

## Posudek oponenta

Oponent: Michal Čáp, MSc.

Student: Jan Cicvárek

Název práce: Algorithms for Minesweeper Game Grid Generation

Zadáním bakalářské práce je formalizace a návrh algoritmu pro problém nalezení řešení hry minesweeper a pro problém generování hracího pole pro tuto hru a evaluace tohoto algoritmu. Zadání dále požaduje, aby navržený algoritmus byl rozšířen tak, aby umožňoval generovat hrací pole, které je možné vyřešit deterministicky, tedy bez nutnosti "hádat".

Student toto zadání splnil. Práce obsahuje rozsáhlou rešerši diskutující výpočetní komplexitu nalezení řešení hry a přehled existujících technik pro zkoumaný problém. Student navrhl nový algoritmus pro hru minesweeper, který používá existující techniky v situacích, kdy jsou tyto techniky efektivní a v komplexnějších herních situacích modeluje problém nalezení bezpečného tahu jako constraint satisfaction problém, který následně řeší. Tento algoritmus je dále použit pro sestavení generátoru hracího pole, u kterého je zaručeno, že lze deterministicky vyřešit bez nutnosti "hádat".

Navržený algoritmus je v práci porovnán s existujícími metodami, které v úloze identifikace deterministicky řešitelných polí překonává, avšak za cenu vyšších nároků na výpočetní čas.

Práce je v porovnání s jinými bakalářskými pracemi rozsáhlá. Obsahuje poměrně hlubokou analýzu komplexity problému a existujících metod. Pozitivně hodnotím především to, že diskutované aspekty hry a přístupy k řešení jsou ilustrovány velkým množstvím názorných příkladů.

Mezi slabší stránky práce patří typografické zpracování textu (např. strany 10-17 jsou poloprázdné) a větší množství překlepů a celkově méně učesaná stylistika předloženého textu.

Namátkou:

- figure 4 => Figure 4;
- ... mine doesn't provide ... => ... mine does not provide ...;
- $m * n$  =>  $m \cdot n$ ;
- Studholme[6] ... => Studholme [6] ...;
- C. Studholm implements a 7 step algorithm => Studholm implements a seven-step algorithm ...;
- $\langle X, D, C \rangle$  =>  $\langle X, D, C \rangle$  apod.

Pseudokódy navržených algoritmů v sekci 6 jsou na můj vkus příliš neformální a nutí tak čtenáře, aby si domýšlel důležité detaily. Práce dále obsahuje občasné nepřesnosti jako je například výrok "Since any problem in NP can be reduced to any other problem in NP, it is possible that a graph colouring problem will be good at finding path through multiple points or that an algorithm that determines isomorphism of two graphs will be great at solving

Minesweeper boards." První část věty by implikovala, že  $P=NP$ , student tedy zřejmě chtěl napsat "every NP-complete problem can be reduced to any other NP-complete problem". Druhá část věty, tj. tvrzení, že Minesweeper lze redukovat na problém isomorfismu grafů, je také zavadějící, neboť problém grafového isomorfismu pravděpodobně není NP-úplný (je to jeden z mála tzv. low-hierarchy NP problémů), zatímco Minesweeper NP-úplný je.

**Shrnutí:** Student splnil všechny body zadání bakalářské práce, navrhl algoritmus pro generování deterministicky řešitelných hracích polí ve hře minesweeper a své řešení experimentálně zanalyzoval. Své poznatky a popis řešení sepsal do naprůměrně rozsáhlého textu, který však má stylistické a typografické rezervy.

Bakalářskou práci proto hodnotím stupněm **B - velmi dobře**.

Michal Čáp  
9. června 2017