

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vysoce přesné algoritmy pro interpolace funkcí v Lagrangeovsko-Eulerovských (ALE) metodách
Jméno autora:	Matěj Popďakunik
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyzikální elektroniky
Oponent práce:	Ing. Matěj Klíma, PhD.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra fyzikální elektroniky, FJFI ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<p><i>Zadáním práce bylo navrhnout a implementovat metodu interpolace (rekonstrukce) diskrétních jednorozměrných veličin pomocí nespojitě funkce v kontextu remapování fyzikálních veličin mezi výpočetními sítěmi. Dále porovnat přesnost této metody ve srovnání s polynomiální a nepolynomiální (hyp. tangens – metoda THINC) rekonstrukcí.</i></p> <p><i>Zadání je spíše náročnější, jelikož vyžaduje od autora práce napsání nebo ovládnutí relativně komplexního kódu pro remapování fyz. veličin a vytvoření v literatuře pravděpodobně nepopsané interpolační metody a její srovnání s metodami odpovídající současné úrovni poznání v oboru.</i></p>	

Splnění zadání	splněno
<p><i>Z textu práce a prezentovaných výsledků testovacích úloh lze usoudit, že všechny body zadání byly splněny, autorovi se podařilo implementovat jak metodu pro remap veličin, tak metodu rekonstrukce pomocí nepolynomiální THINC funkce popsané v odborné literatuře. Autor teoreticky popisuje návrh rekonstrukce nespojitou funkcí (kap. 3.3.6 a 3.3.7), tato metoda je implementována a výsledky srovnání jsou prezentovány v kap. 6 (srovnání s multimateriálovým remapem konkrétně v kap. 6.3 a 6.4).</i></p> <p><i>Autor práce navíc oproti zadání metodu použil nejen při samotném remapování, ale i v ALE numerické simulaci neviskózní mechaniky tekutin. Práce byla tedy rozšířena o teoretický popis Lagrangeovského kroku (kap. 4) a výsledky srovnání použitých metod rekonstrukcí v rámci kompletní ALE simulace (kap. 7). Tyto výsledky naznačují potenciální využitelnost metody pro praktické aplikace ve fyzikálních výpočtech.</i></p>	

Zvolený postup řešení	vhodný
<p><i>Zvolený postup řešení je vhodný pro dané zadání. Navržená metoda spočívá v lokálním využití THINC/nespojitě rekonstrukce v buňkách, které jsou označeny jako obsahující kontaktní nespojitost, zatímco v okolních buňkách bude použita polynomiální rekonstrukce s postupně se zvyšujícím řádem. Toto řešení je schopné kombinovat výhody přesnosti polynomiální rekonstrukce ve spojitéch částech remapovaného rozložení veličin s přesnou reprezentací nespojitostí.</i></p> <p><i>Autor vytvořil pro účely práce vlastní výpočtový kód v moderním interpretovaném jazyce Python, pro výpočetně náročné části pak používá specializované numerické knihovny.</i></p>	

Odborná úroveň

výborná

Odborná úroveň práce je velmi dobrá. Autor je schopen popsat teoretické odvození jím navrhované metody jako limitního případu spojité rekonstrukce THINC funkcí. Vybrané testovací úlohy jsou relevantní pro zkoumané vlastnosti metody (rekonstrukce spojitých i nespojitých funkcí, různé druhy nespojitostí...). Při analýze výsledků autor používá jak zobrazení prostorového rozložení veličin pro určení lokálních odchylek, tak výpočty celkové chyby.

Formální a jazyková úroveň

podprůměrná

Úroveň zpracování bohužel patří ke slabším stránkám této práce.

Jazyková úroveň textu je kolísající, některé části (zejména teoretické kapitoly 2 a 3) jsou poměrně kvalitní. Některé části textu jsou ovšem nekonzistentní a často zde chybí zasazení do kontextu, např.:

- V úvodu práce je zmiňováno remapování a rekonstrukce funkcí, aniž by bylo alespoň jednoduše vysvětleno jak spolu tyto dvě části algoritmu souvisí.
- V úvodu je sice popsáno, jaký fyzikální/matematický model je v práci využíván, ale není zde vůbec zmíněno, na jaké typy reálných problémů mohou být zde popisované numerické metody používány. U nepřímých ALE metod je přitom oblast jejich využití poměrně specifická.
- V kapitolách 6 a 7 (numerické výsledky) jsou některé výsledky uvedeny s minimálním nebo chybějícím vysvětlujícím textem (např. Tab. 1 a 2), v kapitole 7 chybí odůvodnění výběru použitých testů. Tab. 5 naopak obsahuje počáteční podmínky testů, které v práci vůbec nejsou.

