

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Katedra softwarového inženýrství
Obor: Aplikace softwarového inženýrství



**Paralelní výpočet LU rozkladu na GPU
pro numerické řešení parciálních
diferenciálních rovnic**

**Parallel Computation of LU
Decomposition on GPUs for the
Numerical Solution of Partial
Differential Equations**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Bc. Lukáš Čejka
Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Oberhuber, Ph.D.
Rok: 2023

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Katedra softwarového inženýrství

Akademický rok 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Bc. Lukáš Matthew Čejka
Studijní program: Aplikace přírodních věd
Obor: Aplikace softwarového inženýrství
Název práce česky: Paralelní výpočet LU rozkladu na GPU pro numerické řešení parciálních diferenciálních rovnic
Název práce anglicky: Parallel Computation of LU Decomposition on GPUs for the Numerical Solution of Partial Differential Equations
Jazyk práce: Angličtina

Pokyny pro vypracování:

1. Implementujte tzv. pivoting při výpočtu LU rozkladu.
2. Aplikujte paralelní výpočet LU rozkladu pro inverzi Schurova doplňku v metodě BDDC.
3. Porovnejte efektivitu výsledné implementace s některými knihovnami pro výpočet LU rozkladu na CPU i GPU.
4. Proveďte výpočetní studii a porovnejte efekt pivotingu při řešení této úlohy.

Doporučená literatura:

- [1] DONGARRA, J., GATES, M., HAIDAR, A., KURZAK, J., LUSZCZEK, P., WU, P., YAMAZAKI, I., YARKHAN, A., ABALENKOV, M., BAGHERPOUR, N., HAMMARLING, S., ŠÍSTEK, J., STEVENS, D., ZOUNON, M. a RELTON, S. D. PLASMA. *ACM Transactions on Mathematical Software*. 2019. Vol. 45, no. 2p. 1-35. DOI 10.1145/3264491.
- [2] SAAD, Y. *Iterative methods for sparse linear systems*. 2nd ed. Philadelphia : Society for Industrial and Applied Mathematics, 2003. ISBN 978-0898715347.
- [3] ANZT, H., RIBIZEL, T., FLEGAR, G., CHOW, E. a DONGARRA, J. ParILUT - A Parallel Threshold ILU for GPUs. *2019 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS)*. IEEE, 2019. p. 231-241. ISBN 978-1-7281-1246-6.

Jméno a pracoviště vedoucího práce:

doc. Ing. Tomáš Oberhuber, Ph.D.

Katedra matematiky, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze



vedoucí práce

Datum zadání diplomové práce: 12. 10. 2022

Termín odevzdání diplomové práce: 3. 5. 2023

Doba platnosti zadání je dva roky od data zadání.



garant oboru



vedoucí katedry



děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Declaration

I declare that I have carried out my Master's Degree Project independently and I have used only the materials (literature, projects, software, etc.) listed in the bibliography.

V Praze dne

.....
Bc. Lukáš Čejka

Poděkování

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Tomáši Oberhuberovi, Ph.D. za vedení mé diplomové práce a za podnětné návrhy, které ji obohatily. Poděkování patří také zpřístupnění výpočetní infrastruktury projektu financovaného OP VVV CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000765 “Výzkumné centrum informatiky”.

Acknowledgment

I would like to thank doc. Ing. Tomas Oberhuber, Ph.D. for supervising my master's thesis and for the inspiring proposals that enriched it. The access to the computational infrastructure of the OP VVV funded project CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000765 “Research Center for Informatics” is also gratefully acknowledged.

Bc. Lukáš Čejka

Název práce:

Paralelní výpočet LU rozkladu na GPU pro numerické řešení parciálních diferenciálních rovnic

Autor: Bc. Lukáš Čejka

Studijní program: Aplikace přírodních věd

Obor: Aplikace softwarového inženýrství

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Oberhuber, Ph.D.
Katedra softwarového inženýrství, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze

Konzultant: –

Abstrakt: **TODO**

Klíčová slova: **TODO**

Title:

Parallel Computation of LU Decomposition on GPUs for the Numerical Solution of Partial Differential Equations

Author: Bc. Lukáš Čejka

Abstract: **TODO**

Key words: **TODO**

Contents

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 11 |
| 1 TODO | 13 |
| Conclusion | 15 |
| Appendices | 18 |
| A Title | 19 |

Introduction

TODO

Chapter 1

TODO

Conclusion

TODO

Bibliography

- [1] DONGARRA, J.; GATES, M.; HAIDAR, A.; KURZAK, J.; LUSZCZEK, P.; WU, P.; YAMAZAKI, I.; YARKHAN, A.; ABALENKOV, M.; BAGHERPOUR, N.; HAMMARLING, S.; ŠÍSTEK, J.; STEVENS, D.; ZOUNON, M.; RELTON, S. D. PLASMA. *ACM Transactions on Mathematical Software* [online]. 2019, vol. 45, no. 2, pp. 1–35 [visited on 2022-10-11]. ISSN 0098-3500. Available from DOI: 10.1145/3264491.
- [2] SAAD, Y. *Iterative methods for sparse linear systems*. 2nd ed. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2003. ISBN 978-0898715347.
- [3] ANZT, H.; RIBIZEL, T.; FLEGAR, G.; CHOW, E.; DONGARRA, J. ParILUT - A Parallel Threshold ILU for GPUs. In: *2019 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS)* [online]. IEEE, 2019, pp. 231–241 [visited on 2022-05-03]. ISBN 978-1-7281-1246-6. Available from DOI: 10.1109/IPDPS.2019.00033.

Appendix A

Title

TODO