Umělý život

Mgr. Roman Neruda - roman@uivt.cas.cz

Člověk se snad odnepaměti snažil napodobovat živou přírodu. Jeho odvěkým snem, prezentovaným v mnoha knihách i filmech, bylo vytvořit umělou bytost nebo alespoň umělý život. I když na tomto poli došlo v posledním století ke značnému rozvoji, zatím mohou s lidským umělým životem, odehrávajícím se většinou pouze na obrazovkách monitorů, směle soupeřit jen ty nejednodušší baktérie.

Jak funguje život v přírodě? Podle všeho docela jednoduše: každý jedinec je trochu jiný. Pokud mu jeho odlišnost umožní lépe přežít, zanechá po sobě více potomků, než jedinci takto nevybavení. Populace odlišných jedinců se dále úspěšně množí, až jsou odlišnosti mezi nimi a původním druhem natolik velké, že je člověk zařadí do jiného druhu, nebo původní druh zcela zanikne, protože nebude mít následovatele. Na tuto poměrně jednoduchou myšlenku přišel pan Darwin v polovině 19. století. Nazval ji **teorií přirozeného výběru** (natural selection) a popsal ji ve své knize „On the Origin Of Species“.

Pro simulaci živé přírody člověk zvolil dva směry - jednak tzv. **genetické algoritmy**, kterými se spíše snaží napodobit jak funguje evoluce a které jsou založeny na teorii přirozeného výběru. Druhým směrem jsou neuronové sítě, tvořené s neuronů a spojů mezi nimi, kterými se simuluje chování nervové soustavy. O neuronových sítích toho zatím moc řečeno nebylo.

O 60. letech se mluví jako o věku klasické umělé inteligence. Člověk se snažil napodobovat přírodu získáváním znalostí v symbolické formě a jejich uchováváním. Tomuto směru odpovídá například Lisp a Prolog.

Naopak v 70. a 80. letech se člověk snaží hledat v přírodě opravdovou inspiraci, snaží se napodobit pojmy jako je intuice a zdravý selský rozum.

Informace se v živých organismech uchovává v genech - na to přišel už pan Mendel při svých pokusech s hrachem v druhé polovině 19. století. Jeho práce byla ale zapomenuta, a tak se za zakladatele genetiky považuje deVines, který s touto teorií přišel až počátkem našeho století.

Geny se při vytváření nové populace mohou křížit (anglicky crossover) - část informace se vezme z otce, část z matky. Tak může například z modrého a červeného hrachu vzniknout hrách modročervený. Dále mohou vlivem například radioaktivního záření mutovat (mutation) - dochází většinou k malé náhodné změně. Tím se vytvářejí nové populace, které příroda buďto přijme, nebo odsoudí k zániku.

Genetické algoritmy, které jsou založeny na principu přirozeného výběru, poskytují univerzální řešení. Byly navrženy již v roce 1975 panem Hollandem v přelomové knize "On Adaption in Natural And Artificials Systems". Tato kniha ale nevešla moc ve známost, protože v té době vládla klasická umělá inteligence. Nezávisle na této knize vzniklo několik algoritmů, které vycházeli z principu genetických algoritmů. Bylo to například Evolution Programming (EP), prosazované panem Fogelem, které ale

nepoužívalo křížení, nebo Evolution Strategies (ES), které použili technici v SRN při řešení soustavy aerodynamických rovnic.

Od 80. let dochází ke spojení ES, EP a GA do oblasti pojmenované Genetic Programming (GP).

Jak funguje genetické programování si můžeme ukázat na příkladě proložení křivky body v rovině. Analytické metody sice naleznou lepší řešení, ale to pro nás není podstatné.

Parametrem jedince budou parametry křivky a, b a c. Jako míru jakosti - fitness - použijeme nějak normovaný součet vzdáleností vstupních bodů od dané křivky. Při výběru jedinců pro křížení budeme používat algoritmus round wheel selection. Můžeme si ho představit jako ruletu, na které budou výseče odpovídající různým jedincům. Na jedince s lepší fitness připadne větší výseč a naopak. Náhodný výběr bude realizován podobně jako u obyčejné rulety kuličkou. Vždy vybereme dva jedince - otce a matku – z kterých vezmeme informace pro nového jedince. S určitou pravděpodobností (zhruba 0.5) dojde ke křížení - například z matky vezmeme parametr a, z otce b a c. S menší pravděpodobností (většinou se bere 0.05) bude docházet k mutacím - hodnotu parametru v novém jedinci změníme. Až vytvoříme dostatečně početnou novou generaci, starou zrušíme a budeme vytvářet další generaci. Vytváření generací zastavíme, až bude hodnota fitness nějakého řešení dostatečně dobrá.

Podobně jako u neuronových sítí dokážeme u genetických algoritmů zaručit, že naleznou lokálně nejlepší řešení, ale nedokážeme zaručit, že naleznou globálně nejlepší řešení. K odstranění tohoto nedostatku se používá více metod, nejlepší je zřejmě použít synergetického efektu při vzájemné komunikaci více jedinců. Věta o implicitním paralelismu nám říká, že n komunikujících jedinců dokáže vyřešit zhruba stejný problém jako n^3 samostatných jedinců.