

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Porovnání a úprava duálních metod dělení oblasti pro úlohy modulární topologické optimalizace
Jméno autora:	Tomáš Medřický
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra mechaniky
Oponent práce:	Prof. Ing. Jaroslav Kruis, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Katedra mechaniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročně
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Metody rozložení oblasti na podoblasti je teoreticky i implementačně náročné téma. Kromě toho se metody rozložení oblasti používají v rámci modulární topologické optimalizace, která je sama o sobě velmi náročná.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bakalářské práce považuji za splněné. V jistých částech dokonce za rámec zadání. Autor se ve své práci zabývá metodou Schurových doplňků, klasickou metodou FETI, její modifikací označovanou jako T-FETI a kombinací primární a duální metody, tzv. FETI-DP. Všechny metody byly implementovány v MATLABu. V jednotlivých metodách pak byly studovány různé komponenty v mnoha variantách. Autor provedl velké množství numerických simulací, na kterých prokázal vhodnost, nebo nevhodnost jednotlivých variant. Bylo zkoumáno zavedení Lagrangeových multiplikátorů mezi podoblastmi, ortogonalizace vektorů v metodě sdružených gradientů, různé druhy předpodmínění, volba tzv. rohových uzlů v metodě FETI-DP, aj.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student popsal metody rozložení oblasti na podoblasti v logickém sledu. Ověřil známé výsledky a následně navrhl způsob vylepšení metody FETI-DP pomocí dodatečných rohových bodů. Jeho závěry z numerických simulací byly vždy zaměřeny na plánované použití v modulární topologické optimalizaci.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Nastudování metody Schurových doplňků, klasické metody FETI, metody total-FETI a metody FETI-DP bezesporu vyžaduje značné úsilí a nadstandardní znalosti z matematiky. Implementace výše zmíněných metod v MATLABu pak vyžaduje znalost programování, která dnes není u studentů bakalářského studia běžná. Student svou bakalářskou prací prokázal mimořádně vysokou odbornou úroveň a po dokončení navazujícího magisterského studia se mi jeví jako optimální kandidát na doktorské studium.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Práce je psána česky a text je vysázen systémem LaTeX. Má logickou strukturu a její rozsah je adekvátní. Je škoda, že autor někdy volí formulace „dosadíme“, „odvodíme“ a podobně místo trpného rodu a neosobního stylu „je odvozen“, atd. V práci jsem našel několik nevhodných termínů a sousloví. V rovnicích je několik překlepů. Jejich úplný seznam vysázený v LaTeXu uvádím jako přílohu, protože nejsem schopen vysázet matematické zápisy v editoru Word.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Autor byl s ohledem na aktuálnost tématu nucen používat zejména časopisecké články, protože mnohé informace ještě knižně nevyšly. Autor se odkazuje na literaturu správně, cituje skutečně originální články k jednotlivým metodám. V textu jsou jasně odlišeny převzaté a původní části.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Autor nastudoval a implementoval několik metod rozložení oblasti na podoblasti s cílem uplatnit je v modulární topologické optimalizaci. Rozsah práce je mimořádný. Autor navrhl způsob přidávání rohových bodů v metodě FETI-DP. Všechny nastudované a implementované metody pak vyhodnotil s ohledem na jejich použití v optimalizaci.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Studium a implementace metod rozložení oblasti na podoblasti (metoda Schurových doplňků, klasická metoda FETI, metoda total-FETI, metoda FETI-DP) vyžaduje mimořádné znalosti a píli. Student se zorientoval v náročné problematice a navrhl vlastní heuristický algoritmus pro doplnění rohových uzlů v metodě FETI-DP.

1. Během obhajoby by bylo vhodné uvést kromě porovnání počtu iterací i výpočetní čas.
2. Zkoušel jste pro vaše účely použít metodu Schurových doplňků?
3. Plánujete převést implementaci z MATLABu do nějakého kompilovaného programu a spouštět úlohy na paralelním počítači s distribuovanou pamětí?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Datum: **31.5.2022**

Podpis:

Příloha posudku bakalářské práce Tomáše Medřického

- Někdy nejsou odkazy na rovnice v závorkách, např. str. 14, odkaz na 4.6; str. 15, odkaz na 4.9; str. 16, odkaz na 4.9; str. 18, odkaz na 4.14; str. 29, odkaz na 3.3, atd.
- doména-oblast, subdoména-podoblast
- Některé rovnice nejsou číslovány.
- Některé indexy podoblastí jsou kurzívou, některé ne. Např. v (5.5) a (5.7).
- Nikde v textu jsem nenašel odkaz na obr. 2.1.
- strana 4: 3. řádek pod obr. 2.1: *Přibližně prostřední, ...*; ze 3 sad je jedna určitě prostřední.
- strana 7, konec 2. odstavce: termín *uspokojivě přesné řešení* by měl být nahrazen *aproximace řešení s uspokojivou velikostí rezidua*.
- strana 7, nad rovnicí (3.1): protějšky k neznámým nejsou ekvivaletní, ale duální.
- V práci není sjednoceno označení hranice podoblastí. Někde se značí $\partial\Omega^s$, někde $\partial\Omega_s$.
- strana 8, nad rovnicí (3.2): část hranice podoblasti Ω_s s Dirichletovou okrajovou podmínkou má být $\partial_u\Omega_s = \partial\Omega_s \cap \partial_u\Omega$.
- strana 8: v rovnici (3.3) jsou čísla podoblastí bez závorek (K_{II}^s, u_I^s , apod.), ale v rovnicích (3.4) a (3.5) se závorkami ($K_{II}^{(s)}, u_I^{(s)}$, apod.).
- strana 9, pod rovnicí (3.8): problém (3.4) není hrubá úloha, tou je (3.8).
- strana 14, rovnice (4.4): chybí transpozice matice $B^{(s)}$.

- strana 15, matice $R^{(s)}$ jsou chybně; v rovině mají mít tvar
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & \dots \\ -y_1^{(s)} & x_1^{(s)} & \dots \end{bmatrix};$$

v prostoru
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & \dots \\ 0 & -z_1^{(s)} & y_1^{(s)} & \dots \\ z_1^{(s)} & 0 & -x_1^{(s)} & \dots \\ -y_1^{(s)} & x_1^{(s)} & 0 & \dots \end{bmatrix}.$$

- strana 16, pod rovnicí (4.15): Testování jednotlivých *inkrementů-přírůstků* řešení pomocí projekce P je zajišťuje

- strana 16, poslední řádek: z rovnice (4.9) se získají posuny, ne deformace.
- strana 19, část (3.2): *silám* má být *silám*.
- strana 20, část (4): na hranici sousedících subdomén
- strana 29, 1. věta kapitoly 5.1: Na jednotlivých subdoménách na rozlišujeme ...
- strana 29, nad rovnicí (5.2): stuoňů
- strana 30, rovnice (5.7): bloky pro poslední podoblast jsou chybně.
 - Místo $K_{\Lambda\mathcal{T}}^{(N_s)}$ má být $K_{\Lambda\Lambda}^{(N_s)}$,
 - místo $K_{\Lambda\Lambda}^{(N_s)}$ má být $K_{\mathcal{T}\Lambda}^{(N_s)}$,
 - místo $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(1)}B_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(1)}$ má být $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(N_s)}B_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(N_s)}$,
 - místo $K_{\Lambda\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(1)}B_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(N_s)}$ má být $K_{\Lambda\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(N_s)}B_{\mathbb{I}\mathbb{I}}^{(N_s)}$,
 - místo $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}\Delta}^{(1)}$ má být $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}\Lambda}^{(1)}$,
 - místo $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}\Delta}^{(N_s)}$ má být $K_{\mathbb{I}\mathbb{I}\Lambda}^{(N_s)}$.
- strana 31, rovnice (3.9): místo $f_{\mathcal{T}}^{(s)}$ má být $f_R^{(s)}$
- strana 34: nový směr se předpokládá ve tvaru $p_i = w_i - \sum_{l=0}^{i-1} \phi_{il}p_l$, v ortogonalizaci se ale místo w_i objevuje y_i . Kromě toho v rovnici $p_l^T F p_i = p_l^T F y_i - \sum_{k=0}^{i-1} \phi_{ik} p_k F p_i$ se v posledním členu p_l vůbec nevyskytuje.
- strana 34: objevila se zde matice \mathbb{P} , ale nikde nebyla definována.
- strana 34, poslední odstavec: termín *konjugace vektorů* není podle mého názoru ustálen.
- strana 35, poznámka pod čarou: Značení neznámých je oproti literatuře liší z důvodu ...
- strana 38, popis tabulky 6.1: 1e-06 by mělo být zapsáno ve tvaru 10^{-6} .
- strana 41: Pro srovnání vzájemné srovnání je uvedena ...
- strana 41: ... vynucování konjugace směrových vektorů ...
- strana 49, publikace [B06]: název publikace by měl být hned za jménem autora; chybně vysázené Nakladatelstv??
- strana 50, v publikacích [KRR15] a [KVM+13] jsou křestní jména zkrácena, všude jinde ne.
- strana 51, v publikaci [Spi] je jméno uvedeno dvakrát, chybí rok vydání.
- strana 53: někde je $\mathcal{G}^{\perp A}$, někde $\mathcal{G}^{\perp \mathcal{A}}$.