Tyto nedostatky nesnižují hodnotu výsledků práce, ale omezují jejich čitelnost pro ne zcela poučeného čtenáře, který není obeznámen s citovanými publikacemi.

V práci jsou dále některé typografické nedostatky (např. přetečení u Tab. 5, vzorce (79) apod.).

Vykreslení grafů občas překrývá data legendou (Obr. 13 c), 15), nebo jsou data obtížně čitelná (Obr. 19) z důvodu chybějícího přiblížení relevantních částí obrázku. Taktéž popisky obrázků nejsou vždy dostatečně vystihující (chybí popisky os u Obr. 17).

Výběr zdrojů, korektnost citací

průměrné

Výběr zdrojů práce obsahuje zejména aktuální publikace v mezinárodních časopisech, relevantní pro postup řešení a postihující všechny převzaté prvky v textu práce.

Zde bych pouze vytknul místy nevhodné umístění citačních odkazů v textu - ty chybí např. v úvodních textech jednotlivých teoretických sekcí k principu již zavedených ALE metod a remapu (kap. 2,3,4), nebo zcela u Shu-Osherova testu (kap. 7.2). Tyto převzaté postupy jsou ovšem popsány ve zdrojích, na které je odkazováno v textu jinde. V bibliografii tedy tyto zdroje uvedeny jsou, nicméně to může ztížit orientaci v problematice pro čtenáře, kteří nejsou detailně seznámeni s vývojem v oboru.

Samotná bibliografická sekce práce je v souladu s citačními zvyklostmi a v pořádku.

Další komentáře a hodnocení

Výsledky práce ukázaly, že navržená metoda je potenciálně vhodná pro remapování diskrétních polí fyzikálních veličin s kontaktními nespojitostmi bez vytváření nežádoucích oscilací. Na testovacích úlohách bylo ukázáno, že lokální chyba navržené metody je v těchto případech obdobná nebo i menší (u skokové funkce v Obr.15) než při použití pouze spojitě rekonstrukce. Dále bylo prokázáno, že metoda dává dobré výsledky i v 1D ALE simulaci Riemannových problémů v neviskózní tekutině. Tyto výsledky jsou dobré i v kontextu současné úrovně znalosti v oboru. V případě doplnění o zevrubnější analýzu a srovnání více metod v kontextu hydrodynamických testů by mohly posloužit i jako základ pro publikaci v odborné literatuře.

Z prezentovaných výsledků usuzuji, že implementace metody v počítačovém programu autora je funkční, ačkoli samotný kód není součástí práce.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Celkově hodnotím práci jako zdařilou, podařilo se splnit všechny cíle zadání a rozsah práce i mírně rozšířit. Autor prokázal, že je schopen využít a rozvíjet moderní numerické metody a implementovat je v počítačovém kódu. Výsledky ukazují, že navržená metoda rekonstrukce je potenciálně efektivní pro remapování kontaktních nespojitostí v ALE simulacích z oblasti mechaniky tekutin. Tyto výsledky jsou originálním přispěním autora k výzkumu v oblasti metod přesných interpolací fyzikálních veličin. Nicméně, formální a stylistické nedostatky v textu práce mi bohužel neumožňují hodnotit práci nejlepší známkou.

Na autora bych měl následující dotazy:

- Na začátku kapitoly 4 zmiňujete pouze „Pro Lagrangeovský krok jsme zvolili cell-centered metodu, toto nám umožňuje remapovat všechny proměnné stejně.“ Vysvětlete prosím podrobněji jaké výhody má cell-centered diskretizace v kontextu Lagrangeovské i remapovací části algoritmu (např. oproti střídavé diskretizaci).
- U výsledků Shu-Osherova testu je vidět nápadný rozdíl v profilu náběhu první ze série oscilací u Lagrangeovského výpočtu a ALE s nespojitou rekonstrukcí. Máte pro toto chování nějaké vysvětlení?
- V kap. 3.3.7. zmiňujete, že v sousední buňce od buňky označené jako obsahující nespojitost používáte limitovanou lineární rekonstrukci, s každou další buňkou se pak řád polynomu může zvýšit dvojnásobně. Jaké je odůvodnění pro tento postup, resp. je možné zvyšovat řád až po více buňkách? Může to mít vliv na obtížné testy, kde je nespojitost v nelineární funkci?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm B - velmi dobře.

Datum: 17.8.2023

Podpis:

