

Применение элементов теории обыкновенных графов при создании интерактивной 3D-графовой файловой системы

Токарева Василиса Максимовна

Студентка 4 курса, группа 2423-ДБ

Институт математики и информационных технологий

Иркутский государственный университет

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Кузьмин О.В.

Аннотация

В работе рассматривается возможность применения теории графов для преодоления ограничений традиционной иерархической модели организации файловой системы. Предложен и реализован прототип интерактивной файловой системы, основанной на неориентированном графе с трёхмерной визуализацией.

Актуальность.

Классические файловые системы (NTFS, ext4 и др.) основаны на древовидной структуре, в которой каждый объект имеет только одного родителя. Это приводит к необходимости дублирования файлов или использования символьных ссылок при многокатегоризации данных, что снижает удобство работы и увеличивает риск несогласованности информации. В условиях экспоненциального роста объёмов данных актуальной становится задача разработки более гибких моделей хранения и навигации.

Цель работы — разработать программный прототип интерактивной файловой системы на основе 3D-графа, обеспечивающий множественные связи между объектами и наглядную трёхмерную визуализацию структуры.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие подходы к графовым и тег-ориентированным файловым системам (в т.ч. TagFS);
- изучить алгоритмы позиционирования вершин графов в трёхмерном пространстве;
- выбрать инструментарий и реализовать прототип;
- продемонстрировать работоспособность системы на модельных сценариях.

Методы и реализация.

Графовая структура реализована с помощью библиотеки NetworkX. Для интерактивной трёхмерной визуализации использована библиотека Plotly (Scatter3d). Позиционирование вершин выполнено на основе сферической модели: корневой узел размещается сверху, категории первого уровня — по окружности на фиксированном радиусе, дочерние узлы — на концентрических сферах меньшего радиуса ниже родителя. Уровни визуально разделены по оси Z.

Интерфейс управления построен с помощью ipywidgets в среде Jupyter Notebook / Google Colab. Реализованы функции динамического добавления вершин и рёбер с автоматическим пересчётом позиций.

Результаты.

Разработанный прототип позволяет:

- создавать и редактировать граф в реальном времени;
- визуализировать множественные (перекрёстные) связи между объектами;
- осуществлять интерактивную навигацию (вращение, масштабирование, всплывающие подсказки).

Система демонстрирует хорошую читаемость структуры при количестве узлов до 150–200. Показаны преимущества по сравнению с традиционными иерархическими системами и тег-ориентированными решениями (TagFS).

Выводы и перспективы.

Применение теории графов в сочетании с трёхмерной визуализацией открывает перспективы создания нового поколения интерфейсов работы с данными. Разработанный прототип может служить основой для систем управления цифровыми активами (DAM), образовательных платформ, личных информационных пространств, а также инструментов с поддержкой VR/AR и нейроинтерфейсов.

Дальнейшая работа предполагает переход к силовым алгоритмам позиционирования (*force-directed layout*), интеграцию с реальной файловой системой, добавление метаданных, поиска и механизмов контроля доступа.

Ключевые слова: теория графов, 3D-визуализация, графовая файловая система, NetworkX, Plotly, сферическая модель позиционирования.