

Hľadanie kvalitatívneho rozdielu

Andrej Lúčny

MicroStep-MIS, Ilkovičova 3, 841 04 Bratislava a
Ústav informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského,
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

Abstrakt. Tento článok sa zaoberá otázkou, či je z hľadiska dosiahnutia určitých kognitívnych schopností nevyhnutný nejaký zlomový kvalitatívny rozdiel, alebo sa tieto dosiahajú dostatočnou kvantitou určitých parametrov. Kognitívne schopnosti ktorými sa budeme zaoberať, sa pritom nebudú dotýkať (analýze ťažko podrobiteľných) vlastností súvisiacich s naším vedomím, ale budú na hranici schopností našich súčasných umelých systémov. Kognitívne procesy budeme modelovať pomocou multiagentového systému založenom na čisto reaktívnych agentoch, čo nám umožní zobrazit' ich štruktúru a dáva nám návod na ich zostrojenie. Modelovanie bude prebiehať na konkrétnom prípade inšpirovanom populárnym etymologickým experimentom. V závere sa pojednáva o nadväzných filozofických aspektoch tvorby umelých systémov s kognitívnymi schopnosťami.

1. Úvod

Na seminári CogSci `2000 E. Gál vo svojom príspevku spomínal známy experiment s kutavkou, ktorý uvádza aj R. Dawkins v [5]. Kutavka je samotárska osa známa najmä pre hrôzostrašný spôsob akým zabezpečuje pre svoje larvy dostatok čerstvej potravy: žihadlom pichne svoju korisť (napr. samičku sedlovky) tak, že je ochrne a odtiahne ju do podzemnej komôrky, kde na ňu nakladie vajíčko. Z toho sa vyliadne kutavčia larva, ktorá potom paralyzovanú obeť za živa zje, pričom jej to trvá niekoľko mesiacov. Kutavka najprv vyhrabe komôrku, potom uloví obeť, položí si ju pred komôrku, vlezie do komôrky skontrolovať ju, potom do nej vtiahne obeť, napľuje na ňu vajíčko, vylezie z komôrky a zacelí jej vchod. Pokiaľ by ste kutavke vo fáze keď vlezie na kontrolu do komôrky sedlovku odtiahli, ale nie príliš ďaleko, aby ju kutavka našla, opäť by ju priniesla ku komôrke. Ale opäť by ju položila pred vchod, a šla vykonať kontrolu (ktorú už práve pred chvíľou vykonala), čiže vlezla by do komôrky. Takto má experimentátor možnosť opakovať odtiahnutie sedlovky od vchodu a udržiavať kutavku v bezvýhodiskovom cykle. Kutavka ľubovoľný počet krát zakaždým sedlovku pritiahne ku vchodu komôrky, ale nepoučí sa a nevtiahne ju hneď dnu, naopak ide vykonávať kontrolu, ktorú už vykonala mnoho krát a s pričinením experimentátora opäť o sedlovku príde. Toto správanie v našich očiach jasne zviditeľňuje jej ťažký nedostatok kognitívnych schopností či inteligencie.

E. Gál doplnil tento experiment o veľmi provokujúcu otázku: čo chýba kutavke v porovnaní so živočíchmi, ktoré by sa nedali takto nekonečne vodiť za nos? A čo by jej bolo treba pridať aby to dokázala? Tu sa ponúkajú hneď dva druhy odpovedí. Na jednej strane jej môže chýbať nejaký mechanizmus, ktorý sa svojou povahou zásadne líši od iných mechanizmov, ktorými je vybavená, čiže by šlo o nejaký nový prvok, teda o kvalitatívny rozdiel. Na druhej strane je možné, že kutavka nepotrebuje pridať žiadny nový princíp, len dosiahnuť potrebnú masovosť uplatnenia princípov, ktoré sú už v nej použité, napríklad nemá dostatočne veľkú pamäť, čomu v jej prípade môže evolučne brániť mimo iné nízka hmotnosť potrebná pre let.

Zodpovedať túto otázku, je dôležité nielen z hľadiska vysvetlenia rozdielov v správaní jednotlivých živočíšnych druhov. Praktický úžitok z tejto otázky spočíva v inom. Nie nadarmo totiž nazývame správanie podobné kutavkynmu strojovým. Je predsa také typické pre naše súčasné stroje! I s jednou staršou verziou editora, v ktorom vzniká tento článok sa dá hrať presne tak, ako s kutavkou. Stačí tento článok uložiť na file server, odpojiť sieť, dopísať jednu vetu a zavrieť editovaný súbor. Editor vás upozorní, že súbor bol zmenený a opýta sa či ho nechcete uložiť. Odpovedzte, že áno. Po chvíli snaženia vám oznámi, že sa nedá uložiť. Keď to potvrdíte a znovu zvolíte odchod z editora, upozorní vás, že editovaný súbor bol zmenený a opýta sa, či ho nechcete uložiť. Odpovedzte kladne, a dostanete ho do podobného cyklu ako kutavku. Zdá sa, že kutavka a tento editor majú rovnaký nedostatok.

