

Langtonův mravenec a další turmité

M. J. Duda

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1.

dudamar1@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

V příspěvku bude čtenář seznámen s pojmem turmité, s jejich stručnou historií, s tím, jak turmité fungují a k čemu slouží.

1 Úvod

První z turmitů byl Langtonův mravenec. Je to relativní dvoudimenzionální turingův stroj (dále TS) pohybující se na čtvercové mřížce podle sady velmi jednoduchých pravidel. Stejně jako další turmité, i on slouží k ukázce principu, že znalost pravidel nemusí pomoci porozumět systému jako celku. Co ale vlastně všechna ta slova znamenají?

2 Turingův stroj

Alan Turing byl britský matematik a informatik, který se proslavil mnoha věcmi. Nás nyní zajímá TS. Je to hypotetické zařízení manipulující s datovou páskou podle tabulky pravidel. Přes tuto svoji jednoduchost může být adaptován, aby simuloval téměř jakýkoliv počítačový algoritmus. Vymyšlen v roce 1936, nebyl zamýšlen jako praktická výpočetní technologie, ale jako pomoc pro inženýry při pochopení limitů mechanického počítání. Sám Alan Turing ho popisuje [1]: „Nekonečná paměť ve formě nekonečné pásky rozdělená do čtverců, z nichž každý může obsahovat symbol z konečné abecedy. V každém momentě je ve stroji právě jeden symbol, který je čten. Stroj může tento symbol upravit a jeho chování tento symbol může ovlivnit (dle tabulky pravidel). Ostatní symboly neovlivňují chod stroje. Páska ale může být posunuta, což je základní operace stroje, tedy každý symbol může mít eventuální využití.“ Aby se tento TS zobecnil, logickým krokem byla úprava pásky, se kterou manipuluje. Protože je pouze jediná páska, každé políčko má právě dvě sousední, přešlo se do dvou dimenzí. Mřížka najednou může být čtvercová, hexagonální či více exotické pěti- a trojúhelníkové. Druhou možností zobecnění stroje bylo dát zapisovací hlavě orientaci. Tím vznikly relativní TS s orientací čtecí hlavice, která se chová způsobem „jdi dopředu, otoč se a jdi dopředu“ naproti absolutním TS, které mají instrukce typu „posuň páskou doleva, posuň páskou doprava.“

3 Dvojdimensionální TS

Roku 1985 Christopher Langton, biolog a zakladatel oboru umělého života, vymyslel jednoduchý 2D TS pracující na čtvercové černobílé mřížce. Langtonův mravenec (dále LM), jak tento TS nazval, se řídil jednoduchými pravidly: Na bílém poli zatočí vpravo, jde dopředu a barvu pole, ze kterého vyšel, změní na černou. Na černém poli se otočí doleva, jde dopředu a barvu změní na bílou. LM nejprve tvoří pravidelné, symetrické obrazce, ale zhruba po 350 krocích tuto symetrii opustí a začne vytvářet zdánlivý chaos. Nic více Langton nezjistil, protože mu chyběl výpočetní výkon. James Propp, který ho také zkoumal, si napsal program a

po zhruba deseti tisících krocích objevil návrat LM k symetrii; pozorovaný útvar nazval dálnice. LM k dálnici spěje, totiž, i když je původní mřížka narušena, dříve či později dálnici stejně vytvoří. Po více krocích dálnice přestavuje a již je opravdu využívá jako dálnice, tzn. k rychlejšímu cestování. Další TS, který zkoumal, bylo počítadlo. To se chová tak, že když je na bílém poli, změní ho na černé a zatočí doprava, černé pole změní na bílé a jde rovně. Ukázalo se, že při takovéto sadě pravidel provádí TS jistý typ binárního počítání.

Tím byly ovšem zajímavé kombinace vyčerpány, a proto se LM přidal další vnitřní stav. To vytvořilo mnoho dalších kombinací chování, kde se tento turmit, jak se jim souhrnně říká, chová na černém poli jednou tak a jindy onak. Někteří z těchto turmitů také tvoří dálnice, jiní se chovají zase úplně jinak. Někteří jsou ukázáni v prezentaci, další jsou v příloženém programu.

Když turmité začínají na černé ploše místo bílé, mohou se chovat úplně jinak. Například ten v programu označen jako „pseudopravidelný“ si celou plochu vymaluje na bílo a pak už se chová normálně. „Rychlá spirála“ zase ihned začne tvořit dálnici. „Dálnice 1“ se chová stejně, „Dálnice 2“ už netvoří dálnice a „Dálnice 3“ se dokonce zastaví. Další zajímavý turmit je „spirálovitý“, který má opravdu velkou tendenci tvořit spirály. I když je v poli hodně rušení či nějaká překážka, stejně bude tvořit dálnici.

Dalšími speciálními turmity se zabýval Ed Pegg, který udělal turmity, kteří mohli zatáčet vpravo i vlevo zároveň a tím se množit. Naopak, když se setkali, anihilovali. Allen H. Brady naopak hledal turmity, kteří se zastaví ve smyčce, tzv. Busy Beaver Game. V programu je takový například „sloupotvořivý.“

4 Závěr

Turmité mohou zatáčet doprava i doleva, totiž množit se. Mohou pracovat s více barvami. Mohou chodit v prostoru (takoví turmité tvoří dálnice ještě častěji). Existuje opravdu hodně předpisů jejich chování, mohou přes svoji jednoduchost simulovat mnoho různých algoritmů. Jsou to vskutku krásné a jednoduché TS, které přesvědčivým způsobem ukazují, že i když nám jsou všechna pravidla chování systému známá, bez numerických simulací nemůžeme předpovědět, jak se systém bude chovat, resp. jak se turmit bude pohybovat.

5 Poděkování

Chtěl bych poděkovat ing. Vojtěchu Svobodovi CSc. za vedení fyzikálního semináře a vytvoření možnosti pro studenty sami se zapojit a něco zkoumat a vytvářet. Dále bych chtěl poděkovat Bohu za vytvoření tak krásného světa, který můžeme obdivovat a zkoumat.

Reference

- [1] A. Turing, *Intelligent Machinery*, National physical laboratory report, Teddington (1948)
- [2] Ch. Langton, *Studying artificial life with cellular automata*, Physica D: Nonlinear Phenomena 22 (1986)
- [3] E. Pegg, *Turmite*, <http://mathworld.wolfram.com/Turmite.html>