

## POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Název:** Neúplné faktorizace pro řešení problému nejmenších čtverců

**Autor:** Ilona Riegerová

### SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Práce pojednává o řešení problému nejmenších čtverců. Práce zahrnuje formulaci problému, je vyšetřena existence a jednoznačnost řešení a jsou popsány přímé metody řešení jak pro plné, tak pro řídké matice. Pro velké soustavy s řídkou maticí jsou pak uvažovány metody iterační. Posluchačka se zaměřuje na metodu sdružených gradientů s předpokládáním pomocí neúplného Choleského rozkladu. Aplikaci této metody ilustruje na řadě numerických experimentů.

### CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

**Téma práce.** Náročnost a přiměřenost tématu odpovídá bakalářskému stupni studia. Zadání práce bylo splněno.

**Vlastní příspěvek.** Vlastní příspěvek autorky spočívá v analýze problematiky, popisu technik řešení a v provedení numerických experimentů a jejich rozboru.

**Matematická úroveň.** Matematická úroveň práce je dobrá. Připomínky k rigoróznosti a korektní formulaci matematického textu jsou uvedeny níže.

**Práce se zdroji.** Zdroje jsou správně citovány. Práce je po formální stránce v pořádku.

**Formální úprava.** Formální úprava práce mohla být přehlednější a popisy obrázků detailnější. Připomínky viz níže.

### PŘIPOMÍNKY

K práci mám následující připomínky týkající se nepřesného vyjadřování a matematické formulace: (číslo vlevo odkazuje na stránku bakalářské práce, + odkazuje na řádek shora, - odkazuje na řádek zdola)

### PŘIPOMÍNKY K RIGORÓZNOSTI A KOREKTNÍ FORMULACI TEXTU

5-8 používá se pojem unitárně invariantní, ale je vysvětlen až na str. 8

6-13  $LU$  rozklad obdélníkové matice není definován,  $LU$  rozklad čtvercové matice je definován až na str. 21

7-16 symbol  $*$  není definován, vzorce jsou chybně

7+10 pojem "metoda soustavy normálních rovnic" není definován (= řešení soustavy normálních rovnic pomocí Choleského rozkladu)

7 Definice 3 je spíše věta, symbol  $*$  není definován

8-9 zápis matice  $Q$  je chybný,  $m \geq n$

9+5  $R$  je obdélníková matice, její inverze není definována, vzorce jsou chybně

10-16 Nedefinovaný rozklad SVD, nedefinované rozměry matic, vzorec pro  $x$  je chybně.

12+5 vyjádření je chybně, výraz obsahuje nedefinované veličiny

14 z  $QR$  algoritmu není zřejmé, proč se počítá faktor  $R$  pro dvě různé matice

18 je uveden důkaz konvergence metody sdružených gradientů, metoda ale nebyla formulována, ve znění věty jsou nedefinované veličiny

19+1 tvrzení v poznámce “konvergence nejvýše v  $n$  krocích platí obecně pro každou iterační metodu” je nepravdivé

20 proces předpokládání není korektně definován

21-11 rovnost neplatí, není jasné, o jakou snadněji řešitelnou úlohu se jedná

24 není definován pojem “breakdown”

#### PŘIPOMÍNKY K FORMÁLNÍ ÚPRAVĚ PRÁCE

1. Soustava rovnic s rozšířenou maticí se v práci používá k řešení problému nejmenších čtverců, ale není v práci odvozena. Toto odvození by mělo být zařazeno do odstavce 1.1.
2. Stejně jako je v odstavci 1.2.2 popsáno použití  $QR$  rozkladu matice  $A$  v problému nejmenších čtverců, mělo by být i analogické použití  $LU$  rozkladu na str. 6 zařazeno do zvláštního odstavce.
3. Název odstavce 1.2.1 Soustava normálních rovnic nevystihuje jeho obsah. Jedná se o řešení soustavy normálních rovnic pomocí Choleského rozkladu matice  $A^T A$ . Pro řídké matice je pak tato problematika zpracována v odstavci 2.1.2. Název odstavce 2.1.2 (Choleského faktorizace) nekoresponduje s názvem odstavce 1.2.1. Členění odstavců by mělo být přehlednější.

#### OTÁZKY

1. Jaký je význam Tvrzení 2 na str. 9 vzhledem k rovnosti (1.8) na předchozí straně, pomocí níž se řešení problému nejmenších čtverců získá jednodušeji než ve Tvrzení 2?
2. Jaké byly rozměry matic v numerických experimentech?
3. Jaké zastavovací kritérium bylo použito v numerických experimentech?

#### ZÁVĚR

Práce svým rozsahem (32 stran) překračuje požadavky kladené na bakalářskou práci. Práce mohla být kratší, zato pečlivěji zpracovaná. Přes uvedené nedostatky považuji práci za velmi dobrou a doporučuji ji uznat jako bakalářskou práci.

*Návrh klasifikace oponent sdělí předsedovi zkušební (sub)komise.*

Doc. RNDr. Jiří Felcman, CSc.

KNM MFF UK  
27. května 2018