

Srovnání přístupů k vytváření autonomních agentů: „Creatures“ a „Evolving Virtual Creatures“

Kateřina Dufková

dkatka@seznam.cz

1 Úvod

V této esejí bych chtěla porovnat dva přístupy k vytváření autonomních agentů, které mě nejvíce zaujaly. První z nich je reprezentován herním projektem Creatures, druhým je systém automatického vývoje umělých tvorů vytvořený Karlem Simsem. Ačkoli jsou oba projekty na první pohled velmi různé ve zvolené metodě i ve vytyčených cílech, domnívám se, že přesto mají ledacos společného. Především oba mají čím přispět k dlouhodobému cíli oboru umělé inteligence – vytvoření samostatně jednajících inteligentních agentů. V této práci bych chtěla shrnout v čem jsou si podle mého názoru oba přístupy podobné, v čem se liší, a v čem je jejich přínos.

Tato esej si v žádném případě neklade za cíl být dalším popisem těchto systémů. Creatures jsou podrobně popsány v [1], projekt Karla Simse v [2].

2 Společné prvky obou přístupů

Nejprve bych ráda krátce zmínila podobnosti obou přístupů.

Nejvýraznějším jednotícím prvkem je podstata obou metod, totiž to, že v obou systémech se dobrovolně vzdáváme možnosti plně kontrolovat budoucí generace tvorů a doufáme, že odměnou nám bude bytost komplexnější, lépe uzpůsobená životu či zajímavější než jakou bychom byli sami schopni navrhnout nebo být i jen pochopit. Budeme-li méně optimističtí, od systému pouze očekáváme, že námaha vydaná na vývoj systému bude nižší, než ta, kterou bychom museli vložit do samotné tvorby bytostí.

I metoda, kterou se této kontroly vzdáváme je shodná – jde o genetický algoritmus inspirovaný víceméně skutečným vývojem přírody, nebo přesněji Darwinovou teorií přirozeného výběru. V obou systémech jsou implementovány oba hlavní přírodní mechanismy evoluce – křížení a mutace, a rozmnožování je nezávislé na pohlaví. V Creatures jsou sice pohlaví rozlišovány, ale z důvodu snazší implementace a zmenšení rizika vymizení některých zajímavých (a především k věrohodnému zobrazení bytostí důležitých) pohlavně vázaných znaků má každá bytost geny samčí i samičí. V Simsově systému se pohlaví nerozlišují vůbec.

Dalším společným znakem obou systémů je způsob řízení bytostí neuronovou sítí, ačkoli její konkrétní implementace je dosti rozdílná.

Oba systémy se také snaží o fyzikální realističnost pohybu bytostí a z důvodu přílišné výpočetní náročnosti tohoto cíle volí určité ústupky, které už se ovšem dosti liší.

V neposlední řadě se dá říct, že i cíle obou projektů si nejsou tolik vzdálené, jak se jeví na první pohled. Zatímco Karl Sims volí přímočarou cestu a svůj projekt zamýšlí jako přípravný experiment a jistého druhu „návrhářské cvičení“ k budoucím projektům směřujícím k stvoření inteligentní bytosti schopné přežít v měnícím se vnějším prostředí, autoři Creatures volí okliku. Svě dílo primárně chtějí uplatnit na trhu jako počítačovou hru a až jako vedlejší produkt komerční úspěšnosti hry doufají, že masové rozšíření hry napomůže vytvořit jakousi „internetovou společnost Creatures“ čítající miliony jedinců, která jim umožní pozorovat nové zajímavé vlastnosti Creatures (náznaky kulturního chování, různých dialektů, atd.) bez nutnosti vlastnit obrovskou výpočetní a časovou kapacitu nutnou k simulaci takového rozměru. I oni doufají, že jejich produkt bude přínosem pro vědu.

3 Rozdílné prvky obou přístupů

Míra ztráty kontroly. Tvůrci Creatures byli mnohem více omezeni komerčním zaměřením projektu, a proto si nemohli dovolit nechat genetickému algoritmu příliš volné ruce, což se na výsledku projevilo v mnoha oblastech. Především napevno stanovili různé typy genů, s charakteristickým významem, délkou, vnitřní strukturou a povolenými operacemi nad nimi, čímž sice snížili procento nepodařených jedinců v generaci, ale zároveň dle mého názoru do značné míry zahodili šanci, aby v systému vznikla bytost se skutečně novými a netušenými vlastnostmi. I po několika generacích tudíž Creatures stále silně připomínají původní představu autorů.

Naproti tomu Karl Sims navrhl mnohem obecnější a flexibilnější způsob – vytvořil vlastní genetický jazyk podobný Lispským výrazům, který umožňuje libovolnou změnu parametrů bytosti v rámci daného jazyka a dokonce neomezené přidávání dimenzí do prostoru potenciálních bytostí. Výsledné bytosti bývají velmi odlišné od původních, ačkoli se zdá, že poměrně obdivuhodně kopírují některé přírodní vzory.

