

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.777

ДОВГУЛЕВИЧ
Евгения Викторовна

**ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ ПОИСКА И
СОРТИРОВКИ ДАННЫХ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ**

Автореферат
на соискание степени магистра
по специальности 1–45 80 01 Системы и сети инфокоммуникаций

Научный руководитель
к.т.н., доцент
ШЕВЧУК Оксана Геннадьевна

Минск 2024

ВВЕДЕНИЕ

Информационные системы, работающие в сфере инфокоммуникаций, обрабатывают данные больших объемов и должны обеспечивать быстрый доступ к информации. Эффективный выбор алгоритмов сортировки и поиска становится критически важным для обеспечения высокой производительности и эффективности таких систем.

В области анализа алгоритмов поиска и сортировки данных было проведено множество исследований. Они позволили представить принципы работы алгоритмов, разработать методы анализа эффективности такие, как временные характеристики и использование памяти при выполнении алгоритмов. Несмотря на достигнутые результаты, существует потребность в дальнейших исследованиях в контексте инфокоммуникаций, чтобы обеспечить рациональное использование ресурсов информационных систем и повысить качество их работы.

Целью магистерской диссертации является разработка методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок.

Разработанное программное средство будет содержать графические представления, а также обеспечивать возможность производить анализ различных алгоритмов и их характеристик. Разработанная методика практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок, посредством лабораторной работы будет внедрена в учебный процесс в УО БГУИР.

Актуальность данной работы определяется важностью выбора оптимальных алгоритмов сортировки и поиска данных для обеспечения высокой производительности и эффективности информационных систем инфокоммуникаций.

Задачи, решению которых посвящена магистерская диссертация, включают в себя:

- анализ существующих алгоритмов поиска и сортировки данных;
- исследование математических методов анализа алгоритмов поиска и сортировки данных;
- разработка программного средства визуального анализа алгоритмов поиска и сортировки данных;
- разработка методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок;
- разработка лабораторной работы на основе предлагаемой методики.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами

Тема диссертационной работы соответствует пункту 6 приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности Республики Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденных Указом Президента Республики Беларусь №156 от 7 мая 2020 г. «*Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства*». Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Цель и задачи исследования

Целью магистерской диссертации является разработка методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок.

Для достижения поставленной цели в диссертации решены следующие задачи:

- 1 Анализ существующих алгоритмов поиска и сортировки данных.
- 2 Исследование математических методов анализа алгоритмов поиска и сортировки данных.
- 3 Разработка программного средства визуального анализа алгоритмов поиска и сортировки данных.
- 4 Разработка методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок.
- 5 Разработка лабораторной работы «Алгоритмы поиска и сортировки данных. Алгоритмы хеширования данных и хеш-таблицы» на основе предлагаемой методики.

Личный вклад соискателя ученой степени

Содержание диссертации отображает личный вклад автора. Он заключается в разработке методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок, используя разработанное программное средство по визуализации алгоритмов, анализе оценки эффективности алгоритмов, постановке и проведении экспериментов по исследованию основных алгоритмов поиска и сортировки, обработке и анализе полученных результатов для разработки лабораторной работы, формулировке выводов.

Определение целей и задач исследований, интерпретация и обобщение полученных результатов проводились совместно с научным руководителем к.т.н., доцентом О.Г. Шевчук.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 3 конференциях.

Результаты диссертационной работы использованы в учебном процессе УО БГУИР, акт о внедрении прилагается.

Опубликование результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликованы 3 печатных работы, в том числе: 3 статьи и тезисов в сборниках и материалах конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка, двух приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 97 страница, из них 82 страницы текста, 20 рисунков на 6 страницах, 6 таблиц на 5 страницах, список использованных библиографических источников (22 наименований на 2 страницах), список публикаций автора по теме диссертации (3 наименования на 0.5 страницах), 2 приложения на 19 страницах, графический материал на 15 страницах.

Проверка на уникальность

Проведена экспертиза диссертации *Довгулевич Евгении Викторовны «Программное средство анализа алгоритмов поиска и сортировки данных в инфокоммуникациях»* на корректность использования заимствованных материалов с применением сетевого ресурса «Антиплагиат» (адрес доступа: <https://antiplagiat.ru>) в on-line режиме 25.05.2024 г. В результате проверки установлена корректность использования заимствованных материалов (оригинальность диссертационной работы составляет 87 %)

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрены проблемы необходимости эффективного выбора алгоритмов сортировки и поиска данных для обеспечения высокой производительности и эффективности информационных систем в сфере инфокоммуникаций. Описана важность дальнейших исследований для рационального использования ресурсов информационных систем и повышения качества их работы. Цель магистерской диссертации состоит в разработке методики практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок.

