

Posudek oponenta diplomové práce

Název práce: Isogeometrická analýza a její použití v mechanice kontinua

Autor práce: Bc. Martin Ladecký

Oponent práce: prof. Ing. Miroslav Vořechovský, Ph.D.

Popis práce:

Diplomant si zvolil moderní téma využití isogeometrické analýzy (IGA) na řešení úloh mechaniky kontinua. IGA je moderní metoda, která spojuje výhody přesného popisu geometrie pomocí NURBS s obecností a robustností metody konečných prvků (MPK) využívané pro řešení diferenciálních rovnic. Využití IGA nabízí značnou výhodu v tom, že využívá přesný geometrický popis v CAD systémech současně i k analýze napjatosti a deformace. Tím, že se nemusejí vytvářet dva různé modely, dojde ke značné úspoře času při celém životním cyklu navrhování včetně optimalizace a posouzení konstrukcí. IGA staví na osvědčených principech a numerických metodách, ale při jejím použití je třeba některé kroky standardních variant metod upravit. IGA je nová metoda a není rozšířena a implementovaná v komerčních programech. Literatura je dostupná téměř výhradně v angličtině, a to ve formě vědeckých článků.

Diplomant představil problém řešení diferenciálních rovnic v inženýrství, převedení diferenciální formulace úlohy na integrální a s tím spojenou Galerkinovu metodu včetně postupu výpočtu. Dále zavedl pojem NURBS pro popis geometrie řešené oblasti a přejde k IGA. Vysvětlil práci s bázovými funkcemi a transformační vztahy spojené s izoparametrickým přístupem. Ukázal konkrétně způsob sestavení matice tuhosti a vektoru pravých stran včetně vlastních zdrojových kódů v prostředí Matlab. Aplikaci postupů a vlastních programu demonstroval na dvou studiích, ve kterých ukázal aplikace Poissonovy rovnice na problémy mechaniky kontinua.

Hodnocení práce:

	Výborné	Velmi dobré	Dobré	Nevyhovující
1. Odborná úroveň práce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Vhodnost použitých metod a postupů	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Využití odborné literatury a práce s ní	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Formální, grafická a jazyková úprava práce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Splnění požadavků zadání práce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Komentář k bodům 1. až 5.:

Předně je třeba vyzdvihnout, že práce je jedna z nejlepších diplomových prací, se kterými jsem se setkal. Zvolené téma je velmi aktuální (moderní přístup IGA). Velmi oceňuji orientaci na matematické přístupy k řešení napjatosti konstrukcí a vítám okolnost, že práce byla vedena matematickou. Jedná se o zaměření a způsob práce, který je na naší fakultě spíše na ústupu. Totéž platí o ústavu, kde práce předložena k obhajobě. Zvolené postupy hodnotím jako vhodné a odbornou úroveň práce jako velmi vysokou.

Diplomant nastudoval dostupnou vědeckou k IGA a ke konvenční metodě MKP, pochopil rozdíl, osvojil si znalosti numerických metod při řešení diferenciálních rovnic, nastudoval si interpolaci pomocí B-splinů, generalizaci na NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) a způsob jejich využití v IGA. Schopnost správně využívat odbornou literaturu jednoznačně prokázal.

V prostředí Matlab implementoval vlastní programy, kterými vyřešil ukázkové příklady zaměřené na krut prutu a rovinnou úlohu stěny zatížené vlastní tíhou – dvě aplikace Poissonovy rovnice. Evidentně do hloubky pochopil algoritmus výpočtu a celou metodiku představil didaktickým způsobem, takže práce jistě bude vyhledávaným zdrojem informací pro zájemce o IGA a počítačovou mechaniku v ČR a na Slovensku.

Co se týče formální a jazykové úrovně práce: diplomová práce je sázena v typografickém systému LaTeX, což je nejvhodnější volba pro matematicky orientovaný text. Navíc volba LaTeXu pro diplomovou práci zpravidla silně pozitivně koreluje s žádoucími postoji a zaměřením diplomantů. Text je vysázen mimořádně pečlivě a ctí řadu běžně opomíjených typografických zásad pro sazbu matematického textu. Práce je psaná ve slovenštině, takže nejsem schopen ohodnotit gramatickou správnost (např. interpunkci). Jazyk je však velmi bohatý a vyjadřovací schopnosti na vysoké úrovni. Autor text člení logicky na kapitoly, sekce i odstavce a čtenáře skvěle vede. Práce je psána stručně a neobsahuje zbytečný materiál, který by byl tangenciální ke směřování výkladu. Práce je přitom velmi čtivě a je cítit zapálení pro věc. Grafické úroveň obrazového materiálu je výborná.

Připomínky a dotazy k práci:

Zvlášť přísný čtenář by formě práce mohl vytknout snad jedině jednoznakové předložky na konci řádku („s“ an str. 1, nebo „v“ a „z“ na str. 39). Práce obsahuje naprosté minimum překlepů (čárka za mezerou na str. 16 a 59, „vetors“ v komentáři zdrojového kódu na str. 26, „funtcions“ v komentáři na str. 33 nebo „vidiel“ na str. 62). Neobvyklý je výčet titulů autora reference [4] na str. 56. Tyto formální nedostatky jsou naprosto nepodstatné a nijak nesnižují celkově výborný dojem z práce.

K práci mám následující dotazy:

- V sekci 5.7 autor uvádí, že předložená implementace není nejefektivnější. Jakými úpravami by bylo možné dosáhnout vyšší efektivity?
- Na obr. 6.5 jsou aproximované Airyho funkce napětí jako řešení Poissonovy rovnice pomocí IGA s různou jemností sítě. Jak by dopadlo porovnání s klasickou MKP stran konvergence přesnosti a rychlosti řešení?
- Jaké problémy je nutné vyřešit, aby bylo možné předložit optimální polohy integračních bodů pro NURBS (podobné Gaussovým bodům)?

Závěr:

Diplomant jednoznačně beze zbytku splnil zadání diplomové práce. Prokázal schopnost studovat, tvořivě a pečlivě pracovat a srozumitelně prezentovat výsledky práce. Předložil práci na vysoké úrovni.

Klasifikační stupeň podle ECTS: **A / 1**

Datum: 26. ledna 2018

Podpis oponenta práce.....



