

Oponentský posudek

disertační práce pana RNDr. Martina Kyncla nazvané

Numerical Solution of the Three-dimensional Compressible Flow

Disertační práce RNDr. Martina Kyncla obsahuje v souladu s §47 zákona č. 111/98 původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění. Práce se zabývá aktuální problematikou numerického modelování dynamiky stlačitelných tekutin ve více prostorových dimenzích. Autorův výzkum je inspirován řešením konkrétních problémů inženýrské praxe.

Autor se zaměřuje na vývoj a analýzu metody konečných objemů, především pak na efektivní implementaci různých okrajových podmínek.

Práce má 97 stran a je rozdělena do čtyř kapitol. První kapitola je věnována základním poznatkům z oblasti matematického modelování proudění stlačitelných tekutin. Jsou zde formulovány Eulerovy a Navierovy-Stokesovy rovnice. Druhá kapitola je zaměřena na analýzu okrajových podmínek pro Eulerovy rovnice v jedné prostorové proměnné, speciálně okrajovým podmínkám s upřednostněním tlaku, teploty, rychlosti, okrajovým podmínkám na nepropustné stěně a okrajovým podmínkám s preferencí celkových veličin. Kapitola třetí se zabývá obdobnou problematikou, je ovšem zaměřena na problémy ve více prostorových proměnných. Navíc je zde věnována pozornost diskretizaci metodou konečných objemů problémů proudění vazké a nevazké tekutiny. Kapitola čtvrtá je věnována stručnému popisu softwaru vyvinutého autorem a numerickým experimentům.

Problematika okrajových podmínek pro počátečně-okrajové úlohy s nelineárními parciálními diferenciálními rovnicemi popisující dynamiku tekutin představuje velice složitou oblast bádání. Autor popisuje, jak implementovat různé typy okrajových podmínek v rámci metody konečných objemů. Tato metoda je založena na aproximaci integrálních bilancí, ve kterých vystupují integrály tokových funkcí přes hranice kontrolních objemů. Pro vyhodnocení těchto integrálů na hranici výpočetní oblasti autor navrhuje využití poznatků založených na řešení speciálně formulovaných Riemannových problémů. Nejdříve studuje související otázky na jednorozměrném případě, pak získané poznatky zobecňuje pro případ vícedimenzionální.

Hlavní teoretický přínos autora v řešené problematice spočívá v analýze modifikovaných lokálních problémů vybavených různými doplňkovými podmínkami a návrhu a analýze okrajových podmínek, které zaručují stejné zobecněné řešení jako původní lokální problém.

Předložená disertační práce splňuje náročná kritéria po stránce teoretické a odborné i po stránce grafické a stylistického zpracování. Jsem toho názoru, že Martin Kyncl v práci prokázal svoje hluboké znalosti jak v oblasti aplikované matematiky a mechaniky kontinua, tak i v oblasti počítačové implementace a modelování složitých problémů. Dovoluji si vyzdvihnout, že autor je nejen teoreticky fundovaný, ale že je také schopen svoje teoretické úvahy dovést do konkrétních aplikačních výsledků. Je evidentní, že má předpoklady k samostatné tvůrčí práci v oboru. Disertační práce je napsána pečlivě, věcně, je srozumitelná a má logickou stavbu. V práci je velmi malý počet přepisů a stylistických nedostatků.

Dovoluji si položit autorovi otázku jako úvod do diskuse při vlastní obhajobě disertační práce:

Zabýval jste se možností využití v práci popisované metodiky i pro jiné modely dynamiky tekutin (např. modelování mělkých vod nebo modelování vícefázového proudění)?

Závěr:

Z celkového hodnocení je zřejmé, že disertační práci doporučuji k obhajobě v rámci oboru Vědeckotechnické výpočty doktorského studijního programu Matematika na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Za předpokladu úspěšné obhajoby disertační práce doporučuji, aby panu RNDr. Martinu Kynclovi byl udělen akademický titul „doktor“ ve výše uvedeném studijním programu.

V Plzni dne 29. června 2011

Doc. Ing. Marek Brandner, Ph.D.
oponent