Fyzická stránka bytostí a jejich interakce s vnějším světem. Autoři Creatures tělesnou schránku bytostí fixovali a dovolili tělu vývoj jen ve víceméně estetických detailech typu barvy očí, celkový vzrůst, atd. Pevně daná je tím pádem také množina pohybů, kterých jsou Creatures schopni a nedá se očekávat, že by se naučili další. Toto omezení vychází z toho, že každé akci odpovídá jeden ze 16 neuronů v „Decision Lobe“, která je neměnná. Tělo Creatures sice podléhá fyzikálním zákonům, ale ty jsou vlastně redukovány jen na gravitaci a to, že nelze „procházet zdi“. Výrazným zjednodušením je i 2,5D architektura. Na druhou stranu je nutno říct, že tato zjednodušení byla nejspíš nutná k tomu, aby Creatures mohli obývat poměrně členitý prostor plný dalších předmětů a bytostí a být schopni se v něm pohybovat v reálném čase.

Na rozdíl od Creatures, Karl Sims zvolil téměř komplementární množinu zjednodušení. Těla svých bytostí nechal vyvíjet téměř libovolně, jediným omezením byl kvádrovitý tvar segmentů, které ovšem jinak mohou mít nejrůznější velikosti, mohou být pospojovány na libovolných místech napevno či klouby s libovolnou volností v ohýbání, otáčení či kroucení. Na počet segmentů také není explicitně kladen žádný nárok (kromě výpočetní složitosti), takže lze říct, že těla bytostí mohou opravdu nabývat téměř jakýchkoli tvarů. Bytost se může naučit ovládat své tělo libovolným způsobem, takže i množina pohybů a akcí je potenciálně nekonečná. Bytosti podléhají poměrně propracovanému systému simulujícímu fyzikálně realistický 3D svět, ve kterém funguje gravitace, tření a dokonce volitelný viskózní efekt kapalin pro vodní prostředí. Pro simulaci různých typů prostředí lze jednotlivé síly zvětškovat a nechat tedy například bytosti plavat ve vodě (snížením gravitace) či klouzat po ledě (snížením tření). Systém má propracovanou detekci kolizí. Daní za tuto komplexnost je vysoká výpočetní náročnost, odvrácenou stranou flexibility je poměrně vysoký počet nepoužitelných jedinců v generaci. Výpočetní náročnost autoři omezili tím, že ve virtuálním světě se vždy vyskytuje jen jediná bytost a nejsou tam dokonce ani žádné statické překážky (jejich přidání by ale bylo při vyšším výkonu snadné díky fungující detekci kolizí). S nepoužitelnými jedinci se autor vypořádal zavedením několika jednoduchých testů životaschopnosti a odstraněním nevyhovujících jedinců (což by byl ale jistě u hry pro děti typu Creatures problém...).

Řídící systém bytostí. Nervová soustava Creatures, reprezentovaná neuronovou sítí je dosti precizně navržena autory projektu. Je centralizovaná a má být jakousi obdobou mozku. Neuronů jsou rozděleny do skupin, které mají vytyčeny různé cíle. Jedinou skupinou neuronů, která je skutečně flexibilní, je „Concept Lobe“ sloužící jako jakási paměť bytosti, v níž mohou neuronů a dendritů i v průběhu života bytosti měnit své seskupení, váhy a význam. Domnívám se, že systém poměrně dobře poslouží k simulaci učící se bytosti, ale není příliš vhodný pro vývoj nových kvalitativně lepších bytostí, čemuž brání několik omezení – pevný počet neuronů v síti, omezený počet dendritů, které mohou vést do jednotlivých neuronů, a apriorní určení struktury sítě (ačkoli tato struktura se zdá být velmi dobře vymyšlená). Co je na Creatures z hlediska možnosti vývoje inteligentní bytosti možná zajímavější, je myšlenka simulovat také hormonální, metabolický a energetický systém bytosti, navíc s možností mutace funkce a reakcí jednotlivých látek v těle. Creatures poskytují propracovaný a dosti obecný systém této biochemické laboratoře bytosti, neboť libovolná proměnná může mít k sobě připojen emitor nebo receptor pro libovolnou chemickou látku a umístění těchto je opět dáno geneticky.

Karl Sims zvolil o dost volnější přístup a návrh neuronové sítě zcela ponechal na genetice – v jeho podání má každý segment bytosti přidělen určitý geneticky ovlivněný počet neuronů, jejichž funkce a propojení s ostatními neurony je taktéž dáno geneticky. Takto se tedy nervová soustava vyvíjí spolu s tělem bytosti a je distribuovaná do jednotlivých částí těla. Kromě těchto „segmentových neuronů“ má každá bytost ještě neurony tvořící centrální nervovou soustavu, jejichž vlastnosti jsou opět zcela dány geneticky. Oproti Creatures bohužel zcela chybí simulace metabolického či energetického systému bytostí, která by sice do budoucna mohla být poměrně snadno řešena například zohledněním vydané energie na splnění určitého úkolu, ale přesto nejde o příliš čisté řešení.