1. Odpovede

Na otázku E. Gála možno nájsť u rôznych autorov rôzne odpovede, niekoľko ďalších dokáže každý vymyslieť na počkanie. Spravidla tieto odpovede zodpovedajú výrazným kvalitatívnym rozdielom.

Prvá možnosť je, že kutavka nemá pamäť. Je to dosť zlá odpoveď, ale začíname s ňou, pretože zvýrazňovaný rozdiel tu je kognitívne najjednoduchší. Nikdy som neskúmal kutavky, ale pochybujem, že kutavka, ktorú strčíme po oplodnení do nami vyhrabanej komôrky vtiahne do vnútra nami ulovenú sedlovku a pokračuje s kladením vajíčka, ako keby bola sama iniciovala celý proces. Niečo také by musela robiť, keby jej úplne chýbala pamäť.

Druhá oveľa lepšia možnosť, ktorá napadne snád' každého prvá, je, že kutavka sa nedokáže učiť. Je pravda, že učenie je nevyhnutná podmienka pre vznik toho čo nám na správaní kutavky chýba. Ale naozaj sa kutavka nedokáže nič naučiť? Ťažko si je predstaviť, že by kutavka mohla zvládnuť navigáciu pri lete, a že by sa vôbec dokázala vrátiť do svojho hniezda (kutavky žijú samotársky, ale majú svoje hniezdo). Blízke príbuzné kutaviek sa používajú v poľnohospodárstve ako prenosné opeľovače. A vedľa nielen presne ktoré z tisícok hniezd na prevážanej vlečke je to ich, ale dokážu sa adaptovať vždy na nové miesto, kam vlečku umiestnia.

Ďalšou možnosťou je, že aj keď si kutavka dobre zapamätá, že jej stále niekto sedlovku odnáša a bola by sa schopná naučiť robiť zakladanie potomstva ináč, zlyhá dôležitý článok medzi tým. Možno, že keby jej sedlovka raz omylom do komôrky rovno spadla, naučila by sa, že druhý raz ju môže rovno vtiahnuť dnu. Ibaže ju nikdy nenapadne iná možnosť. Teda napriek potrebe robiť veci ináč, nápad ako to ináč robiť, nikdy nepríde. Od tejto úvahy je už len krok k názoru, s ktorým sa môžeme stretnúť v [3]. A síce, že kutavke chýba mechanizmus, ktorý by realizoval darwinovský vývoj myšlienok. Že potrebuje nejaký modul, kde by koexistovalo viacero spôsobov ako zakladať potomstvo, tieto by sa kombinovali a náhodne mutovali, súperili by o aplikovanie v reáli a boli by penalizované, ak by neuspeli. V kutavke by bol takto okrem štandardného postupu stelesnený i postup, ktorý by po prvom opakovaní vynechal prebytočnú kontrolu komôrky. Ten by sa ujal slova potom, čo by bol štandardný postup penalizovaný za zlyhanie. Možno nie hneď, lebo by nepredstavoval jedinou alternatívu. Tento nový postup by mohol byť vrozený, rovnako dobre by však mohol vzniknúť z pôvodného postupu zdvojením a vymazaním jedného povelu.

Samozrejme my môžeme nahradiť absenciu takéhoto mechanizmu v kutavke tým, že budeme šľachtiť populáciu kutaviek. Vezmeme si niekoľko kutaviek a budeme ich po celý život týrať pri zakladaní potomstva posúvaním sedlovky. Pritom ich

samozrejme netýrame natoľko, aby nám celá populácia vyhynula. Ak budeme mať šťastie, vo vybranej populácii už je kus, ktorému naše týranie nevaďí. Ten sa rozmnoží oveľa viac než ostatní a o nejaký čas bude celá populácia používať jeho stratégiu. Pokiaľ šťastie nemáme, je potrebné čakať na mutáciu. Netreba dodávať, že na to treba enormnú trpezlivosť a že v záľube experimentovať s kutavkami treba zaškoliť i vnúčence.

