

Posudek vedoucího bakalářské práce  
Pavla Šimkoviče  
**Řešení Zermelova navigačního problému pomocí level-set metody**

### **Obsah práce**

Předložená práce se zabývá studiem Zermelova navigačního problému, navrženého v roce 1931 Ernestem Zermelem, týkajícího se hledání optimální trajektorie lodi / vzducholodi v daném rychlostním poli. Zatímco pro časově nezávislé rychlostní pole je možné problém redukovat na soustavu obyčejných diferenciálních a algebraických rovnic, v případě časově proměnlivého rychlostního pole problém nelze takto významně zjednodušit. Je nutné rovnou řešit původní komplikovanou úlohu založenou na evoluci fronty dosažitelnosti, která popisuje, kam nejdál se vzducholod v daném rychlostním poli a čase umí dostat.

*Dosažené výsledky.* Vývoj fronty dosažitelnosti student řeší numericky pomocí level-set metody, kterou implementuje v konečně-prvkovém kódu Firedrake. Na frontě je hodnota level-setu rovna nule, mimo ní je požadováno, aby byla jeho hodnota rovna znaménkové distance funkci. To ovšem není řešení původní rovnice, a toto řešení se provádí reinicializací level-setu v každém časovém kroku pomocí Fast marching metody.

Tento numerický komplexní problém se skládá ze tří fází výpočtu: (i) propagace fronty, (ii) zpětná rekonstrukce trasy, (iii) dopředná integrace a student ho úspěšně implementoval.

Práce řeší několik různých problémů, od navigace v časově nezávislém rychlostním poli, jehož řešení lze získat semi-analyticky a je tak použito jako vhodný benchmark; přes navigaci ve vířivém poli; až po navigaci v reálném časově proměnlivém rychlostním poli získaného z předpovědi počasí.

*Přínos autora.* Přínos autora práce se skládá z několika částí. Vyzdvihnul bych především jeho samostatnou práci zahrnující vývoj level-setu metodou konečných prvků, implementaci Fast marching metody, zpětnou rekonstrukci, automatické získávání a zpracování meteorologických dat a nakonec vývoj graficky přívětivého uživatelského prostředí.

### **Hodnocení práce**

Práce je obsahově velmi zdařilá. Práce se čte velmi dobře a obsahuje velmi malé množství překlepů a typografických chyb.

*Doporučení.* Předloženou práci jednoznačně doporučuji uznat jako bakalářskou práci.

v Praze 9. června 2024  
Karel Tůma  
Matematický ústav Univerzity Karlovy