

Úvod do Umelej Inteligencie

Cvičenie 5 - Constraint-Satisfaction Problem (CSP)

Október 19, 2022

CONSTRAINT-SATISFACTION PROBLEM

Budeme implementovať klasický CSP problém farbenia mapy Austrálie a ďalších štátov, spoločne s Vami vybranou heuristikou.

Program:

Najdôležitejšou triedou je trieda **MapCSP** v súbore *map_csp.py*, ktorá obsahuje:

- možné farby (list *self.color_options*),
- zoznam štátov (list *self.states*),
- ofarbenie jednotlivých štátov (dict *self.colors*: štát -> farba), po inicializácii sú farby všetkých štátov *None*,
- funkcie *has_color*, *get_color*, *set_color*, *del_color* na ofarbovanie mapy,
- pomocné funkcie *print_map*, *same_colors(state1, state2)*, *all_colored*.

V programe máte viacero miest, ktoré máte doprogramovať, všetky sú klasicky označené:

- **can_set_color(state, color)** - vráti *True* ak môžem štát *state* ofarbiť farbou *color* bez toho, aby som porušil podmienky, t.j. žiadny ofarbený susediaci štát nemôže mať rovnakú farbu *color*. Funkcia nemení ofarbenie mapy!
- **select_next_state()** - vyberie ďalší štát, ktorý sa bude ofarbovať. Táto funkcia je miestom pre prípadné heuristiky.
- **color_map()** - funkcia ofarbí jednotlivé štáty tak, aby žiadne dva susediace nemali rovnakú farbu. Funkcia vráti *True* keď nájde ofarbenie, alebo *False* ak neexistuje vhodné ofarbenie mapy.

V **maps.py** sú ďalšie triedy *AustraliaMap*, *USSRMap*, *USAMap* a *WorldMap*, ktoré obsahujú jednotlivé mapy rôznych veľostí (7, 18, 51 a 248 štátov), a wrapper trieda *ImpossibleMap*, ktorá zmení mapu tak, aby pre ňu neexistovalo ofarbenie.

Úloha 1 (0.5b): Dorobte spomínané funkcie na riešenie CSP farbenia mapy pomocou obyčajného backtrackingu (bez inferencií).

Úloha 2 (0.5b): Použite nejakú z heuristík na radenie premenných (*Minimum Remaining Value* / *Most Constraining Variable* = *Degree Heuristics* / ...) alebo z heuristík na výber hodnôt (*Least Constraining Value* / ...) . Zo spomínaných heuristík je vzhľadom na naše dáta najefektívnejšia

MRV, ostatné však fungujú tiež pekne. V kóde jasne **vyznačte akú heuristiku ste použili**, komentujte aj prípadné pomocné funkcie, ktoré doplníte.

Orientačné časy behu, ak máte správny algoritmus a dobrú implementáciu:

- Australia, USSR: < 10ms, či s alebo bez heuristiky
- USA: < 3s bez heuristiky, < 50ms s ľubovoľnou heuristikou
- World: bez heuristiky to ani neskúšajte, s MRV heuristikou sa viete dostať < 100ms (závisí od efektivity implementácie)

Odovzdajte iba *map_csp.py*.