

Posudek školitele na bakalářskou práci studenta oboru Matematické inženýrství,
zaměření Matematické modelování

Dominika Horáka

Matematické modelování proudění a obtékání překážek pomocí mřížkové Boltzmannovy metody

Shrnutí obsahu práce

Předložená bakalářská práce (BP) se zabývá matematickým modelováním proudění a obtékání překážek pomocí mřížkové Boltzmannovy metody (LBM). V širším pohledu je toto téma motivováno zkoumáním použitelnosti LBM v matematickém modelování úloh subsonického proudění a transportu v motorsportu ve spolupráci s Ing. Petrem Furmánkem Ph.D., který v současnosti působí v týmu Scuderia AlphaTauri S.p.A.

Mezi cíle BP patřilo: a) studium matematického modelování proudění tekutin, b) sestavení matematického modelu izotermálního subsonického proudění a formulace úlohy pro případ dvourozměrné prostorové aproximace, c) seznámení se s LBM pro řešení dané úlohy, d) nastudování implementace LBM na GPU a provedení potřebných modifikací stávajícího kódu LBM vyvíjeného na KM FJFI ČVUT v Praze a konečně e) otestování implementace LBM na vhodně zvolené testovací úloze.

Práce je přehledně rozdělena do tří kapitol dobře pokrývajících výše zmíněná témata a jednotlivé cíle. V první kapitole je shrnut matematický model proudění tekutin, definovány základní pojmy a formulovány úlohy ve 2D a 3D. Ve druhé kapitole je přehledně shrnuta numerická metoda LBM a popsána metoda výměny hybnosti pro výpočet silového působení tekutiny na obtékané těleso, a to včetně její implementace. Ve třetí kapitole je pak na zvolené testovací úloze ve 2D a 3D prozkoumána správnost a věrohodnost numerické metody pro různé nastavení časové a prostorové diskretizace.

Dosažené výsledky

V BP se povedlo dosáhnout celé řady užitečných výsledků, z nichž mezi nejvýznamnější patří:

1. seznámení se s netriviální problematikou subsonického turbulentního proudění vazkých tekutin,
2. seznámení se s metodou LBM a studium pokročilých okrajových podmínek pro LBM,
3. seznámení se s implementací LBM na GPU ve 2D a 3D v rámci kódu vyvíjeného na KM ČVUT v Praze, implementace pokročilých okrajových podmínek a modifikace tohoto kódu pro účely řešení testovacích úloh v rámci předložené BP,

4. provedení velkého množství simulací na GPU zkoumajících vliv časoprostorové diskretizace, použité přesnosti a různých typů okrajových podmínek LBM na hodnoty odporového a vztlakového koeficientu.

Hodnocení a výstupy

Předložená BP má odpovídající formální i obsahovou úroveň a zadání splňuje v plném rozsahu. Velmi oceňuji především Dominikovo nadšení a aktivní přístup k práci na tématu. K práci nemám žádné dotazy.

V květnu 2022 se Dominik zúčastnil mezinárodní konference WSC 2022 v Děčíně, kde prezentoval ústní příspěvek: *Mathematical modeling of flow around obstacles using the lattice Boltzmann method*.

Návrh známky

BP doporučuji k obhajobě a navrhuji známku **A (výborně)**.

V Praze dne 7. července 2022

doc. Ing. Radek Fučík, Ph.D.