Поставлены задачи по исследованию и выбору эффективных алгоритмов, анализу их применимости в инфокоммуникациях, созданию и тестированию программного средства для анализа алгоритмов, а также разработке методики по практическому изучению алгоритмов с целью внедрению в средство лабораторной работы в учебный процесс УО БГУИР.

В **общей характеристике работы** показана связь работы с приоритетными направлениями научных исследований, цель и задачи исследования, личный вклад соискателя ученой степени, апробация результатов диссертации.

В **первой главе** рассмотрена роль и распространенность применения алгоритмов, связанных с обработкой, передачей и хранением информации в инфокоммуникационных системах. Сделан вывод, что алгоритмы сортировки и поиска данных занимают центральную позицию в инфокоммуникациях, обеспечивая эффективную обработку, передачу и хранение информации в информационных системах. Их применимость распространяется на большой диапазон задач, связанных с управлением сетевым трафиком, хранением и обработкой данных, анализом сетевых данных, поиском и фильтрацией информации, обработкой мультимедийных данных.

Приведен обзор основных алгоритмов сортировки, таких как: пузырьковая сортировка, сортировка вставками, сортировка выбором, сортировка слиянием, быстрая сортировка, пирамидальная сортировка и сортировка Шелла. Детально рассмотрен принцип их работы.

Рассмотрены основные классы алгоритмов, представляющие собой фундаментальные подходы к решению задач поиска, такие как: линейный поиск, бинарный поиск и хеширование. Приведен принцип их работы.

Во **второй главе** рассмотрены основные аспекты анализа эффективности алгоритмов – методы оценки временной и пространственной сложности.

Описаны методы нахождения и сравнения порядков функции при асимптотическом анализе алгоритмов. Приведена таблица популярных сложностей функций, упорядоченных по их порядкам. Обсуждаются критерии, по которым можно оценивать производительность и эффективность алгоритмов в зависимости от их сложности, а также рассматриваются границы применимости.

Рассматриваются различные нотации для их оценки (Big O, Big Theta, Big Omega и другие), которые помогают более точно определить сложность алгоритма и учитывать как наихудший, так и лучший случай его работы. Однако, т.к. Big O обозначение используется чаще всего, то в работе придерживались именно этой нотации.

Описан математический расчет сложности алгоритмов линейного и бинарного поисков.

Также рассматриваются распространенные сложности алгоритмов, начиная от константной сложности $O(1)$ до логарифмической сложности $O(\log N)$, и примеры алгоритмов с разными уровнями сложности.

Особое внимание уделяется влиянию различных факторов на сложность алгоритмов. Обсуждается выбор подходящих операций для выполнения алгоритмов и их оптимизации, что помогает снизить общую временную сложность, использование арифметических, логических операций, операций индексирования и доступа к данным, а также циклических операций.

Рассмотрены сравнение сложности алгоритмов с использованием различных методов. На примере сортировки вставками и быстрой сортировки описан метод сравнения преимуществ и недостатки данных алгоритмов. Сделан вывод, что быстрая сортировка в среднем случае имеет более высокую временную сложность, но при этом эффективнее использования памяти. Такое сравнение помогает разработчикам выбирать алгоритм в зависимости от конкретных требований задачи.

Рассмотрен традиционный способ сравнения эффективности алгоритмов в сопоставлении их порядков сложности. Приведен пример сравнения алгоритмов посредством составления матриц сравнения.

Глава включает в себя графические иллюстрации и таблицы для лучшего понимания различий между различными уровнями сложности алгоритмов, что позволяет наглядно представить, как изменяется производительность алгоритмов в зависимости от увеличения объема входных данных.

В третьей главе выделены и описаны ключевые заинтересованные стороны и пользователи разрабатываемого программного средства (ПС). Перечислены цели разработки ПС по анализу алгоритмов поиска и сортировки данных в инфокоммуникациях и внедрении в учебный процесс данного приложения, посредством проведения лабораторной работы.