Porovnajme to teraz s mojím editorom. Nuž v ňom žiadna darwinovská evolúcia neprebíha. To je v poriadku, lebo ani nemá tie vlastnosti, ktoré by mala podmieňovať. Na druhej strane, môžem sa pozrieť po nejakej inej verzii tohto programu. Verzia v ktorej teraz píšem má už tento prípad ošetrený. Ak by to tak nebolo, musel by som si počkať, kým ju vyvinú. Aby sa moja verzia vylepšila sama, musela by mať v sebe zabudovaného aj svojho programátora, v hlave ktorého súperia v procese darwinovskej evolúcie rôzne myšlienky ako vylepšenie naprogramovať.

2. Kritika

Vyzerá to celkom dobre. A hlavne je to to, čo väčšina kognitívnych vedcov chce počuť. A práve preto by sme mali opatrní. Už len fakt, že sa v darwinovskej evolúcii vidí všeobecný mechanizmus, ktorým sa „vysvetľujú“ všakovaké veci (nevynímajúc vedomie), nabáda nás k ostražitosti. Na prvý pohľad sa vyššie uvedená analógia kutavky a editora zdá byť dobrá a myšlienka dôležitosti modulu realizujúceho darwinovskú evolúciu tiež.

Podozrivé je však na celej veci to, že takýto modul nie je možné jednoducho pridať k už existujúcemu systému. V prípade kutavky do toho veľmi nevidíme, ale editor by sme rozhodne mohli celý zahodiť a urobiť po novom, aby sme dosiahli, že by ňom niekde koexistovali viaceré postupy pre ošetrovanie zlyhania zápisu cez sieť. Potrebovali by sme si zaviesť jazyk v ktorom budeme takéto postupy vyjadrovať (analógiu DNA), zaviesť intepreter tohto jazyka (niečo ako ribozómy alebo chemické zákony, ktorými sa riadia bielkoviny) a penalizačný mechanizmus, ktorý by vo vykonaní uprednostnil tie zápisy postupov, ktoré by boli úspešnejšie. Ak by sa nám to aj podarilo, rozdiel medzi starou a novou verzou by bol taký dramatický, že určite nezodpovedá rozdielu medzi kutavkou a živočíchmi s ktorými nemožno tak cvičiť ako s ňou. My sami máme v genetickom kóde väčšinu genetickej výbavy hmyzu (ešte k tomu 4 krát rozkopírovanú). Toto by nás malo viesť minimálne k podozreniu, že kutavku nemožno porovnávať k editoru. Pri takomto pohľade by bol možno nejaký zásadný kvalitatívny rozdiel medzi kutavkou a editorom, ale vytýčený kvalitatívny rozdiel medzi kutavkou a vyššími živočíchmi by sa stratil.

Navyše nápad robiť veci po novom by sa nemusel zrodiť práve v procese darwinovskej evolúcie. Rovnako dobre by sme sa mohli pokúšať o hľadanie chýbajúcej klauzuly pre zrezolovanie nepravdy, o použitie samoorganizujúcej sa neurónovej siete, o generátor kódu z projektu piatej generácie a podobne. Dokonca by sme isté typy nápadov mohli dostať jedným a druhým spôsobom.

Prečo vlastne hľadáme niečo, vďaka čomu by sme mohli povedať, že kutavka je natvrdo nadrátovaná a vyššie živočíchny nie sú? Ved' aj ony by mohli byť nadrátované akurát veľkolepejším, šikovnejším a predimenzovaným spôsobom. Nenapadne i nás len to, k čomu sme už predpripravení? Z evolúcie biologických druhov vieme, že často nie je možnosť ani čas na hľadanie nápadu, že správne varianty vznikajú z iných pohnutí, než z ktorých sú nakoniec použité. Že tu ide skôr o vyradenie zlých variantov, než vymýšľanie dobrých. Tento jav je známy ako *brikoláž*. Z tohto pohľadu by kutavka

v sebe mohla obsahovať mechanizmus, ktorý zdetekuje, že niečo nie je so zakladaním potomstva v poriadku, ale proste nemá v zásobe iný variant správania, ktorým by si pomohla. Podobne môj editor nemá inú procedúru na uloženie súboru, ani na ukončenie činnosti. Pritom detekčný mechanizmus podobný profileru by dokázal ľahko zdetekovať, že niečo nie je v poriadku s týmito dvomi procedúrami, lebo sa opakovane po sebe volajú bez zmeny spravovaných dát. Mohol by potom presmerovať smerníky uvedených procedúr na jednoduchšie kódy, ktoré má v zálohe, napr. ukončenie činnosti by zmenil na neinteraktívnu verziu, ktorá neberie ohľad na stratu posledných zmien dát. Mohli by sme sa teraz dívať na vec tak, že je to práve tento mechanizmus (v [11] nazývaný B-brain), ktorý kutavke chýba a vyššie živočíchy ho majú. Ale na tento názor sa dá aplikovať presne tá istá kritika ako na existenciu modulu realizujúceho darwinovskú evolúciu myšlienok (respektíve variantov správania sa).

