

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет информационных технологий и робототехники

Кафедра «Программное обеспечение информационных систем и технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Ю.В. Полозков  
(инициалы и фамилия)

«05» 06 2024 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**«Параллельная реализация на многоядерной системе и сравнение алгоритмов  
поиска кратчайших путей на графе»**

Специальность 1-40 01 01 «Программное обеспечение информационных технологий»  
Специализация 1-40 01 01 05 «Управление качеством и тестирование программного обеспечения»

Обучающийся  
группы 10701120  
(номер)

  
(подпись, дата)

Н.С. Купреев

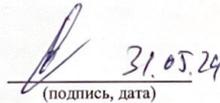
Руководитель

  
(подпись, дата)

А.А. Прихожий

Консультанты:

по разделу «Компьютерное  
проектирование»

  
(подпись, дата)

А.А. Прихожий

по разделу «Охрана труда»

  
(подпись, дата)

А.М. Лазаренков

по разделу «Экономика»

  
(подпись, дата)

Т.Н. Беляцкая

Ответственный за нормоконтроль

  
(подпись, дата)

В.А. Мисякова

Объем проекта:  
расчетно-пояснительная записка – 80 страниц;  
графическая часть – 10 листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единиц.

Минск 2024

## РЕФЕРАТ

### ПОИСК КРАТЧАЙШИХ ПУТЕЙ, АЛГОРИТМ ДЕЙКСТРЫ, АЛГОРИТМ ФЛОЙДА-УОРШЕЛЛА, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, ГРАФЫ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Объектом исследования является реализация программных архитектур последовательных и параллельных алгоритмов Дейкстры и Флойда-Уоршелла для поиска кратчайших путей в графах.

Цель проекта – анализ и реализация параллельных версий алгоритмов Дейкстры и Флойда-Уоршелла, оценка их производительности и эффективности на многоядерных системах.

В процессе проектирования выполнены следующие разработки: реализация параллельных версий алгоритмов Дейкстры и Флойда-Уоршелла, проведение экспериментов на графах различного размера, оценка производительности алгоритмов и анализ их эффективности.

Элементами научной новизны являются значительное повышение производительности за счет использования параллельных вычислений и выявление оптимальных параметров для выполнения алгоритмов на многоядерных системах.

Областью возможного практического применения являются информационные системы, требующие эффективного решения задач поиска кратчайших путей в графах.

В ходе дипломного проектирования прошли апробацию такие предложения, как использование параллельных реализаций для повышения производительности алгоритмов.

Результатами внедрения явились улучшенные показатели времени выполнения и эффективности алгоритмов на графах различного размера.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения сопровождаются ссылками на их авторов.

Дипломный проект: 80 с., 41 рис., 20 таб., 37 источников, 1 прил.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prihozhy, A.A. Generation of shortest path search dataflow networks of actors for parallel multi-core implementation / A.A. Prihozhy // Informatics. – 2023. – vol. 20, no. 2. – p. 65-84.
2. Prihozhy, A. A. Advanced heterogeneous block-parallel all-pairs shortest path algorithm / A.A. Prihozhy, O. N. Karasik // Proceedings of BSTU, Physics and Mathematics. Informatics. – 2023. – no. 1. – p. 77–83.
3. Prihozhy, A. A. Influence of shortest path algorithms on energy consumption of multi-core processors / A. A. Prihozhy, O. N. Karasik // System analysis and applied information science. – 2023. – № 2. – С. 4-12.
4. Karasik, O.N. Tuning block-parallel all-pairs shortest path algorithm for efficient multi-core implementation / O. N. Karasik, A. A. Prihozhy // System analysis and applied information science. – 2022. – no. 3. – p.57–65.
5. Prihozhy, A.A. Inference of shortest path algorithms with spatial and temporal locality for big data processing / A. A. Prihozhy, O. N. Karasik // Восьмая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня». – Минск: Бестпринт, 2022. – с. 56–66.
6. Prihozhy, A.A. Optimization of data allocation in hierarchical memory for blocked shortest paths algorithms / A. A. Prihozhy // System analysis and applied information science. – 2021. – no. 3. – p. 40–50.
7. Prihozhy, A.A. Analysis, transformation and optimization for high performance parallel computing. – Minsk: BNTU, 2019. – p. 229.
8. Прихожий, А. А. Разнородный блочный алгоритм поиска кратчайших путей между всеми парами вершин графа / А. А. Прихожий, О. Н. Карасик // Системный анализ и прикладная информатика. – 2017. – № 3. – С. 68–75.
9. Прихожий, А.А. Распределенная и параллельная обработка данных. – Минск: БНТУ, 2016. – с. 90.
10. Прыхожы, А. А. Кааператыўныя блочна-паралельныя алгарытмы рашэння задач на шмат'ядравых сістэмах / А. А. Прыхожы, А. М. Карасік // Системный анализ и прикладная информатика. – 2015. – № 2. – С. 10 – 18.
11. Прихожий, А.А. Кооперативная модель оптимизации выполнения потоков на многоядерной системе / А. А. Прихожий, О. Н. Карасик // Системный анализ и прикладная информатика. – 2014. – № 4. – С. 13-20.
12. Прихожий, А.А. Исследование методов реализации многопоточных приложений на многоядерных системах / А. А. Прихожий, О. Н. Карасик // Информатизация образования. – 2014. – № 1. – с. 43–62.

