

Algoritmy pro řešení hlavolamu Eternity II

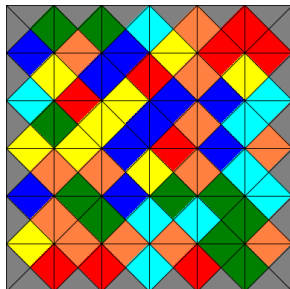
Ondřej Garncarz

Vysoká škola Báňská — Technická univerzita Ostrava

2009

Úvod

- ▶ Soutěžní puzzle
 - ▶ Autor: Christopher Monckton
 - ▶ Vydavatel: TOMY UK Ltd.
 - ▶ Výhra: 2 000 000 \$
- ▶ Jednoduchá pravidla: stejné symboly k sobě, šedá na okraj
- ▶ NP-úplný problém



Backtracking

- ▶ Lidské fungování:
 - ▶ Na dané pozici zkouší všechny možné dílky
 - ▶ Pak přesun na další pozici
 - ▶ Vracení se v případě neúspěchu
- ▶ Možnost nastavit pořadí pozic na ploše
- ▶ Modifikace:
 - ▶ Náhodné pořadí dílků při vybírání na dané pozici
 - ▶ Netrpělivost — po určité době restart

Výsledky pro backtracking

Plocha	Čas [hod:min:sek]
$6 \times 6 \times 6$	0:00:00
$8 \times 8 \times 8$	0:00:23
$9 \times 9 \times 9$	1:00:32
$10 \times 10 \times 10$	> den

Plocha	Způsob procházení	Čas [hod:min:sek]
$8 \times 8 \times 8$	řádkový	0:00:04
$8 \times 8 \times 8$	spirálovitý	0:00:03
$9 \times 9 \times 9$	řádkový	0:22:36
$9 \times 9 \times 9$	spirálovitý	0:04:04

Genetické algoritmy

- ▶ Simulují evoluční proces
- ▶ Jednotlivec — plocha
- ▶ Populace — více možností nastavení plochy
- ▶ Start: náhodné plochy
- ▶ Selekcí, křížením a mutací k lepší nové generaci

Genetické algoritmy, jiná varianta

- ▶ Jednotlivec — dílek plochy
- ▶ Populace — plocha
- ▶ Start: náhodná plocha (splňující pravidla)
- ▶ Dochází pouze ke zlepšování dílků uvnitř plochy, ne úplně genetický algoritmus

Výsledky pro genetické algoritmy

První varianta

Nedosáhne nikdy úplného cíle.

Druhá varianta

Plocha	Čas [hod:min:sek]
$3 \times 3 \times 3$	0:00:00
$4 \times 4 \times 4$	0:00:09
$5 \times 5 \times 5$	0:40:35–2:16:42
$6 \times 6 \times 6$	> den

Simulated Annealing

- ▶ Simuluje žhání oceli
- ▶ Ocel — plocha
- ▶ Podobné jako druhá varianta genetických algoritmů
- ▶ Start: rozházená plocha zadání
- ▶ Kroky: přiblížení se cílové ploše pomocí rotací a prohazování dílků
- ▶ Vzdoruje uváznutí v lokálním optimu

Výsledky pro Simulated Annealing

Plocha	Čas [hod:min:sek]
$3 \times 3 \times 3$	0:00:06
$4 \times 4 \times 4$	0:02:31–0:03:06
$5 \times 5 \times 5$	> den

SAT

- ▶ Pouze přepis problému do logické formule
- ▶ boolean SATisfiability problem
- ▶ Využití externích SAT solverů k řešení:
 - ▶ Simplify
 - ▶ MiniSat
 - ▶ Spear
 - ▶ zChaff

Výsledky pro SAT

Plocha	SAT solver (program)	Čas [hod:min:sek]
$3 \times 3 \times 3$	Simplify	0:00:18
$3 \times 3 \times 3$	MiniSat, Spear, zChaff	0:00:01
$4 \times 4 \times 4$	Simplify	> 4:08:59
$4 \times 4 \times 4$	MiniSat, Spear, zChaff	0:00:01
$5 \times 5 \times 5$	MiniSat	0:00:17
$5 \times 5 \times 5$	Spear	0:00:45
$5 \times 5 \times 5$	zChaff	0:09:45
$6 \times 6 \times 6$	MiniSat	4:25:11
$6 \times 6 \times 6$	Spear, zChaff	> 4:00:00
$7 \times 7 \times 7$	MiniSat	> den

Shrnutí výsledků

Řešení do 24 hodin:

Algoritmus	Velikost plochy
backtracking	$9 \times 9 \times 9$
SAT	$6 \times 6 \times 6$
pseudoGA	$5 \times 5 \times 5$
Simulated Annealing	$4 \times 4 \times 4$
GA	—

Konec