

Oponentský posudek

Práce: Numerické řešení adjungované rovnice pro mřížkovou Boltzmannovu metodu

Autor: Bořivoj Kronowetter

Oponent: Ing. Kateřina Škardová

Předložená práce je zaměřena na řešení adjungované rovnice pro mřížkovou Boltzmannovu metodu (LBM). Autor si v úvodu práce stanovuje za cíl popsat základy LBM, popsat princip konstrukce adjungované úlohy a následně tento postup aplikovat na LBM. Dále je cílem implementovat obě metody ve 2D. Tyto cíle se shodují se zadáním práce.

V první kapitole se autor věnuje popisu LBM. Tato kapitola velmi přehledně popisuje všechny kroky odvození a použití metody a je doplněna přehlednými diagramy. V některých místech této kapitoly je značení mírně nekonzistentní.

V druhé kapitole je nejprve uveden seznam definic potřebných k odvození adjungované úlohy pro obecnou minimalizační úlohu s vazbou. V další části této kapitoly je formulována konkrétní minimalizační úloha pro LBM. V této úloze je cílem minimalizovat rozdíl mezi naměřenými a simulovanými makroskopickými veličinami (hustota a rychlost), vazby tvoří požadavky na splnění Boltzmannovy transportní rovnice a počáteční podmínky. Parametr, jehož optimalizací je minimalizována ztrátová funkce, je zrychlení \vec{a} . V tomto bodě se práce odchyluje od zadání, kde měla být řídicím parametrem počáteční podmínka. V sekci 2.2.1 je navíc úloha formulována pro $a = a(\vec{x}, t)$, v sekci 2.2.3 se jedná již o vektor $\vec{a} = (a^x, a^y)$ konstantní v prostoru a čase. Tato změna je okomentována až později v kapitole 3.

Kapitola 3 obsahuje několik testovacích úloh. Nejprve jsou uvedeny úlohy na testování implementaci LBM. V jedné z těchto úloh jsou výsledky řešiče srovnány s analytickým řešením. V druhé části kapitoly je pro dvě z těchto úloh řešena i adjungovaná úloha. Všechny optimalizační úlohy jsou přehledně formulovány. Místo naměřených dat jsou v této sekci použity data předem vygenerovaná pomocí LBM. Ve všech testovacích úlohách dojde optimalizací parametru \vec{a} ke shodě v makroskopických veličinách. Také hodnota samotného parametru \vec{a} je odhadnuta správně. Sekce 3.2 obsahuje také detaily implementace adjungované metody. Tato sekce by dle mého názoru mohla být detailněji rozepsána a ideálně také přesunuta v práci před kapitolu výsledků. Bez popisu dílčích kroků je přechod od obecně odvozené rovnice pro výpočet gradientu k aproximaci dané rovnicí (3.16) pro čtenáře těžko pochopitelný.

V závěru je uvedeno několik kroků, které by bylo možné realizovat v pokračování práce, především jiná volba řídicích parametrů a přechod k řešení úloh ve 3D.

Práce kombinuje dvě náročná témata – LBM a adjungovanou metodu. Autor práce zvládl obě témata nastudovat a předat čtenáři princip obou metod v přehledné formě. Navíc byly obě metody implementovány a jejich funkčnost byla ověřena na několika úlohách. K nejzásadnějším nedostatkům práce patří zmíněná nižší přehlednost textu v sekcích, které se týkají implementace adjungované metody pro LBM a jejího použití na prezentovaných úlohách. Dále by bylo vhodné odůvodnit odklon od původního záměru řídit optimalizaci pomocí počáteční podmínky. Do sekce výsledků by bylo zajímavé doplnit úlohu, v níž by kvalita cílových dat, generovaných pomocí LBM, byla snížena například přidáním šumu. S takto poškozenými daty by se úloha více blížila použití na reálných neměřených datech, jak je uvedeno při formulaci úlohy v kapitole 2. Méně zásadní poznámky k textu jsou vyznačeny v příloženém dokumentu.

Vzhledem ke zmíněným nedostatkům navrhuji práci hodnotit známkou **B - velmi dobře**.

V Dallasu dne 15. srpna 2022

Ing. Kateřina Škardová