S kutavkou navyše možno urobiť aj nasledovný experiment: Keď kutavka ľahá ochrnutú sedlovku do komôrky, drží ju pritom za tykadlá. Keď tieto nožnicami prestriháme, kutavka dokáže pustiť odstrihnutý koniec a uchopiť sedlovku za kýpeť tykadla. Pokiaľ odstriháme obe tykadlá i hmatadlá tesne pri koreni, snaží sa kutavka uchopiť sedlovku na hlave, čo sa jej ale nepodarí. V takom prípade, začne hľadať inú obeť, hoci by ju mohla rovnako dobre uchopiť za zadoček. Možno teda povedať, že kutavka koná vcelku inteligentne v jednom a dosť hlúpo, nadrátovane v inom.

3. Rozuzlenie

Po tejto nie príliš presvedčivej kritike sa dostávame k tomu, k čomu som sa od začiatku dostať chcel (prepáčte ak to bolo trochu nasilu). A to síce k myšlienke, že hoci kvalitatívny rozdiel medzi kutavkou a vyššími živočíchmi pozorovať možno, je to možné iba na vyššej úrovni opisu, než je tá, ktorá je vhodná na opis jej konštrukcie. Tento názor predpokladá, že neexistuje žiadny modul, ktorý by bol realizátorom niektorého z uvažovaných princípov stelesňujúcich kvalitatívny rozdiel. Napriek tomu procesy zodpovedajúce týmto princípom môžeme pozorovať na veľa miestach, málokde či nikde, ako aj často, málokedy alebo nikdy. Objavenie sa týchto procesov však bude determinované iba jemnosťou štruktúry konštrukcie a nie tým, že by sa v konštrukcii objavil nejaký nový konštrukčný prvok. Na konštrukčnej úrovni opisu ide teda vždy len o kvantitatívny rozdiel.

4. Modelovanie

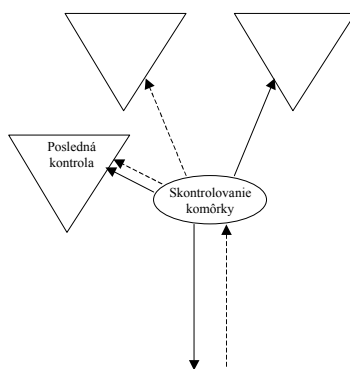
Aby sme si túto možnosť lepšie priblížili, siahneme po modeli, ktorý vznikol fúziou zo subsumčnej architektúry R. Brooksa (táto architektúra sa viaže k mobilnej robotike a jej popis možno nájsť v [1]), prác M. Minského o modelovaní mysle (najmä [11]) a programovania na báze multiagentových systémov ([4]). (Detaily tohto modelu možno nájsť v [9]).

Podľa tohto modelu je myseľ kutavky tvorená množstvom čisto reaktívnych agentov obklopených prostredím, v ktorom sa nachádzajú odkazy. Tieto odkazy majú vždy nejaké meno a hodnoty a predstavujú pamäťové miesta vnútri mysle, alebo sú priamo zviazané s nejakým senzorom alebo aktuátorom. Odkazy môžu byť časovo ohraničené (môžu mať ohraničenú platnosť) a môžu byť aj vnútorne štruktúrované (fronty, priority), pre účely tohto článku však budeme od týchto detailov abstrahovať. Agenty sú realizované pomerne jednoduchými kódmi vykonávanými v nekonečnom cykle, pričom v každom kroku čítajú odkazy z prostredia a prípadne nové odkazy do prostredia zapisujú (prípadne tieto odkazy prepisujú). Tento cyklus prebieha s určitou

čím je znázornené, že prečítanie i zápis odkazu iniciuje vždy agent. (Ak sa vám vidí, že úroveň zakladania potomstva je hierarchicky príliš vysoko, teda evolučne príliš mladá, je to správny postreh, ale nemôžeme tu teraz riešiť otázku, či bolo prv vajce alebo sliepka. Pozerajme sa na to tak, že táto vrstva nahradila nejaký historický spôsob rozmnožovania, ktorý bol v nízko ležiacej vrstve a dnes sa už nepoužíva. Pokiaľ vás napadlo, že toto riešenie padlo z neba, môžem odkázať jedine na [1]. V zmysle pravidiel subsumpcnej architektúry možných riešení skutočne nie je veľa. Živá kutavka samozrejme nemusí byť skonštruovaná podľa subsumpcnej architektúry, ale to je dané voľbou nášho modelu.)

