

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет Информационных технологий и управления
Кафедра Интеллектуальных информационных технологий

К защите допустить:

Заведующий кафедрой

_____ Д. В. Шункевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к расчетной работе

по дисциплине «Проектирование программного обеспечения
интеллектуальных систем»:

**Минимальное и среднее расстояние между
периферийными вершинами неориентированного графа**

Студент:

Д. П. Струнец

Группа:

321701

Руководитель:

М. Е. Садовский

Минск 2024

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире графовые структуры играют ключевую роль в моделировании различных объектов и систем, от социальных сетей и маршрутизации в интернете до биологических и транспортных сетей. Одной из важных задач, связанной с графами, является поиск минимального и среднего расстояния между периферийными вершинами неориентированного графа. Данная задача позволяет глубже анализировать структуру графов и применять полученные результаты для оптимизации процессов.

Цель работы — разработка агента для нахождения минимального и среднего расстояния между периферийными вершинами графа. Агент должен автоматически определять отсутствующие связи между вершинами графа и формировать результат исходя из структуры графа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Разработать алгоритм, который будет эффективно извлекать все вершины из исходного графа.
- Реализовать механизм для проверки наличия ребер между вершинами, чтобы агент мог находить отсутствующие связи.
- Обеспечить создание недостающих ребер и добавление их в результирующий граф-дополнение.
- Организовать формирование структурированного результата для последующего использования в других задачах.

Актуальность работы обусловлена тем, что графы и операции над ними широко применяются в различных областях, таких как информатика, социальные науки, логистика и биология. Возможность автоматически находить минимальное и среднее расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа может упростить анализ сетевых структур, дать новые данные для исследования плотности графов, а также повысить эффективность работы с большими и сложными графами. Создание агента для выполнения этой задачи позволит автоматизировать процесс анализа, сделав его более быстрым и менее подверженным ошибкам, что особенно важно при обработке больших объемов данных и сложных структурных моделей.

1 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПОНЯТИЙ

а) **Неориентированный граф** (абсолютное понятие) - граф, в котором все ребра являются звеньями, то есть порядок двух концов ребра графа не существует

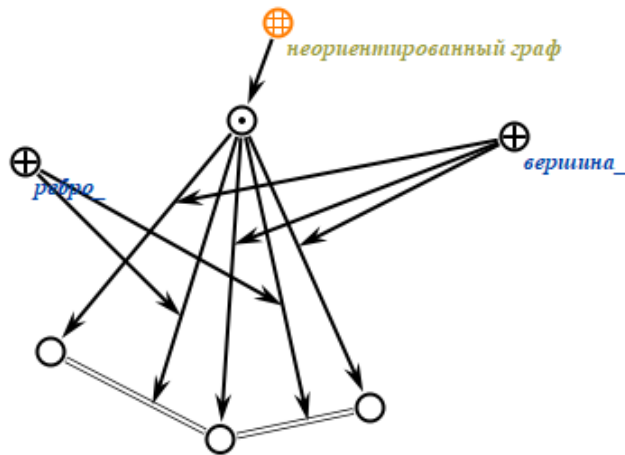


Рисунок 1.1 – Абсолютное понятие неориентированного графа

б) **Минимальное расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа** (абсолютное понятие) - это наименьшее количество рёбер, необходимое для достижения одной периферийной вершины от другой.

в) **Среднее расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа** (абсолютное понятие) — это среднее значение расстояний между всеми парами периферийных вершин.

г) **Периферийная вершина** (абсолютное понятие) —это вершина, которая имеет максимальное расстояние до других вершин в этом графе.

2 АНАЛИТИКА

Для решения задачи нахождения минимального и среднего расстояний между периферийными вершинами неориентированного графа был разработан агент, реализующий итеративный алгоритм. Основная идея алгоритма заключается в последовательном обходе графа и вычислении расстояний между всеми парами периферийных вершин.