Рассмотрены функциональные требования, принятые во внимание при проектировании ПС. Описано поведение системы с помощью функциональной модели, которая отображает системные прецеденты, системное окружение и связи между ними, построена диаграмма вариантов использования. Рассмотрено два возможных прецедента.

Отображен один из процессов обработки информации в варианте использования с помощью диаграммы последовательности действий, за основу взяв первый сценарий из диаграммы вариантов использования – выбор и визуализация алгоритма поиска. Данные диаграммы помогли структурировать и четко понять требования, определить взаимодействие между различными компонентами системы.

Основываясь на ключевых критериях, выбран язык программирования Python, библиотеке Flet – для создания графического пользовательского интерфейса. Описан процесс создания и реализации программного средства, а именно: рассмотрев наглядное изображение системы – структурную схему разрабатываемого ПС. Подробно рассмотрены описания каждого модуля, входящего в данную структурную схему.

Приведена диаграмма деятельности, на которой отображен поток управления между различными модулями приложения и наглядно демонстрируется последовательность действий и принятие решений в процессе выполнения программы для визуализации алгоритмов сортировки и поиска.

Рассмотрена архитектура программного средства и роль каждого из ключевых компонентов. Представлена диаграмма компонентов, которая визуализирует организацию компонентов системы и зависимостей между ними.

Описаны основные элементы управления разработанного программного средства – AlgoExplorer. Приведено изображение графического пользовательского интерфейса. Рассмотрены примеры визуализации входных данных и результатов работы алгоритмов сортировки вставками и линейном поиске.

Разработана методика практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных, включающая этапы теоретической подготовки,

практического задания, интерактивного изучения алгоритмов с использованием программного средства, сравнения и анализа результатов. Данная методика внедрена в учебный процесс в УО БГУИР. На ее основе разработана лабораторная работа «Алгоритмы поиска и сортировки данных. Алгоритмы хеширования данных и хеш-таблицы», которая представлена в Приложение Б.

Сформирован вывод, что предложенная методика практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок обеспечивает всестороннее и глубокое понимание алгоритмов поиска и сортировки данных. Она способствует развитию аналитического мышления и навыков программирования у студентов, а также повышает их готовность к решению сложных задач в области информационных технологий и инфокоммуникаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор алгоритмов поиска и сортировки данных является важной задачей при разработке программных средств. Понимание, как алгоритм будет вести себя при различных условиях, помогает выбирать наилучшие подходы для решения конкретных задач и минимизировать использование ресурсов, что особенно важно в контексте разнообразных платформ, от устройств с ограниченными ресурсами до серверных систем с высокой производительностью.

Анализ сложности в разработке программного обеспечения играет ключевую роль, поскольку он позволяет создавать эффективные и оптимизированные алгоритмы. Однако лучшее понимание принципов работы алгоритмов поиска и сортировки дает их визуальное представление, что также позволяет оценить их зависимость от входных данных.

Разработанное программное средство пошагового анализа алгоритмов поиска и сортировки данных визуализирует не только полный цикл работы выбранного алгоритма, но и позволяет детально рассмотреть каждый его шаг. Это обеспечивает лучшее понимание особенности работы каждого алгоритма и их эффективность в различных сценариях.

Предложенная методика практического изучения алгоритмов поиска и сортировки данных на основе математической и визуальной оценок позволит студентам не только осознать важность правильного выбора и реализации алгоритмов, но и получить ценные навыки, которые будут полезны в их дальнейшей карьере в сфере инфокоммуникаций.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1–А. Довгулевич, Е. В. Программное средство пошагового анализа алгоритмов поиска и сортировки данных / Довгулевич Е.В., Шука В.С., Шевчук О.Г.// Технологии передачи и обработки информации: тезисы докладов. – Минск: БГУИР, 2024. – С.28.

2–А. Довгулевич, Е. В. Методология выбора эффективного алгоритма поиска / ДовгулевичЕ.В.// 60-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов: тезисы докладов 60-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. Минск, 21-24 апреля 2024 г. / редкол. : В. Ю. Цветков [и др.]. – Минск : БГУИР, 2024. – С. 74.

3–А. Довгулевич, Е. В. Выбор платформы видеоконференцсвязи для учебного процесса: сравнительный анализ основных параметров / Довгулевич Е. В. // Информационная безопасность : сборник материалов 59-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 17–21 апреля 2023 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2023. – С. 99–100.