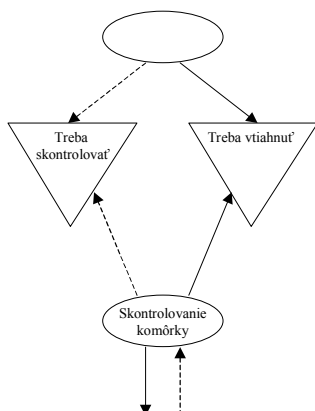
Popíšme teraz ako to funguje: Po oplodnení je aktivovaný odkaz *treba-kopať*. Na základe toho začne agent *vykopanie-komôrky* ovplyvňovať činnosti nižších vrstiev tak, aby sa podarilo komôrku vykopať, vrátane nájdenia vhodného miesta a hľadania iného, pokiaľ sa výkop nepodarí. Keď je komôrka hotová, zastaví tento agent ovplyvňovanie nižších vrstiev, deaktivuje odkaz *treba-kopať* a aktivuje odkaz *treba-potravu*. Analogicky pracujú ďalšie uvedené agenty. Navyše agent *skontrolovanie-komôrky* v prípade, že sa zistí, že komôrka nevyhovuje, aktivuje vykopanie inej komôrky a podobne agent *vtiahnutie-potravy*, pokiaľ sa nepodarí potravu vziať dnu, aktivuje hľadanie inej potravy. Toto riešenie je naozaj tvrdo nadrátované a vykáže presne spomínané neinteligentné správanie v prípade, že bude experimentátor posúvať počas vykonania kontroly ulovenú sedlovku od diery tak ďaleko, že proces riadený agentom *vtiahnutie-potravy* zlyhá, zatiaľ čo úroveň *hľadanie potravy a jedenie* nájde ako prvú vhodnú potravu tú istú posunutú sedlovku.

Pritom ale úprava, ktorá by kutavku v tomto experimente zachránila, je pomerne jednoduchá. Stačí, ak si agent *skontrolovanie-komôrky* zapamätá výsledok poslednej kontroly na určitý čas, dostatočne dlhý na nájdenie posunutej sedlovky, ale na druhej strane ďaleko menší, než je priemerná doba medzi dvomi páreniami. Potom v prípade, že si pamätá, že kontrola bola úspešná, aktivuje vťahnutie sedlovky do komôrky priamo. Ide tu teda o riešenie s využitím pamäte a je rovnako tvrdo nadrátované ako pôvodné riešenie.



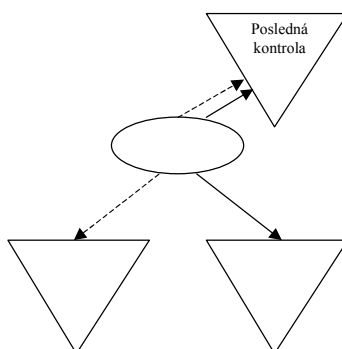
Ide o tak jednoduchú úpravu, že sa zdá neuveriteľné prečo by kutavka mala takýto nedostatok. Pokiaľ by príčinou bolo, že už raz sformovaný agent *skontrolovanie-komôrky* nedokáže modifikovať svoj kód, každopádne je v takomto multiagentovom systéme možné pridať nového agenta, ktorý by modifikáciu zrealizoval „externe“. Tento nový agent bude mať za úlohu, v prípade, že zdetekuje zbytočnú kontrolu, okamžite deaktivovať odkaz *treba-skontrolovať* a aktivovať odkaz *treba-vziať*. Tým pádom

zastaví svoju činnosť aj agent skontrolovanie-komôrky, a všetky ďalšie agenty v nižších vrstvách sa v krátkom čase postupne vrátia do svojho pôvodného režimu.



