

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Bc. Miroslav Tomášik
Název práce: Lattice gas cellular automata in hydrodynamics
Studijní program a obor: Fyzika, Matematické modelování ve fyzice
Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Martin Scholtz, Ph.D.
Pracoviště: Ústav teoretické fyziky, MFF
Kontaktní e-mail: scholtz@utf.mff.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Celulární automaty představují zajímavou alternativu k standardním numerickým metodám řešení Navierových—Stokesových rovnic v hydrodynamice. Jedná se o mikroskopický model založený na velmi zjednodušené dynamice částic tvořících kapalinu, který však přesto v makroskopické limitě reprodukuje, aspoň do určitého řádu, řešení hydrodynamických rovnic. Výhodou je také snadná paralelizovatelnost výpočtů a poměrně jednoduchý kód.

V teorii turbulence existuje málo přesných, analytických výsledků, což je způsobeno zejména nelinearitou a nestabilitou Navierových-Stokesových rovnic. V teorii rozvinuté turbulence formulované poprvé Kolmogorovem však lze použít aparátu kvantové teorie pole, renormalizační grupy a Feynmanových diagramů k výpočtu různých statistických veličin a charakteristik rychlostního pole kapaliny. Například lze zkoumat odchylky od původních fenomenologických postulátů formulovaných Kolmogorovem, vypočítat Kolmogorovovu konstantu, či zkoumat anomální škálování, a vliv anizotropie na tyto jevy.

Motivací práce bylo prozkoumat, do jaké míry se modely založené na celulárních automatech hodí ke zkoumání těchto problémů a zda lze metody renormalizační grupy na celulární automaty aplikovat. Jelikož se jedná o dlouhodobý a náročný projekt, prvním krokem měla být analýza, zda lze pomocí celulárních automatů simulovat podmínky plně rozvinuté turbulence, zda lze adekvátně kontrolovat anizotropii systému, a podobně.

Cílem diplomové práce bylo nastudovat problematiku celulárních automatů, implementovat různé modely v jazyce C++ nebo Python, simulace vhodně vizualizovat a extrahovat z nich kvantitativní charakteristiky toku. Dalším krokem měl být výpočet korelačních a strukturních funkcí rychlostního pole, vizualizace korelačního tenzoru, zkoumání škálovacích zákonů.

Tyto cíle naplnil student jen částečně a ne zcela uspokojivým způsobem. Mezi silné stránky práce patří poměrně hezký úvod do konceptu celulárních automatů a různé elementární příklady a poměrně široké spektrum probíraných témat. Oceňuji také, že student zvolil pro implementaci trojrozměrný model, ačkoli jsem navrhoval jednodušší model dvojrozměrný. Student se také sám naučil základní techniky paralelizace výpočtů a úspěšně je spouštěl na clusteru. Ze simulací pak získal i nějaké obrázky a v podstatě zvládl výpočet makroskopických veličin. Za úspěšnou část považuji i obtékání překážek různých tvarů v modelu s viskózní kapalinou.

Bohužel, navzdory těmto úspěchům nemohu označit práci za zdařilou. Pan Tomášik na ní formálně pracoval zhruba tři roky, ovšem velmi nepravidelně a s nepřilíživým nasazením. Hlavní výsledky práce vznikaly na poslední chvíli a před odevzdáním jsem ani neměl možnost si finální verzi práce přečíst. Výsledkem je nepřiměřené množství jazykových a stylistických chyb, objevují se nedokončené kapitoly, překlepy, v práci zůstaly autorovy osobní poznámky (často zcela nesmyslné, jako například „bla bla“), naopak chybí některé reference. Teoretická část začíná slibně, ale je neúplná, argumenty nejsou dovedeny do konce, případně jsou nepřesné, nebo přímo chybné. Některé části působí samoučelně a nejsou ukončené, ani se nikde v práci jejich výsledky nepoužívají. Kvalita některých obrázků je velmi nízká, některé ani nejsou původní ale zkopírované metodou „print screen“ z elektronické publikace.

Přes tyto výhrady konstatuji, že student zvládl základy teorie a implementace celulárních automatů a proto práci **doporučuji** uznat jako diplomovou práci.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Vizualizace korelačního tenzoru (strany 130, 131) poukazuje na silnou anizotropii ve studovaném modelu, což bych nečekal. Má autor intuici, čím je to způsobeno? Je možnost, že je chyba v kódu, nebo lze tuto anizotropii vysvětlit jako důsledek použitého modelu?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta:

1. února v Praze