

УДК 004.67

## Разработка элемента модуля файловой системы на основе красно-черных деревьев

Захарова Елизавета Александровна

Носова Диана Владимировна

Князева Светлана Вадимовна (*научный руководитель*)

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

*Исследована эффективность внедрения красно-черных деревьев в модуль модели файловой системы для управления структурами файлов и каталогов. Основная цель — поддержание балансировки при операциях вставки и удаления элементов файловой системы для обеспечения быстрого поиска данных. В условиях постоянного увеличения потока информации организация и упорядочивание данных, а также обеспечение быстрого и удобного доступа к ним, являются одними из важнейших задач для любой организации.*

**Ключевые слова:** структуры данных, бинарное дерево, AVL-дерево, красно-черное дерево, организация данных

**Введение.** Математический аппарат, использующий бинарное дерево поиска, поддерживает операции с динамическими множествами, включая поиск элемента, минимального и максимального значения, предшествующего и последующего элемента, вставку и удаление и т. п. Их практическое применение охватывает широкий спектр областей: базы данных, алгоритмы шифрования, поисковые системы, файловые системы с эффективной системой навигации и поиска и др. В работе рассмотрены преимущества внедрения красно-черного дерева, которое имеет ряд преимуществ по сравнению с обычным бинарным деревом:

- эффективная работа с операциями вставки, удаления и поиска за счет добавления новой весовой характеристики — цвета;
- меньшее количество ресурсов тратится на поддержание сбалансированности дерева;
- более практичное использование памяти за счет отсутствия данных в фиктивных листовых элементах [1].

**Основная часть.** Исследование основано на использовании аксиоматической структуры, которая представляет собой ациклический граф  $G$ , с множеством вершин и ребер, соединяющих эти вершины, цветом каждой вершины и функции, обозначающей стоимости прохождения пути по ребрам. Для оценки эффективности применения алгоритма балансировки на красно-черном дереве поставлена задача: достичь одну из целевых вершин графа  $G$  по минимальному количеству ребер.

Для проверки теоретических положений на практике была разработана программная реализация, основанная на структурированном представлении

данных [2–4]. Эта реализация включает в себя определение структуры данных, представляющей собой узел графа, и соответствующего класса для построения иерархической структуры. Структура узла содержит поля для хранения значения, а также ссылок на родительский и дочерние элементы. Дополнительно предусмотрено поле для хранения атрибута, характеризующего состояние узла.

В ходе последовательного выполнения реализованных операций был получен окрашенный ациклический граф, визуализирующий иерархическую структуру данных. Эффективность разработанного алгоритма была оценена с использованием нотации «большое O». Результаты оценки представлены в таблице.

#### Результаты вычислительного эксперимента: оценка эффективности использования алгоритма

| Временная сложность       |             |
|---------------------------|-------------|
| Поиск                     | $O(n)$      |
| Вставка                   | $O(\log n)$ |
| Удаление                  | $O(\log n)$ |
| Скорость обработки        | $O(\log n)$ |
| Сложность по памяти       |             |
| Хранение (ресурсы памяти) | $O(\log n)$ |

**Заключение.** Алгоритм управления данными, основанный на самобалансирующемся красно-черном дереве и реализованный в соответствии с алгоритмами Кормена, продемонстрировал высокую эффективность операций вставки, удаления и поиска узлов. Проведенные анализ производительности и обзор решений подтвердили преимущества использования красно-черного дерева для структурирования данных, показав его пригодность в качестве эффективного инструмента обеспечения упорядоченного хранения и быстрого доступа к информации [5].

#### Литература

- [1] Бадасян Т.С., Авагян С.К. Красно-черное дерево: балансирование и сложность. Москва, *Наука, техника и образование*, 2020, № 3 (67), с. 26–31.
- [2] Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. *Алгоритмы построение и анализ*. Москва, Издательский дом «Вильямс», 2005, 1296 с.
- [3] Коварцев А.Н., Даниленко А.Н. *Алгоритмы и анализ сложности*. Самара, Издательство Самарского университета, 2018, 129 с.
- [4] Левитин А.В. *Алгоритмы: введение в разработку и анализ*. Москва, Издательский дом «Вильямс», 2006, 576 с.
- [5] Polat M. Testing the Red-Black Tree Implementation of the Linux Kernel against a Formally Verified Variant. Technical university of Munich, 2021, 45 p.

## Development of a file system module element based on red - black trees

Zakharova Elizaveta Alexandrovna

Nosova Diana Vladimirovna

Knyazeva Svetlana Vadimovna (*scientific advisor*)

*BMSTU, Moscow, Russia*

The article examines the effectiveness of implementing red-black trees in the file system model module for managing file and directory structures. The main goal is to maintain balancing during operations of inserting and deleting file system elements to ensure fast data retrieval. With the constant increase in the flow of information, organizing and organizing data, as well as providing quick and convenient access to them, are among the most important tasks for any organization, institution, or company.

**Keywords:** data structures, binary trees, avl trees, red-black trees, data organization