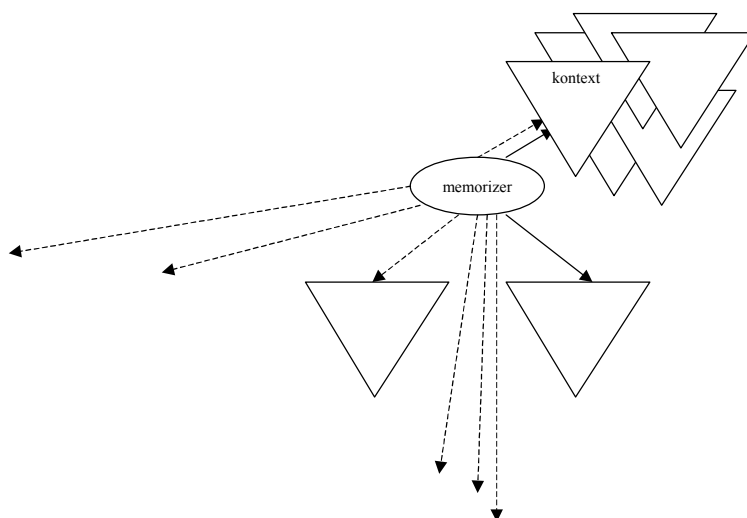
Táto neobyčajná schopnosť systému vyplýva práve z jeho multiagentovej architektúry a z faktu, že ako konštrukčné prvky sú použité čisto reaktívne agenty. Tieto nemajú žiadny tzv. vnútorný stav (preto si napríklad v predchádzajúcom riešení musel agent *skontrolovanie-komôrky* pamätať výsledok poslednej kontroly v odkaze), takže musia byť naprogramované takým spôsobom, aby správne reagovali na každý stav vnímaných odkazov. Konkrétne v tomto prípade agent *skontrolovanie-komôrky* musí byť naprogramovaný jednak tak, aby spustil aktiváciu nižších vrstiev ak je aktivovaný odkaz *treba-skontrolovať* (a ďalej ich riadil vtieraním sa do ich činnosti na základe podnetov z nich získaných pokiaľ treba), a na druhej strane tak, aby nižšie vrstvy nijako neaktivoval, pokiaľ tento odkaz aktívny nie je. Keďže sa navyše točí v nekonečnej slučke, hneď pri ďalšom obraze po tom, čo mu novo pridaný agent deaktivuje odkaz *treba-skontrolovať*, automaticky zastaví všetky rozbehnuté aktivity, hoci na takúto spoluprácu nebol zámerné programovaný (rovnako postupne zaniknú všetky rozbehnuté aktivity v nižších vrstvách, keď sa v slučke otočí posledný agent ovplyvnený priamo či nepriamo predchádzajúcou činnosťou agenta *skontrolovanie-komôrky*).

Ostáva otázka ako novo pridaný agent zdetekuje, že má vstúpiť do hry. Môže si jednoducho zapamätať výsledok poslednej kontroly, v podstate rovnako ako to bolo pri pridaní pamäte už existujúcemu agentovi *skontrolovanie-komôrky*.



Nič menej toto riešenie má stále lokálnu povahu a nezaberie dobre napríklad vtedy, keď vrátenie procesu zakladania potomstva do fázy vykopyvania komôrky môže spôsobovať aj iný agent než *skontrolovanie-komôrky* (napríklad *vtiahnutie-potravy*). V takom prípade by sme vynechali kontrolu novej komôrky, ak posledná kontrola prebehla v poriadku,

ale napríklad sme sa s potravou pri vťahovaní nevošli do pripravenej komôrky a vydali sme sa kopat' novú. Ako to riešiť? Zrejme si toho musí novo pridaný agent zapamätať viac. Musí vnímať nielen lokálne parametre, ale celý kontext kontroly komôrky. Keď potom skúma či má ostať v klúde a ponechať v činnosti agenta *skontrolovanie-komôrky*, porovná súčasný kontext so zapamätaným kontextom a potlačí vykonanie kontroly iba ak sa tieto dva kontexty zhodujú. Takéhoto agenta môžeme v súlade s [11] nazvať *memorizer-om*.



Kľúčovým faktorom správneho fungovania memorizera je, aby sa sústredil na správnu skupinu odkazov. Nemám žiadny nápad ako by toto mohlo fungovať v prírode, ale v umelo vytvorenom multiagentovom systéme je zistiť tento kontext zväčša triviálne (na rozdiel od pôvodného znenia subsumpcnej architektúry podľa [1]). Odkazy totiž sú, a automaticky musia byť, pomenované programátorom. Pokiaľ je pomenovanie rozumné a v istom zmysle štruktúrované, čo je bežný štandard, je možné odkázať sa na všetky zložky kontextu určitou maskou. Je to podobné ako keď chcete na svojom počítači zmazať súbory „*.pas“ (touto maskou definujete „všetky pascalovské súbory“).

