

Рисунок 2 – Сетевое программирование

**Разработка баз данных.** В настоящее время бизнес и пользователи требуют приложений, которые работают все с большим и большим объемом данных, ожидая при этом высокой производительности и надежности [2]. Представление данных в виде графа предлагает удобные средства для обработки сложных связей, пример моделирования базы данных с помощью графа представлен на рисунке 3.

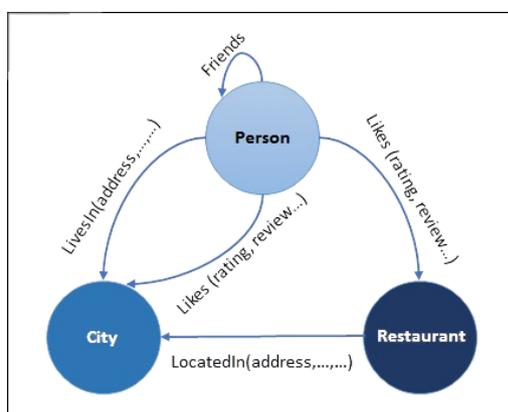


Рисунок 3 – Пример моделирования базы данных с помощью графа

Этот подход позволяет решить многие проблемы и помогает получить результаты в рамках заданного контекста.

Графы могут использоваться в разработке баз данных следующим образом:

1. Моделирование связей между сущностями. Графические модели могут быть использованы для отображения связей между таблицами, что позволяет разработчикам лучше понимать структуру базы данных.

2. Анализ зависимостей. Графы позволяют выявить зависимости между различными аспектами базы данных, что помогает разработчикам предотвращать возможные ошибки в конструкции базы данных и повышают ее эффективность.

3. Поиск связей и зависимостей между данными. Графы могут быть использованы для быстрого поиска связей между данными, что может существенно облегчить процесс разработки.

4. Реализация баз данных с помощью графовых баз данных. Графовые базы данных используют графические модели для хранения данных, позволяя программистам и аналитикам быстро и легко анализировать и интерпретировать данные.

**Компьютерное зрение.** Компьютерное зрение – одна из самых популярных и привлекательных областей искусственного интеллекта. Будь то контроль качества урожая с помощью классификации изображений или обработка изображений для электронных депозитов, методы компьютерного зрения трансформируют отрасли по всему миру.

Компьютерное зрение фокусируется на воспроизведении сложной работы зрительной системы человека и позволяет машине или компьютеру идентифицировать и обрабатывать различные объекты на видео и изображениях, как и человек. С развитием искусственного

интеллекта и машинного обучения, а также улучшением глубокого обучения и нейронных сетей алгоритмы компьютерного зрения могут обрабатывать огромные объемы визуальных данных. Производительность алгоритмов компьютерного зрения превзошла людей в конкретных задачах, таких как обнаружение и маркировка объектов с точки зрения скорости и точности [3].

В компьютерном зрении графы могут использоваться для представления изображений и видео как графовых структур. Например, граф может быть создан из пикселей изображения, где каждый пиксель становится узлом графа, а ребра объединяют соседние пиксели, пример представлен на рисунке 4.

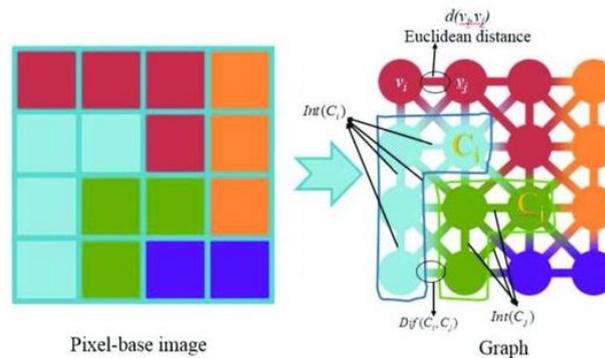


Рисунок 4 – Граф, созданный из пикселей

Другой пример использования графов – это построение графов, представляющих детали объектов в изображениях, их взаимодействия и связи, что позволяет автоматически распознавать объекты на изображении. Кроме того, графы часто используются в задачах сегментации изображений и распознавания образов.

