha ALife

Je viac praktická. Existujú pokusy využiť nové formy života vytvorené ALife v konkrétnych technických aplikáciách. ALife je aplikovaný v troch základných médiách: wetware živé formy na báze uhlíka, hardware a software. Praktické využitie wetware je zrejmé. Prostredníctvom genetického inžinierstva je možné aplikovať poznatky ALife do skutočných foriem života. Medzi hardwarové aplikácie ALife patrí napríklad štúdia realizovaná pre NASA o možnostiach zostrojenia samoopravnej a relatívne nezávislej vesmírnej sondy. Softwarové využitie poznatkov ALife je veľmi rozmanité počnúc optimalizáciou existujúceho programového vybavenia až po vytvorenie umelého mozgu.

V tomto bode je vhodné ujasniť si rozdiel medzi umelou inteligenciou a ALife

Umelá inteligencia (racionálny model) je založená na logike, lingvistike, racionalite a čiastočne na vzoroch nájdených v prírode. ALife (biologický model) využíva rozdielne spôsoby na získanie inteligencie. Tento model využíva hlavne prírodné fenomény ako zdroj inšpirácie. Ďalším rozdielom medzi umelou inteligenciou a ALife je v predmete skúmania. Umelá inteligencia sa tradične zaoberá komplexnou ľudskou činnosťou napr. hraním šachu, pochopením textu, diagnostikou chorôb atď. ALife sa zaoberá základnými prvkami prirodzeného správania s dôrazom na prežitie v prostredí.

Základné algoritmy ALife

Základným kameňom väčšiny simulácií ALife sú algoritmy, umožňujúce umelým kreatúram vyvíjať sa a prispôbiť sa prostrediu v ktorom žijú. Tieto základné algoritmy sa delia do troch skupín:

- 1) učiace algoritmy predstavované neurónovými sieťami,
- 2) evolučné algoritmy predstavované genetickými algoritmami,
- 3) bunkové automaty.

Neurónové siete

Pri simuláciách hlavne v procesoch učenia sú neurónové siete využívané ako náhrada mozgu. Neurónové siete predstavujú vo svojej podstate algoritmy učenia. Využíva sa hlavne ich schopnosť klasifikácie vstupných údajov.

Evolučné algoritmy

Sú ďalšou skupinou algoritmov inšpirovaných biologickými vzormi. Zatiaľ čo sú neurónové siete založené na učení v jednom individuálnom organizme, evolučné algoritmy vychádzajú z evolučných zmien v populácii viacerých jedincov.

Bunkové automaty

Bunkový automat je diskretný dynamický systém. Priestor, čas a stav systému sú diskretné. Každý bod v priestorovej mriežke nazývaný bunka môže nadobúdať ktorýkoľvek stav z konečného množstva ľubovoľných stavov. Stav bunky v danom čase závisí iba od jej predchádzajúceho stavu a od predchádzajúceho stavu jej najbližších susedov. Stavov všetkých buniek v priestore sú obnovované synchronne. Preto sa stav celého priestoru mení v diskretných krokoch.

Bunkové automaty nie sú priamo učiace sa alebo evolučné algoritmy, ale slúžia skôr na modelovanie štruktúry pre množstvo simulácií v ALife.

Emergencia

Emergencia je proces pri ktorom dochádza k zmene správania na danej úrovni interakciami na nižších úrovniach. Princíp emergencie sa prejavuje ak vlastnosti celku nie sú súčtom vlastností jeho častí. Systémy ALife pozostávajú z veľkého množstva jednoduchých, základných častí, ktorých vlastnosti sa prejavujú na vyšších úrovniach.

V umelej inteligencii sú modely konštruované zhora – nadol (zložitý model správania je rozložený rekurzívne na jednoduchšie algoritmy), inferencia je sekvenčná a neexistuje tu možnosť vzniku nových druhov správania. ALife pristupuje k riešeniu úloh opačným smerom ako umelá inteligencia. Modely v oblasti ALife sú budované zdola – nahor (pravidlá sú aplikované rekurzívne na jednotlivé lokálne štruktúry), so snahou zachovať paralelizmus. Nevyhnutnou zložkou tohto procesu je emergencia, ktorej vplyvom dochádza k vytváraniu nových modelov správania.

Slabé náznaky emergencie môžeme sledovať napríklad už pri neurónových sieťach. Správanie celej siete nezodpovedá správaniu konkrétnych neurónov a synapsií. Pri prepojení neurónov synapsiami do celku sa vytvárajú nové vlastnosti, ktoré však neexistujú pri jednotlivých neurónoch.

Evolúcia a jej význam

Evolúcia ako jeden z hlavných prvkov vývoja života, má nezastupiteľnú úlohu aj v ALife. Evolúcia prebieha bez ľudského zásahu. Po zadaní úlohy a vygenerovaní náhodnej počiatkovej populácie (populácia nie je úplne náhodná, čiastočne závisí od požadovanej úlohy) prebieha evolúcia až pokiaľ nenájde uspokojujúce riešenie.

Evolúcia je výhodná nielen pri riešení zložitých problémov ale poskytuje aj lepšiu adaptabilitu. Súčasný programy sú známe svojou "krehkosťou" – pri nepredvídanej chybe dochádza väčšinou k nekorektnému ukončeniu programu. Evolúcia avšak poskytuje možnosť prispôsobenia sa dynamickému prostrediu – ak dôjde k nepredvídanej udalosti, systém je schopný ďalšieho vývoja a pokúša sa adaptovať na nové podmienky, tak ako v prírode.

Evolúcia je jedným z hlavných smerov výskumu v oblasti ALife. Jedným z hlavných problémov súčasnosti je pôvod života: ako vznikol prvý organizmus schopný rozmnožovania, aká udalosť bola predchodcom evolúcie, ktorá viedla k vzniku ohromujúceho množstva rôznych druhov existujúcich v súčasnosti na našej planéte.

Záver

Aj keď je Alife ešte v plienkach, aj tak ma nadchýna tá zložitosť organizmov, akú už vieme len po pár desaťročiach nasimulovať. Lepšie a výkonnejšie počítače by mohli v budúcnosti dokázať simulovať celý ekosystém na Zemi a vyhnúť sa tak rôznym pohromám.

Použitá literatúra:

<http://amber.zine.cz/AZOld/Dimenze/bojoziv.htm>

<http://cyberdome.web2001.cz/docs/al.htm>

<http://kapco.host.sk>

<http://neuron.tuke.sk>

<http://neuron.tuke.sk/~turcan/biokyb/norn.html>