Povšimnime si teraz jeden zaujímavý bočný efekt. Vráťme sa na miesto, kde sme si sťažili úlohu možnosťou vrátenia procesu zakladania potomstva na vykopanie komôrky z dôvodu, že sa nám do prvej komôrky nepodarilo obeť vtiahnuť. Teraz si predstavme, že sa pri vťahovaní v komôrke zosunula zemina. Komôrka je teda nepoužiteľná, ale sedlovku máme. Tu je dôležité uvedomiť si, že po vykopaní novej komôrky by modelovaná kutavka s vysokou pravdepodobnosťou použila tú istú sedlovku, pretože by to bola zrejme prvá vhodná korisť, ktorú by pri hľadaní našla. Avšak pravdepodobnosť, že by si predsa len vybrala inú korisť nikdy nebude nulová. Dalo by sa dokonca povedať, že v modelovanej kutavke budú tieto dve alternatívy vzájomne súťažiť (boj medzi nimi sa bude odohrávať najmä na úrovni detekcie nájdenia správnej obeť). Toto je príklad, keď má súťaženie medzi alternatívami pozitívny účinok, na rozdiel od súťaženia medzi agentom *skontrolovanie-komôrky* a jeho memorizerom, pri ktorom sa môže odohrať akurát niekoľko zbytočných operácií (mohlo by sa to dokonca prejaviť aj na kutavke niekoľkými zbytočnými pohybmi). Pritom súťaženie takýchto alternatív môže byť do značnej miery podmienené činnosťou rôznych memorizerov (a prípadne ďalších agentov so špecifickým poslaním, ktoré presahujú rámec tohto článku), čo môže mať význam ak sa napríklad kutavke podarí

uloviť mimoriadne vypasenu sedlovku, pre ktorú vykopať komôrku by dalo príliš veľa námahy. V tom spočíva sila a krása tejto architektúry. Myšlienky môžu v modelovanej mysli súťažiť aj bez prítomnosti darwinovskej evolúcie respektíve genetických algoritmov.

5. Záver

Naznačili sme tu teda architektúru v ktorej možno kutavku namodelovať i vylepšiť. Naznačili sme architektúru, kde myšlienky spolu súťažia. Jedna vec je však súťaženie myšlienok a druhá vec je rodenie myšlienok nových. Naozaj, v namodelovanej kutavke sa nemôže objaviť žiadna myšlienka, ktorá by nebola v systéme implicitne zahrnutá. (Pod myšlienkou si tu môžeme predstaviť časovo ohraničený šíriaci sa proces aktivácie jednotlivých agentov.) Myšlienka sa môže vynoriť aj nečakane (môžeme vtedy hovoriť o tzv. emergencii), ale vždy bude existovať dobrý dôvod prečo sa tak stalo. Ako sa k tomuto postaviť?

Jedna z odpovedí by mohla byť, že ani v našej mysli sa nemôže vynoriť nič, čo by v nej nebolo implicitne zahrnuté. (Snáď len s tým dodatkom, že svoju myseľ vieme dokázať množstvom informácií pomocou jazyka.) Je možné, že by sa i na našom správaní našlo nejaké slabé miesto (z hľadiska inteligencie) ako na kutavke? Skúste zodpovedať na nasledujúce otázky:

*Koľko je do tucta korunáčok ?
A koľko päťdesiathaliernikov ?*

Neviem ako tento môj veľmi obľúbený test vyznie takto na papieri, ale zoči-voči som zatiaľ nestretol osobu, ktorá by na túto otázku odpovedala na prvý krát správne. (Pri hromadnejšom písomnom teste sa vždy takí naši). Neviem ako ste odpovedali vy, ale ak ste odpovedali dvanásť a dvadsaťštyri, pomýlili ste sa ako mnohí. Každopádne ľudia vedia prísť na to, že sa v tomto prípade pomýlili. Veď inak by ani nezbadali ten vtíp. Nenápadne som sa teraz dostal k vyvrcholeniu tejto úvahy: my nemôžeme nikdy zistiť, či má ľudský druh nejaké slabé miesto podobné kutavkynmu. Keby sme vedeli odhaliť, že je to naše inteligenčné slabé miesto, museli by sme najprv vedieť ako sa v danom prípade správať inteligentne. Ani keby rovno prišli Mart'ania a experimentovali s nami a povedali by nám: „toto je vaše slabé miesto“, nemohli by sme im to uveriť. My samozrejme radšej veríme, že naše inteligenčné schopnosti sú bez hraníc, nič menej, mohli by sme si z predchádzajúcej úvahy aspoň vziať ponaučenie, že kutavka sa iste nehanbí za to ako obstála v našom experimente a nevidí nič nepríjemného na nekonečnom kontrolovaní tej istej komôrky.

