

Oponentský posudok dizertačnej práce

Paralelní výpočetní architektury založené na numerické integraci

Autor: **Ing. Michal Kraus**

Doktorandský študijný program: Výpočtová technika a informatika

Odbor: Výpočtová technika a informatika

Vedúci práce: doc. Ing. Jiří Kunovský, CSc.

Oponent: prof. Ing. Ján Kollár, CSc.
 Katedra počítačov a informatiky
 Fakulta elektrotechniky a informatiky
 Technická univerzita v Košiciach

Ing. Michala Kraus sa v svojej dizertačnej práci zaoberá simuláciou spojitých systémov popísaných systémom diferenciálnych rovníc, ktoré sú riešené metódou Taylorovho radu. Hlavná časť práce obsahuje návrh a realizáciu špecializovaného paralelného systému pre výpočet numerickej integrácie a porovnanie jednotlivých variantov riešenia.

Efektívne využitie paralelizmu vo všeobecnosti a obzvlášť pre výpočty vysokého výkonu nie je možné dosiahnuť bez špecializovaných architektonických riešení vystihujúcich druh a stupeň paralelizmu algoritmu. Realizáciu paralelných algoritmov na úrovni špecializovaných architektúr možno považovať za zvýšenie úrovne abstrakcie počítačových architektúr vo všeobecnosti a vytvorenie možnosti ich špecializácie pre riešenie úloh v oblasti výpočtov vysokého výkonu, z ktorých niektoré sú spomenuté v úvode práce.

Preto téma dizertačnej práce patrí do odboru dizertácie a je aktuálna z hľadiska súčasného stavu vedy.

V 2. kapitole sa doktorand venuje metódam numerického riešenia diferenciálnych rovníc, v 3. kapitole analýze paralelných modelov a architektúr, vo 4. kapitole prepojavacím sieťam a v 5. kapitole s názvom „Výpočetní operace“ uvádza hadvérovú realizáciu jednotlivých druhov operácií. Uvedené kapitoly tvoria analytickú časť práce, sú spracované po formálnej aj obsahovej stránke dobre a závery, ktoré sú východiskom pre samotné riešenie uvedené v ďalších kapitolách, sú správne.

V ďalších troch kapitolách, teda v kapitole 6, 7 a 8 je uvedený podrobný návrh špecializovaného paralelného systému pre riešenie diferenciálnych rovníc metódou Taylorovho radu, jeho implementácia a využitie.

V závere je uvedený základný prístup k riešeniu, dosiahnuté výsledky, vlastné vedecké prínosy a sú uvedené aj možnosti ďalšieho výskumu.

K práci mám tieto pripomienky a otázky:

1. Str.14, 2.2 Metoda Taylorovy řady, první odstavec obsahuje vetu, *Předkladaná práce se zabývá běžnými „technickými problémy“*, z ktorej nie je jasné, o ktorú prácu ani o aké technické problémy ide.
2. Str.34, prvá veta znie: *V acyklických grafech (v nichž neexistuje kružnice) je volba spojovací cesty jednoznačná*. Otázka je, prečo práve kružnica, a čo znamená jednoznačnosť.
3. Kapitola 4 je síce dobrým prehľadom rôznych typov prepojavacích sietí s ich charakteristikou, ale iba v rovine štruktúry, teda bez formalizovaného vzťahu na typy paralelizmu a bez kvantifikácie, ktorá je nevyhnutná pre kvalifikovanejšie rozhodnutie pre voľbu prepojavacej siete. Nie je ani celkom jasný prínos tejto

kapitoly vo vzťahu na architektúru SIMD, u ktorej straty na synchronizáciu a komunikáciu nie sú kvantitatívne analyzované a vyhodnotené, sú zahrnuté až vo finálnom hodnotení výsledkov simulácie. Otázka je teda, akým prínosom by bola univerzálna prepojovacia sieť pre špecializované riešenie diferenciálnych rovníc?

4. Výsledky simulácie pre tri varianty (paralelno-paralelný, sériovo-paralelný a sériovo-sériový) sú logické. Otázka je, či nemohli byť odhadnuté dopredu bez simulácie, teda analyticky, a to dekompozíciou problému (resp. algoritmu), kvantifikáciou výpočtových dôb a strát pri komunikácii.
5. Ako bola hodnotená stabilita a presnosť výpočtu?
6. Nie je numerické riešenie vychádzajúce z analógového iba emuláciou a nebolo by rádovo efektívnejšie realizovať špecializované procesory pracujúce na analógovom princípe?

Na základe predloženej dizertačnej práce možno konštatovať, že hlavné ciele práce formulované v úvode práce, a to selekcia druhov diferenciálnych rovníc, riešiteľných metódou Taylorovho radu, porovnanie tejto metódy s inými známymi metódami, návrh špecializovaného paralelného systému a porovnanie rôznych variantov integrátorov a paralelných systémov, boli splnené.

Originálny prínos práce spočíva v metóde transformácie pôvodnej sústavy diferenciálnych rovníc na novú sústavu rovníc, na základe ktorej je možné realizovať efektívny algoritmus pre výpočet sústavy pomocou Taylorovho radu. Tým bola dosiahnutá vyššia rýchlosť a presnosť výpočtu v porovnaní s inými známymi metódami, napr. s metódou Runge-Kutta. Veľmi pozitívne hodnotím aj to, že nová metóda bola uplatnená nielen v návrhu ale aj v realizácii paralelného systému, čo významne umožnilo verifikovať správnosť novej metódy.

Zoznam publikácií uchádzača tvorí 19 príspevkov publikovaných najmä na domácich a medzinárodných vedeckých konferenciách, v minimálnej miere aj v časopisoch. Publikčná činnosť vystihuje jadro riešenia dizertačnej práce a jej úroveň je primeraná.

Na základe predloženej práce, ale aj pôsobenia Ing. Michala Krausa počas doktorandského štúdia, najmä riešenia vedecko-výskumných projektov a práce vo výskumnom kolektíve na Technickej univerzite vo Viedni je zrejmé, že Ing. Michal Kraus preukázal vedeckú erudíciu a má všetky predpoklady pre využitie svojich schopností vo vedeckovýskumnej činnosti aj v budúcnosti.

Predložená dizertačná práca spĺňa všetky kritériá na udelenie akademického titulu Ph.D. Preto po úspešnej obhajobe navrhujem Ing. Michalovi Krausovi udeliť akademický titul

Philosophiae Doctor (Ph.D.)

V Košiciach, 12.9.2013

prof. Ing. Ján Kollár, CSc.