

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input type="checkbox"/> bakalářské práce | <input checked="" type="checkbox"/> diplomové práce |

Autor: Bc. Eva Vidličková

Název práce: Fourier-Galerkin method for stochastic homogenization of elliptic partial differential equations

Studijní program a obor: Matematika – Numerická a výpočtová matematika

Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly vedoucího: doc. Ing. Jan Zeman, Ph.D.

Pracoviště: Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

Kontaktní e-mail: jan.zeman@cvut.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:

Motivace

Předkládaná diplomová práce se zabývá využitím spektrální Fourierovy-Galerkinovy metody pro homogenizaci skalárních eliptických diferenciálních rovnic druhého řádu s důrazem na úlohy s náhodnými koeficienty. Tato metoda je v současnosti využívána v oboru výpočetní mechaniky materiálů, ale bez jakékoli teoretické podpory (jako je například důkaz konvergence metody). Navíc je v inženýrské literatuře úloha stochastické homogenizace řešena buďto pomocí metody Monte Carlo (která vykazuje pomalou konvergenci) nebo pomocí stochastické Galerkinovy metody

(která vyžaduje zásah do existujícího numerického softwaru). Cílem diplomové práce slečna Vidličkové bylo tyto dva nedostatky odstranit, a to

1. návrhem přibližné metody založené na myšlence stochastické kolokace, která umožní využít existující homogenizační výpočetní nástroje jako „černou skříňku“,
2. provedením analýzy konvergence této metody pro úlohy homogenizace eliptických rovnic s náhodnými koeficienty.

Obsah práce

Organizace práce sleduje představené cíle. Nejprve slečna Vidličková shrnuje základní principy homogenizace skalárních eliptických parciálních diferenciálních rovnic druhého řádu s periodickými a náhodnými koeficienty. Pro stochastickou úlohu autorka následně přestavuje její aproximaci pomocí posloupnosti pomocných periodických úloh s náhodnými koeficienty. Ty jsou následně řešeny přibližně kombinací Fourierovy-Galerkinovy metody a stochastické kolokační metody s plnou a řídkou integrační mřížkou; pro obě varianty jsou odvozeny odhady chyb a dokázána jejich konvergence. V závěrečné kapitole jsou pak teoretické výsledky podpořeny numerickými příklady, s důrazem na porovnání metody Monte Carlo a dvou variant stochastické kolokační metody.

Přínosy práce

Za hlavní přínosy práce považuji především:

- Stručné a výstižné shrnutí základů deterministické a stochastické homogenizace a Fourierovy-Galerkinovy metody,
- využití dvou variant stochastické kolokační metody na řešení pomocných stochastických homogenizačních úloh včetně důkazu jejich konvergence,
- implementaci výsledných algoritmů v jazyce Python při využití knihovny FFThompy (volně dostupné na <https://github.com/vondrej/FFTHomPy>),
- detailní ilustraci teoretických výsledků pomocí dvou numerických příkladů.

Shrnutí

Osobně považuji předkládanou diplomovou práci za velmi zdařilou. Při analýze výpočetních metod využívaných inženýry si musela autorka osvojit celou řadu nových poznatků z různých oborů matematiky, které následně kreativně využila k provedení rigorózní konvergenční analýzy. Slečna Vidličková se tohoto náročného úkolu zhostila se ctí, na řešení problematice pracovala se zájmem, soustavně, samostatně a přicházela s řadou vylepšení, které šly nad rámec původního zadání diplomové práce. Též bych chtěl ocenit formální stránku diplomové práce, která je dle mého názoru logicky členěná a napsána srozumitelně, pečlivě a kvalitní angličtinou. Celkově svou diplomovou práci autorka prokazuje, že má výjimečné předpoklady pro další samostatnou vědeckou práci.

Z mého pohledu je slečna Vidličková ideální studentkou oboru Numerická a výpočtová matematika, která dokáže využít rigorózních matematických postupů pro řešení inženýrských úloh a to včetně efektivní implementace výsledných algoritmů. Bylo mi velkou ctí být vedoucím její diplomové práce.

Práci

doporučuji nedoporučuji
uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího práce:

V Praze, 7. června 2017



Jan Zeman