Zanechajme však túto nepodarenú odpoveď a sústreďme sa na to, ako je to vlastne s kvalitatívnymi a kvantitatívnymi rozdielmi. Na jeden kvalitatívny rozdiel sme narazili, keď sme hovorili, že je rozdiel medzi súťažením implicitne zabudovaných myšlienok a tvorbou nových myšlienok. Tá v predvedenom modeli chýba, i keď abstrakcie a konkretizácie prebiehajúcich procesov v ňom čiastočne možné sú (na základe toho, že sa ako hodnota určitého odkazu použije maska pre referencovanie iných odkazov, podľa [11] tu ide o tzv. *pronome*). Každopádne celé je to šité pre vyvinutie umelého systému programátorom a nie pre jeho samovyvinutie. Je to však skôr rozdiel medzi našim modelom a kutavkou, než medzi kutavkou a vyššími živočíchmi. Čo sa kognitívnych neschopností kutavky týče, množstvo z nich možno celkom dobre pripísať kvantitatívnym nedostatkom.

V podstate to záleží od úrovne opisu, ktorý si zvolíme pre konštrukciu analogického umelého systému. Isteže, keď si zoberieme úroveň atómov, potenciálne sú i časti neživej prírody vybavené na najvyššie kognitívne činnosti, (možno ich rozobrať a zložiť z nich človeka). Na úrovni molekúl sú už to len veci obsahujúce potrebné organické zlúčeniny. Cez veľa úrovní by sme sa ďalej dostali na úroveň buniek, prípadne neurónov. Ešte i na tejto úrovni je zrejme rovnako kvalitatívne vybavený každý organizmus, ktorý má nervovú sústavu. Na úrovni symbolov a logických operácií už možno len človek. Medzi tieto dve posledne menované úrovne opisu je však pravdepodobne možné rozumne vložiť ešte niekoľko ďalších. Pokus o to možno nájsť napr. v [6] i v [2]. Priamo tu by sme mohli na základe uvedenej architektúry navrhnúť úroveň agentov, na ktorej by mala kutavka ešte rovnaký kvalitatívny potenciál ako človek, ale ktorá by už bola vhodná na skonštruovanie človekom. (V tom by bol zmysel takéhoto zavedenia, ťažko si je predstaviť, že by niekto skladal jeden neurón k druhému, alebo na druhej strane, že by sa niekto odvodil od logického formalizmu popisujúceho kutavku formalizmus, ktorý popisuje človeka.) Čo sa týka vzťahu agenta voči neurónu, mohol by byť podobný vzťahu génu voči postupnosti báz DNA, teda definovali by sme ho napríklad ako najmenšiu možnú myslenú skupinou neurónov podieľajúcich sa na jednom procese v myslí. Pritom proces by bol zase daný našou schopnosťou pozorovať a vymedziť v systéme neurónov určité javy.

Dalo by sa uvažovať prečo je nevyhnutné pri hľadaní kvalitatívnych či kvantitatívnych rozdielov zaoberať sa rôznymi úrovňami opisu, teda prečo nie sme schopní pochopiť to v celku. Ale to už načisto presahuje rámec tohto článku. Končíme teda zahnaní na pole epistemológie a metafyziky, zakliati do rámca vymedzeného vlastnými kognitívnymi schopnosťami, ktorým snád' v budúcnosti budeme rozumieť lepšie než dnes.

Literatúra

- [1] Brooks R.: *Intelligence without representation*. Artificial Intelligence 47, (1991),139-159.
- [2] Calvin W.: *Ako myslí mozog*. Bratislava: Kaligram 2000.
- [3] Chalifman J.: *Okrídlení korzáři*. Bratislava: Mladé letá 1983.
- [4] Ciancarini P.: *Lectures on coordination models and languages*. EASSS '99, (1999).
(dostupné na <http://www.cs.unibo.it/~cianca/wwwpages/easss.html>)
- [5] Dawkins, R.: *Rieka z raja*. Bratislava: Archa 1996.
- [6] Dennet, D.: *Typy myslí*. Bratislava: Archa 1997.
- [7] Gál E.: *Intuitívna psychológia a kognitívne vedy*. In: Kognitívne vedy III (Kvasnička V., Pospíchal J., eds.), (2000), 109-114.
(dostupné na ftp://math.chtf.stuba.sk/pub/vlado/CogSci3_seminar/gal_CogSci2000.pdf)
- [8] Kelemen J.: *Strojovia a agenty*. Bratislava: Archa 1994.
- [9] Lúčny A.: *Architektúra inteligentných programových systémov*. Projekt dizertačnej práce, Matematicko-fyzikálna fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava, 1994.
(dostupné na <http://www.microstep-mis.sk/~andy/db/research/minima/minima.pdf>)
- [10] Lúčny A.: *Reaktívny model inteligentného systému*. In: Kognitívne vedy II (Kvasnička V., Pospíchal J., eds.), (1999), 75-84.
(dostupné na <http://www.microstep-hdo.sk/~andy/db/research/cogsci99/lucny.pdf>)
- [11] Minsky M.: *Society of Mind*. New York: Simon & Schuster 1985.