



Recenzia knihy Lukáša Sekaninu a kolektív: *Evoluční hardware. Od automatického generování patentovatelných invencí k sebumodifikujícím se strojům*. ACADEMIA, Praha, 2009, 321 str.

Pred nedávnom vyšla (aj keď s vročením 2009) v pražskom prominentnom vydavateľstve ACADEMIA zaujímavá kniha “Evoluční hardware”. Vedúcim autorom tejto publikácie je prof. Lukáš Sekanina z brnianskej Fakulty informačných technológií VUT. Jedná sa o extrémne zaujímavú publikáciu, ktorá prezentuje výsledky informatických odborov založených na použití metafory Darwinovej evolučnej teórie. Pre informatikov už evolúciu nie je len zaujímavou hypotézou vývoja života na Zemi, ale stáva sa inžinierskou pracovnou metódou riešenia zložitých optimalizačných problémov a návrhu elektronických obvodov, bez ktorých moderné počítače sú nemysliteľné. Čo je prekvapujúce na použití evolučného princípu k návrhu elektronických súčiastok – obvodov je jeho inovatívnosť a kreativita. Takto boli navrhnuté obvody s neočakávanou a vysoko originálnou architektúrou, ktorá je pre „ľudského“ návrhára len veľmi ťažko pochopiteľná a interpretovateľná pomocou jednoduchých pravidiel. Preto už v priamo v názve recenzovanej knihy sa hovorí o „patentovateľných invenciách“. získané riešenia sú vysoko originálne a neočakávané.

Táto zaujímavá oblasť modernej informatiky, ktorá sa nazýva „evolučné algoritmy“ bola vytvorená už pred viac ako 30 rokmi informatikom Johnom Hollandom z Michiganskej univerzity, ktorý v r. 1976 publikoval knihu *Adaptácia v prírodných a umelých systémoch*. Evolučné algoritmy sú založené na predstave populácie abstraktných chromozómov (ktoré sú reprezentované približnými riešeniami daného optimalizačného problému), pričom každý chromozóm - riešenie je podľa jeho kvality popísaný číselnou veličinou nazývanou zdatnosť (fitnes). Chromozómy sa v populácii spontánne rozmnožujú (kopírujú s malými chybami), pričom pravdepodobnosť reprodukcie riešenia je úmerná jeho zdatnosti, čiže chromozómy s vysokou zdatnosťou sa

častejšie reprodujú ako tie, čo majú zdatnosť malú. Tento jednoduchý reprodukčný proces s prvkami prirodzeného výberu sa neustále opakuje, pričom v populácii sa začnú množiť – prevládať tie chromozómy, ktoré majú vysokú zdatnosť, t. j. reprezentujú kvalitné riešenie, ktoré môže byť totožne s optimálnym riešením, alebo je mu veľmi blízke. Tento jednoduchý, neustále sa opakujúci proces, tvorí základ evolučných algoritmov. Môžeme konštatovať, že evolučné algoritmy sú naplnením idey evolučného biológa Sewalla Wrighta (spoluzakladateľa neodarvinizmu) a významného súčasného filozofa Daniela Dennetta, ktorí charakterizovali Darwinovu evolúciu ako algoritmus – univerzálnu metódu schopnú riešiť zložité optimalizačné a adaptačné úlohy.

Tak v Darwinovej evolúcii, ako aj v evolučných algoritmoch, náhoda hrá významnú úlohu. Pri popise evolučného algoritmu sme uviedli, že chromozómy sa pri reprodukčnom procese kopírujú s malými chybami. Tieto chyby zanášajú do evolučného procesu určitý chaos, čo je jav v klasických výpočtových algoritmoch len ťažko predstaviteľný a interpretovateľný. Základným prvkom klasických algoritmov je ich striktná determinovanosť na základe výsledkov získaných v predchádzajúcich etapách algoritmu, nič nie je ponechané na náhodu. V evolučných algoritmoch je náhodnosť priamo organickou súčasťou algoritmu. Táto skutočnosť existencie náhodnosti sa interpretuje tak, že zvyšuje pravdepodobnosť získania optimálneho riešenia. Spontánne chyby pri reprodukčnom procese sú v evolučnom algoritme potrebné pre rozšírené prehľadávanie vhodných riešení. Tiež hovoríme, že tieto chyby – mutácie vnášajú do evolúcie inovatívnosť a kreativitu, získané riešenie je veľmi blízke optimálnemu riešeniu a vykazuje obvykle prvky evidentnej inovatívnosti, ktoré v pôvodných riešeniach sa nevyskytovali. Niekedy sa v teórii evolučných systémoch používa maxima: „*evolúcia prebieha na hrane chaosu*“. Čo to znamená? Nech parameter popisujúci chaos v evolúcii je pravdepodobnosť výskytu mutácie v reprodukčnom procese. Táto pravdepodobnosť musí byť vyvážená, tak akurát. Ak je malá, potom evolúcia je pomalá, ak je moc veľká, potom sa evolúcia zvrhne na náhodne hľadanie optimálneho riešenia. V oboch prípadoch to znamená vlastne zánik evolúcie. Preto hovoríme, že pravdepodobnosť mutácie pri reprodukčnom procese musí byť presne vyvážená. Dostatočne veľká, aby evolúcia bola rýchla, ale musí byť aj dostatočne malá, aby sa evolúcia nezvrhla na náhodný proces, t. j. evolúcia prebieha na hrane chaosu.

Aplikácie prezentované v posudzovanej knihe nám umožňujú konštatovať, že počítače využívajúce evolučné algoritmy začínajú významne konkurovať inžinierovi – návrhárovi, ktorý rieši klasickými „deterministickými“ metódami rozsiahle optimalizačné problémy alebo navrhuje zložité elektronické obvody. Tiež poskytuje zaujímavý pohľad na výskyt kreatívneho a inovatívneho myslenia pri riešení zložitých problémov. Kreativita v tomto prístupe nie je efemérny proces inšpirácie („bozkania múzou“), ale ako sme už uviedli, hlavnou zložkou kreativity sú náhodné procesy mutácie riešení. T. j. nemá význam hľadať v kreativite nejaké jednoduché podmienky a pravidlá, ktoré keď budeme dodržiavať, tak sa isto staneme kreatívnymi. Čo zapadá do tohto pohľadu na kreativitu ako na náhodný proces je, že pomocou analógií a znalosti predchádzajúcej histórie priebehu algoritmu môžeme niekedy tento proces kreativity podstatne urýchliť. Ako poznamenal chemik a biológ Luis Pasteur, „náhoda pomáha len pripraveným“.

Čo povedať na záver tejto recenzie? Použitie metafory Darwinovej evolúcie v informatike je veľkou výzvou pre informatikov pracujúcich v umelej inteligencii a kognitívnej vede, kde evolučné algoritmy tvoria teoretický základ pre simuláciu evolúcie v multiagentových systémoch (informatický názov pre sociálne systémy), pričom tento prístup umožňuje simuláciu a štúdium takých javov, akými sú kooperácia, komunikácia, vznik sociálnych noriem a štruktúr, kolektívna pamäť, a mnohé iné fenomény a koncepcie sociálnych vied. Pomocou evolučných algoritmov sa neriešia len inžinierske problémy nášho reálneho sveta, ale významne zasahuje do humanitných a sociálnych vied. Tieto aplikácie nemajú len inžiniersko – aplikačnú dimenziu, ale majú aj zaujímavé filozoficko-biologické konnotácie a pozadie.

Vladimír Kvasnička  
FIIT STU, Bratislava