Sociální chování bytostí. Creatures jsou zástupcem takzvaných antropoidních agentů a v souladu s tím mají poměrně širokou škálu sociálního chování. Creatures reagují na uživatele, který je může naučit a posléze s nimi komunikovat jednoduchým jazykem typu sloveso-předmět a pochválit je pohlazením či potrestat pohlavkem kurzorem. Slovní pokyny od uživatele se následně projeví v „Perception Lobe“ a mají vliv na zaměření pozornosti bytosti, pochvala případně potrestání generují speciální „hormony“, které zpětně upravují váhy excitačních případně inhibičních dendritů v celé neuronové síti. Creatures dále reagují na pestré okolní virtuální prostředí, ve kterém se nacházejí, včetně dalších bytostí, kterých může v jedné simulaci v reálném čase být okolo deseti (tento údaj je ovšem z roku 1996, takže je dnes pravděpodobně možný i vyšší počet). Od ostatních bytostí se mohou v průběhu života učit, napodobovat je, což zakládá možnost vzniku jakési „virtuální společnosti“ s podobnými aspekty jako měla lidská středověká společnost, kdy lidé žili v poměrně izolovaných soběstačných jednotkách o nízkém počtu obyvatel a jejich zvyky a nářečí se často lišily vesnicí od vesnice. Spolu s tím, že jednotlivé Creatures mohou být v rámci komunity hráčů posílány přes Internet na jiné počítače, může být zajímavé pozorovat šíření „kultury“ a „regionálních“ charakteristických vlastností.

U Simsových bytostí není sociální chování nijak implementováno a ani ho nelze očekávat, protože bytosti jsou vždy simulovány jednotlivě.

Učení a vývoj bytostí. U Creatures dochází nejen k fylogenetickému vývoji prostřednictvím genetického algoritmu, ale i k vývoji bytosti během života. Creatures se mohou naučit určitou slovní zásobu a mají i vlastní omezenou paměť realizovanou „Conception Lobe“, pomocí které si pamatují výhodné chování v různých situacích. Tato vrstva umožňuje změnu své konfigurace v průběhu života a tedy zapomínání situací, které nebyly dlouho použity a vytváření nových neuronových spojení, což se děje pomocí postupného snižování síly dendritu v době jeho nepoužívání a uvolnění neuronu pro jiné účely v okamžiku, kdy mají všechny dendrity do něj vedoucí nulovou sílu. U Creatures jsou také rozlišeny jednotlivé fáze života, kdy po narození bytosti mohou být aktivní jen některé geny a v pravidelných intervalech dochází k čtení genomu a hledání genů, které mají být aktivovány při daném stáří bytosti. Takto je docíleno efektu, že bytost vypadá v různém věku různě, stárne a nakonec i zemře, ale jde především o estetickou záležitost vynucenou komerčním zaměřením.

Simsovy bytosti jsou v tomto ohledu poněkud chudší, protože jsou vystaveny jen fylogenetickému vývoji a nikoli učení či stárnutí v průběhu života. Fylogenetický vývoj je v Simsově provedení mnohem silnější nástroj, ale přesto absence učení v průběhu života bytostí je dle mého názoru velký nedostatek tohoto systému, který navíc bude obtížné odstranit, protože v systému je geneticky přesně určena počáteční funkce i napojení všech neuronů a není ponechán žádný mechanismus k jejich pozdější změně. K zavedení učení se by v neposlední řadě bylo nutné poskytnout bytosti mnohonásobně delší čas k růstu a zabydlení se ve virtuálním světě a až poté ji začít hodnotit fitness funkcí, což by neúnosně zvýšilo výpočetní nároky.

4 Závěr

Oba projekty se mi zdají být dosti zajímavé a domnívám se, že vhodným zkombinováním jejich vlastností by mohl skutečně vzniknout systém, ve kterém by se mohla „narodit“ inteligentní bytost. Takový systém by se podle mého názoru měl nechat inspirovat genetickým jazykem stojícím za prací Karla Simse a jeho myšlenkou téměř libovolného současného vývoje tvaru těla i mozku bytostí a taktéž pečlivě propracovaným systémem pro simulaci fyzikálních sil působících ve virtuálním světě. Tento svět by ovšem měl být o dost členitější než v Simsově projektu a také by měl obsahovat více bytostí (nejlépe celou generaci) najednou jako v Creatures. Tento základ by bylo vhodné doplnit simulovaným hormonálním, metabolickým a energetickým systémem podle vzoru Creatures a také možností učení se i v průběhu života bytostí. Problémem by nejspíš bylo jak rozumně nastavit fitness funkce pro takovéto složité bytosti a obrovská výpočetní náročnost takového systému.

Reference

1. Stephen Grand, Dave Cliff, Anil Malhotra, „Creatures: Artificial Life Autonomous Software Agents for Home Entertainment“, 1996
2. Karl Sims, „Evolving Virtual Creatures“, 1994