13. Prihozhy, A. Design of Parallel Implementations by Means of Abstract Dynamic Critical Path Based Profiling of Complex Sequential Algorithms / A. Prihozhy, D. Mlynek // *Integrated Circuit and System Design*. – Springer, 2006. – p.1-11.
14. Prihozhy, A. Evaluation of Parallelization Potential for Efficient Multimedia Implementations: Dynamic Evaluation of Algorithm Critical Path / A. Prihozhy, M. Mattavelli, D. Mlynek // *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*. – 2005. – vol. 15, no. 5. – p. 593-608.
15. Prihozhy, A.A. Data Dependences Critical Path Evaluation at C/C++ System Level Description / A. Prihozhy, M. Mattavelli, D. Mlynek // [Integrated Circuit and System Design. Power and Timing Modeling, Optimization and Simulation](#). – Springer, 2003 – p.569-579.
16. Prihozhy, A. Parallelization of Net Algorithms / A. Prihozhy, R. Merdjani, F Iskandar // *Proc. PARELEC*. 2000. – IEEE, 2000. – p.24-28.
17. Prihozhy, A. A. Asynchronous scheduling and allocation / A. A. Prihozhy // *Proceedings Design, Automation and Test in Europe*. – France, 1998. – p. 963–964.
18. Prihozhy, A. Net scheduling in high-level synthesis/ A. Prihozhy // *IEEE Design & Test of Computers*. – 1996. – p. 24-33.
19. Рафгарден, Т. Совершенный алгоритм. – СПб: Питер, 2022. – с. 256.
20. Рафгарден. Т. Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных – СПб: Питер, 2019 – с. 256.
21. Albalawi, E. Task Level Parallelization of All Pair Shortest Path Algorithm in OpenMP 3.0 / E. Albalaw, P. Thulasiraman, R. Thulasiram // *2nd International Conference on Advances in Computer Science and Engineering (CSE 2013)*. – Los Angeles, 2013. – P. 109–112.
22. Карпов, Д. В. Связность графов – СПб.: Санкт-Петербургское отделение Мат. инст. им. В. А. Стеклова РАН, 2018. – с.183.
23. Floyd, R.W. Algorithm 97: Shortest path / R.W. Floyd // *Communications of the ACM*. – 1962. – №5. – P. 345.
24. Venkataraman, G. Blocked All-Pairs Shortest Paths Algorithm / G. Venkataraman, S. Sahni, S.A. // *Mukhopadhyaya Journal of Experimental Algorithmics (JEA)*. – 2003. – Vol. 8. – P. 857–874.
25. Jared Moore and Josh Kalapos Solving All Pairs Shortest Paths in Parallel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moorejs.github.io/APSP-in-parallel>, свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 20.03.2024)
26. C++ 17 стандарт [Электронный ресурс].- Режим доступа <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso-iec:14882:ed-6:v1:en> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 20.03.2024)
27. OpenMP Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.openmp.org/wp-content/uploads/OpenMPRefGuide-5.2-Web-2024.pdf> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 22.03.2024)

28. CMake [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://cmake.org/documentation/> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 22.03.2024)
29. CLion [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://jetbrains.com/help/clion/clion-feature-trainer.html> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 22.03.2024)
30. Argparse [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://github.com/p-ranav/argparse> , свободный. – Загл. с экрана. Яз. Англ. (дата обращения 24.03.2024)
31. Параллелизм в алгоритмах — выявление и рациональное его использование. Возможности компьютерного моделирования [Электронный ресурс] - Режим доступа <https://habr.com/ru/articles/688196/> (дата обращения 19.03.2024)
32. Налог на добавленную стоимость [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://myfin.by/wiki/term/nalog-na-dobavlennuyu-stoimost>, - Загл. с экрана. Яз. рус (дата доступа: 27.04.2024)
33. Тарифы на электроэнергию для населения в Беларуси // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [myfin.by/wiki/term/tarify-na-elektroenergiyu-dlya-naseleniya-v-belarusi](https://myfin.by/wiki/term/tarify-na-elektroenergiyu-dlya-naseleniya-v-belarusi), свободный. – Загл. с экрана – Яз. Рус. (дата доступа: 27.04.2024) .
34. Налог на прибыль [Электронный ресурс]. Режим доступа: [myfin.by/wiki/term/nalog-na-pribyl](https://myfin.by/wiki/term/nalog-na-pribyl), свободный. – Загл. с экрана – Яз. Рус. (дата доступа: 27.04.2024)
35. Вершина Г.А. Охрана труда: учебник / Г.А. Вершина, А. М. Лазаренков, Мусаев М.Н. — Минск: ИВЦ Минфина, 2022. — 584 с.
36. Лазаренков А.М. Охрана труда. Учебно-практическое пособие по расчетам в охране труда: электронное пособие / А.М. Лазаренков, Т.П. Кот, Е.В. Мордик, Л.П. Филянович. – Минск: Регистр. номер БНТУ/МТФ 35-42.2018. Зарегистрировано 04.05.2018. – 11,7 усл.эл.л.
37. Лазаренков А.М., Фасевич Ю.Н. / Электронное издание: Пожарная безопасность. Учебное пособие по дисциплине «Охрана труда». – Минск: Регистрационный номер БНТУ/МТФ 35-16.2019. Зарегистрировано 06.03.2019. – 14,5 усл.эл.л.