



POSUDEK VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název bakalářské práce.....**Simulace dvojrozměrného
turbulentního toku pomocí
celulárních automatů**

Autor (včetně titulů).....**Ilyias Boztayev**

Vedoucí bakalářské práce (včetně titulů) **Mgr. Martin Scholtz. Ph.D.**

Hodnotící hlediska a jejich klasifikace

Splnění požadavků a cílů bakalářské práce.....A (výborně) ... 1,0

Samostatnost a vlastní iniciativa
při zpracování bakalářské práce.....A (výborně) ... 1,0

Využívání znalostí získaných vlastním studiem
a z odborné literatury.....B (velmi dobře) ... 1,5

Využívání podkladů a dat získaných z praxe.....A (výborně) ... 1,0

Odborná úroveň a přínos bakalářské práce.....A (výborně) ... 1,0

Formální zpracování a úprava bakalářské práce.....A (výborně) ... 1,0

Další připomínky k bakalářské práci:

Bakalářskou práci doporučuji k obhajobě.

Celková klasifikace bakalářské práce.....A (výborně)

Mgr. Martin Scholtz. Ph.D.
.....
jméno a tituly vedoucího bakalářské práce podpis vedoucího bakalářské práce

V Praze26. srpna 2015

Scholtz Martin

Oponentura bakalářské práce

autor: *Ilyas Boztayev*

Simulace dvojrozměrného turbulentního toku pomocí celulárních automatů

oponent: Martin Scholtz scholtz@utf.mff.cuni.cz

Ústav teoretické fyziky, MFF UK

1 Komentář k práci

Práce se zabývá alternativním přístupem k simulaci realistických hydrodynamických problémů. Zatímco standardní přístupy jsou založeny na numerickém řešení Navierových-Stokesových rovnic, celulární automaty simulují přímo mikrodynamiku částic tvořících kapalinu. Tato mikrodynamika je oproti realitě značně zjednodušená, ale matematické teorémy ukazují, že na makroskopické úrovni reprodukuje skutečné řešení Navierových-Stokesových rovnic. Vzhledem k jednoduché mikrodynamice jsou celulární automaty mnohem méně výpočetně náročné než obvyklé numerické metody.

Pan Ilyas Boztayev je student oboru údržby letadel, má však zájem o hlubší pochopení fyziky letu na fundamentální úrovni. Při výběru tématu práce jsem musel brát ohled na omezené základy matematiky, fyziky a programování, které studenti v bakalářském programu dostávají. Cíle práce byly:

- seznámení se se základy tenzorového počtu a s matematickým odvozením Navierovy-Stokesovy rovnice, s teorií Lieových a rotačních grup;
- numerické řešení jednoduché parabolické rovnice (byla zvolena rovnice vedení tepla) s počátečními a okrajovými podmínkami;
- seznámit se s konceptem celulárních automatů a jejich statistickým popisem;
- studium konkrétních hydrodynamických automatů, HPP a FHP modelem;
- implementace těchto modelů v jazyku C++, zvládnutí datového i grafického výstupu pomocí programu GNU plot, implementace potřebných pomocných skriptů v prostředí Maxima, Mathematica;
- naučit se psát odborné texty v angličtině a za pomoci profesionálního sazecího systému L^AT_EX;
- aplikace FHP modelu na problém obtékání reálného profilu křídla libovolného tvaru.

Jak je vidět, cíle práce byly poměrně ambiciózní, přesto se je povedlo naplnit skoro v úplné míře, o čemž svědčí i rozsah výsledného díla. Pan Boztayev pracoval svědomitě a průběžně, byl iniciativní a zapálený, přitom se však vždy nechal usměrnit, pokud se jeho snažení ubývalo špatným směrem. Nezalekl se potřebné matematiky a v rámci svých možností poctivě navštěvoval moje přednášky, aby nastudoval partie, které jsou v práci prezentovány.

Práce byla zamýšlena jako úvod do nesmírně komplexní problematiky celulárních automatů a počítačové hydrodynamiky. Považuji za úspěch, že pan Boztayev byl schopen po nastudování náročných partií ještě schopen napsat vlastní program a nastudované modely implementovat a aplikovat je na problém obtékání profilu. Výsledný program je uspokojivý a představuje realistický model hydrodynamiky. Kvalitativně reprodukuje známé experimentální jevy jako vznik Kármánových cest za překážkou nebo vznik úplavu. Ve svém současném stavu ještě program nemůže sloužit k reálným inženýrským aplikacím, ale pokud bude pan Boztayev ve výzkumu v této oblasti pokračovat, považuji za reálný vznik originální publikace v impaktovaném časopise.

Oceňuji také, že pan Boztayev se rozhodl psát práci v angličtině. Jeho angličtina a schopnosti vyjadřování v angličtině se během psaní práce značně zlepšily. Musím mu však vytknout, že některých chyb a zlovyků v angličtině se nezbavil do konce a tak jsem mu musel neustále opravovat tytéž chyby i v nově vznikajícím textu.

1.1 Shrnutí

Student se zvládl zorientovat v několika náročných oblastech: v teoretické hydrodynamice, v celulárních automatech a v programování, a to hned v několika jazycích a prostředích. Úroveň tohoto zorientování je samozřejmě adekvátní úrovni bakalářské práce (nebo ji mírně překračuje), přesto student zvládl mnohá opravdu netriviální témata. Výsledkem je fungující, realistický model dvojrozměrného toku, který na kvalitativní úrovni reprodukuje experimentální fakta a řešení získaná tradičními metodami. Model byl aplikován na několik reálných profilů a součástí práce je i rozsáhlá galerie výsledků. Student také zvládl napsat vlastní text v angličtině a v prostředí \LaTeX . Práci považuji za **nadprůměrnou** a proto ji **doporučuji** k obhajobě a navrhuji **hodnocení A** (výborně).