В начале работы агент собирает все периферийные вершины графа, определяя их как вершины с максимальным расстоянием до остальных вершин. Затем, используя алгоритм поиска в ширину (BFS) или поиск в глубину (DFS), агент вычисляет расстояние от каждой периферийной вершины до всех других периферийных вершин. Эти расстояния сохраняются в структуре данных, что позволяет эффективно отслеживать и анализировать все найденные пути.

Для вычисления минимального расстояния агент выбирает наименьшее значение из всех расстояний между парами периферийных вершин. Для нахождения среднего расстояния происходит суммирование всех расстояний, после чего полученная сумма делится на количество пар периферийных вершин. Важно отметить, что такой подход позволяет избежать дублирования расчётов, так как расстояния между вершинными парами записываются и анализируются в процессе их вычисления.

Недостатком данного метода является потенциальное увеличение времени обработки для очень больших графов, поскольку алгоритм проверяет все пары периферийных вершин. Однако этот подход остается эффективным для графов средней плотности и обеспечивает точные результаты, которые включают как минимальное, так и среднее расстояние между периферийными вершинами. Такой алгоритм может быть полезен в различных приложениях, связанных с анализом графов, включая сети, транспортные системы и социальные графы.

3 РАЗРАБОТКА

3.1 Глобальные переменные

Для работы алгоритма используются глобальные переменные. Основные переменные использующиеся в алгоритме, это:

- **graphDiameter** - объект, представляющий значение, относительно которого идет сравнение диаметра графа.
- **totalDistance** - объект, представляющий значение, хранящее максимально расстояния графа.
- **minDistance** - объект, представляющий значение, относительно которого идет сравнение расстояния графа.
- **eccentricities** - локальный вектор для хранения эксцентриситетов графа.
- **eccentricityValues** - локальный вектор для хранения значений эксцентриситетов графа.

3.2 Алгоритм

Функция SearchGraphDistanceAgent - является основной функцией агента, которая реализует алгоритм расчёта расстояния между двумя вершинами графа. Она принимает в качестве аргумента *ScAddr startNode* и *ScAddr endNode*

Шаги функции SearchGraphDistanceAgent:

- а) Создается очередь *nodeQueue*, которая будет использоваться для хранения вершин, которые необходимо исследовать.
- б) Создается вектор *visitedNodes*, который будет хранить пары (вершина, расстояние) для всех посещенных вершин. Это позволяет отслеживать, какие вершины уже были обработаны и какое расстояние до них.
- в) Начальная вершина *startNode* помещается в очередь и добавляется в *visitedNodes* с расстоянием 0, так как расстояние до самой себя равно 0.
- г) В каждой итерации из очереди извлекается текущая вершина *currentNode*
- д) С помощью функции *getDistanceFromQueue* определяется текущее расстояние до *currentNode*, используя данные из *visitedNodes*
- е) Запускает цикл по массиву *nodes*, извлекая одну вершину за другой для проверки и создания дополнения.
- ж) с помощью метода *CreateIterator3* происходит нахождение соседей для *currentNode*

Функция getDistanceFromQueue - вспомогательная функция, которая используется в алгоритме для получения расстояния до заданной вершины из списка посещённых вершин. Она принимает на вход вершину

графа $node$, , Вектор, содержащий пары (вершина, расстояние) для всех посещённых вершин $visitedNodes$.

Шаги функции `getDistanceFromQueue`:

- а) Функция проходит по всем парам в векторе $visitedNodes$
- б) Для каждой пары $pair$ в $visitedNodes$ проверяется, совпадает ли первая часть пары (вершина) с искомой вершиной $node$.
- в) Если совпадение найдено, функция возвращает соответствующее расстояние, которое находится во второй части пары

Алгоритм нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа имеет сложность, где V — количество вершин графа.

$$O(V) \tag{3.1}$$

4 ПОКАЗ ТЕСТОВЫХ СЦЕНАРИЕВ

а) Тест 1:

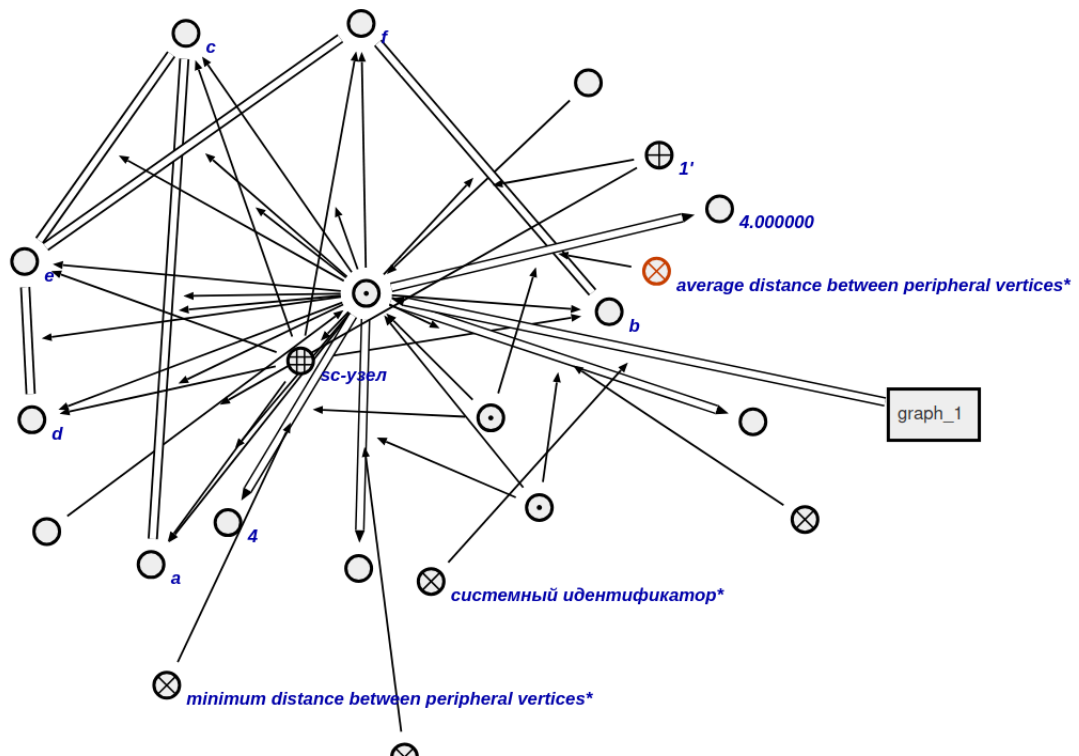


Рисунок 4.1 – нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа

б) Тест 2:

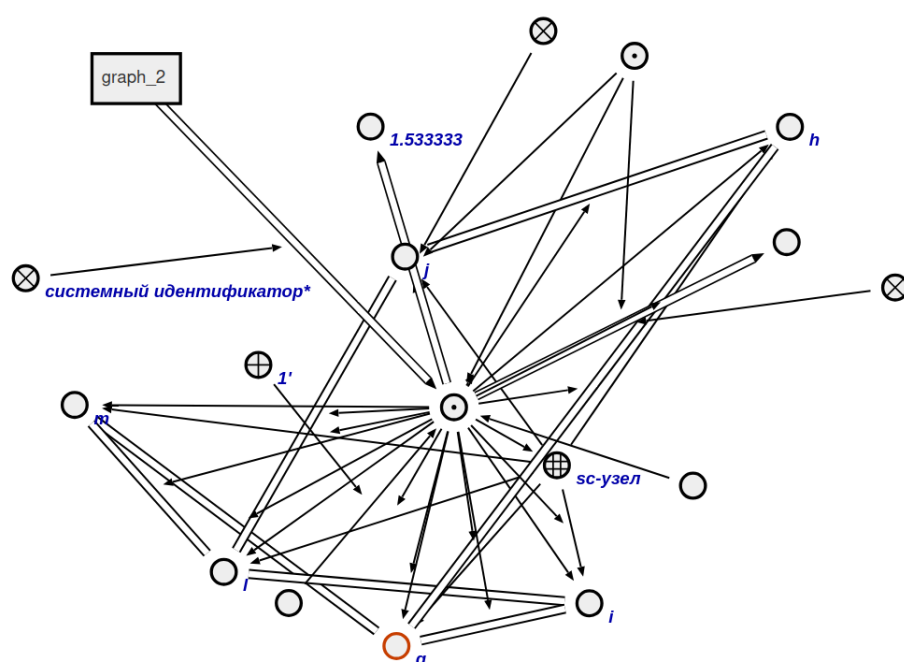


Рисунок 4.2 – нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа

В) Тест 3:

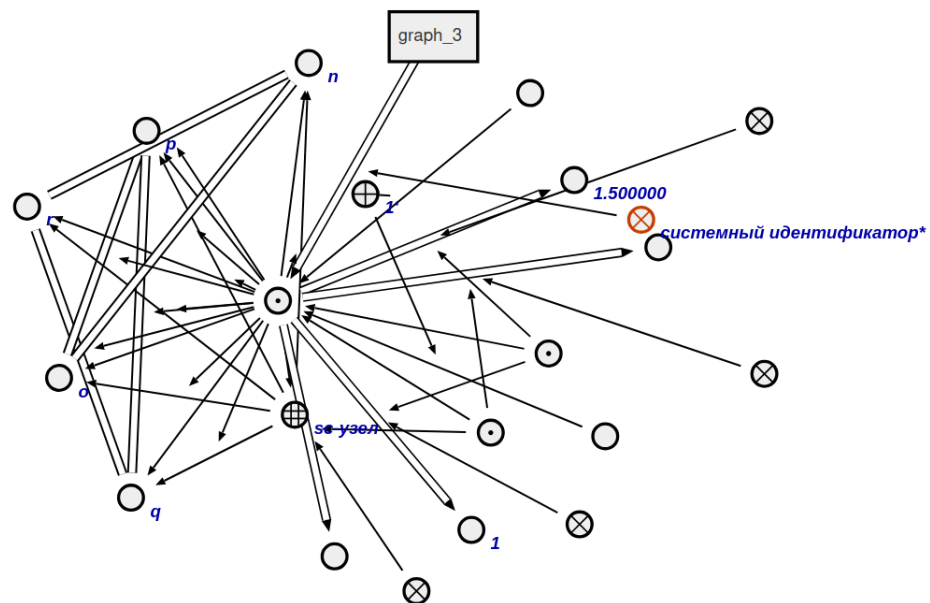


Рисунок 4.3 – нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа

г) Тест 4:

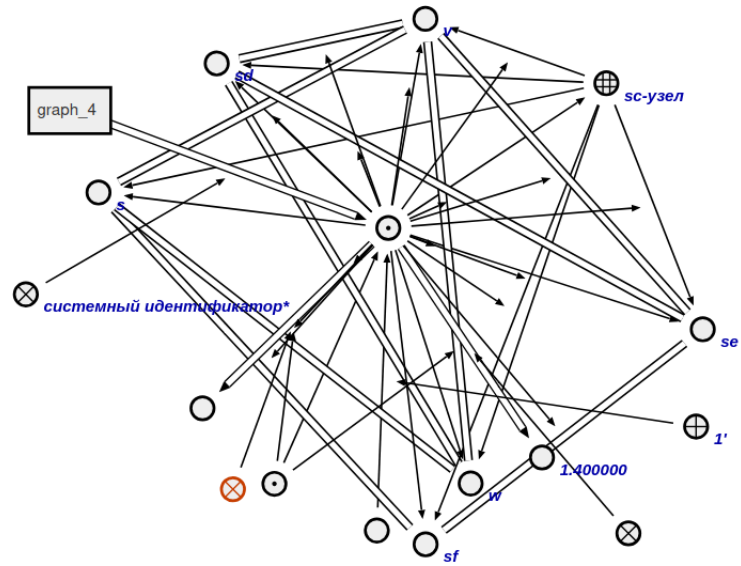


Рисунок 4.4 – нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа

д) Тест 5:

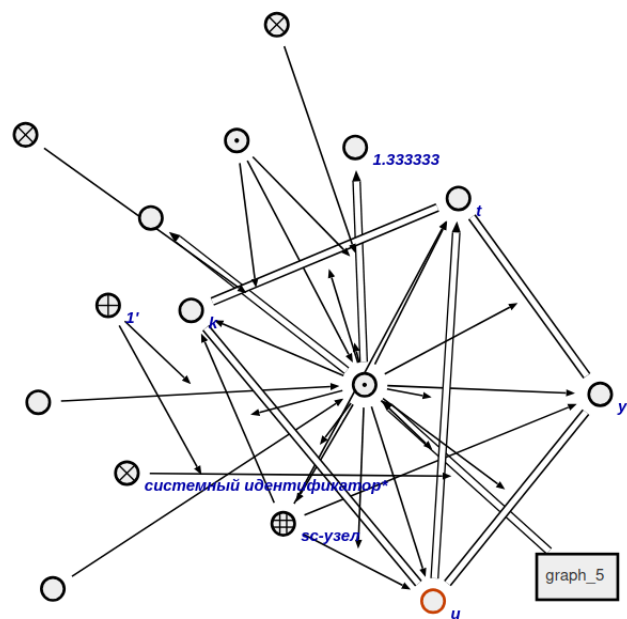


Рисунок 4.5 – нахождения минимального и среднего расстояние между периферийными вершинами неориентированного графа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был разработан агент для автоматического построения дополнения заданного неориентированного графа. Данный агент представляет собой инструмент, который позволяет глубже анализировать и преобразовывать графовые структуры. Работа агента основана на алгоритме, который эффективно обходит все вершины графа и вычисляет эксцентриситет каждой из них. Этот процесс включает в себя поиск расстояний между всеми парами периферийных вершин, что позволяет определить минимальное и среднее расстояние между ними. Алгоритм использует метод поиска в ширину для точного измерения расстояний и собирает результаты в структуру, содержащую необходимые значения. В итоге, агент предоставляет информацию о минимальном и среднем расстоянии между периферийными вершинами неориентированного графа, что может быть полезно для анализа его структуры и свойств.

Агент успешно решает поставленную задачу благодаря продуманной структуре и использованию эффективных методов работы с графами, таких как итераторы для обхода вершин и проверки наличия связей. Создание и использование данного агента имеют практическую значимость и актуальность для решения целого ряда задач.

Таким образом, *searchGraphDistance* — это не только решение конкретной задачи, но и шаг в сторону разработки более универсальных инструментов для анализа и преобразования графовых структур.

Подводя итоги, можно отметить, что работа достигла поставленных целей. Агент был успешно разработан и протестирован, что подтверждает его работоспособность и эффективность. Полученные результаты открывают возможности для использования агента в прикладных и научных задачах, где анализ графов может предоставить новую информацию о структуре, свойствах и поведении исследуемых систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Харари, Фрэнк. Теория графов / Фрэнк Харари. — 1973.
- [2] Иванова, ГС. Полная характеристика структуры неориентированного графа / ГС Иванова, ВА Овчинников. No. 4. — Некоммерческое партнерство «Национальный Электронно-Информационный Консорциум», 2016. — Рр. 106–123.
- [3] Фон-Дер-Флаас, Дмитрий Германович. Локальные дополнения простых и ориентированных графов / Дмитрий Германович Фон-Дер-Флаас // Дискретный анализ и исследование операций. — 1994. — Vol. 1, no. 1. — Рр. 43–62.
- [4] sc-machine. <https://ostis-ai.github.io/sc-machine/>.