**Биоинформатика.** Графы используются в биоинформатике для представления различных биологических данных и их анализа. Например, графы могут использоваться для представления последовательностей ДНК и РНК, а также для изучения идентичности, связей и взаимодействия между белками и другими молекулами в клетке.

В биоинформатике также используются различные типы графов, такие как графы схожести последовательностей, графы выражения генов и графы белковых взаимодействий (рисунок 5).

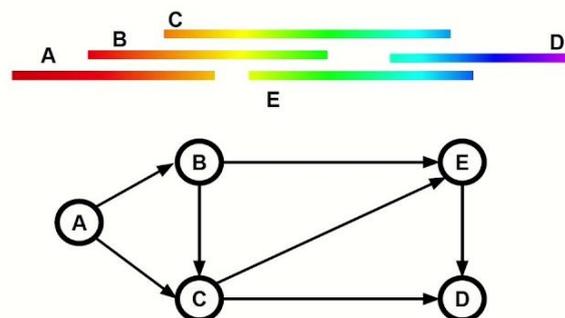


Рисунок 5 – Алгоритмы для сборки генома

Эти графы могут помочь исследователям обнаружить и выявить паттерны в данных, предоставляя ценную информацию о структуре и функции биологических систем.

Например, графы белковых взаимодействий используются для анализа сетей белков, которые могут связываться и взаимодействовать друг с другом внутри клетки. Эти графы могут помочь исследователям понять, как определенные белки связываются и взаимодействуют друг с другом, что может привести к различным медицинским приложениям, таким как лекарства и диагностика заболеваний [3].

Графы являются важным инструментом в биоинформатике, помогая исследователям понимать и анализировать сложные биологические данные и обнаруживать новые знания о функционировании живых систем.

**Машинное обучение и искусственный интеллект.** Графы используются в машинном обучении и искусственном интеллекте во многих сферах, таких как:

Автоматическое выделение важных признаков, необходимых для решения задачи – одна из главных причин успешного применения машинного обучения. Но традиционно при работе с графами, подходы машинного обучения полагались на определяемую пользователем эвристику, чтобы извлечь особенности кодирования структурной информации о графе. Тем не менее, тенденция последних лет сменилась: все чаще стали появляться подходы, в которых автоматически учатся кодировать структуру графа в низкоразмерные вложения с использованием методов глубокого обучения и нелинейного уменьшения размерности [3].

В машинном обучении на графах можно выделить две центральные проблемы: включение информации о структуре графа в модель (т.е. простой способ кодирования этой информации в вектор признаков) и уменьшение размерности вектора признаков.

**Анализ социальных сетей.** Графы используются в анализе социальных сетей для визуализации и анализа отношений между участниками сети. В социальных сетях графы могут представлять собой узлы, представляющие участников, и ребра, которые соединяют эти узлы, представляя связи между участниками.

Графы могут использоваться для выявления паттернов и структуры социальных сетей, а также для анализа важности и влияния участников. Также графы могут использоваться для исследования распространения информации и взаимодействий между участниками в социальной сети [2].

Важным инструментом анализа графов являются метрики центральности, такие как центральность посредничества и центральность степени. Они позволяют оценить важность узлов в графе на основе их связей с другими узлами.

Таким образом, анализ графов является существенным инструментом для изучения социальных сетей и их участников, а также для выявления возможных тенденций и паттернов в их взаимодействиях.

**Тестирование программного обеспечения.** В тестировании программного обеспечения графы используются для описания и анализа поведения системы в различных условиях. Они позволяют моделировать различные сценарии работы программы и проверять ее корректность и надежность.

Например, графы могут использоваться для тестирования ввода-вывода данных в программе, где каждый узел представляет определенный ввод или выход, а ребра определяют поток данных между ними. Также графы могут использоваться для тестирования бизнес-процессов, где узлы представляют определенные шаги в процессе, а ребра определяют поток данных и точки принятия решений [2].

Графы могут также использоваться для описания тестовых сценариев и генерации тестовых данных. Они позволяют определить все возможные пути в программе и убедиться, что они корректно обрабатываются.

Также графы могут использоваться для тестирования безопасности программного обеспечения, где узлы представляют уязвимости или защитные меры, а ребра определяют возможности атаки или механизмы защиты.

Более того, графы позволяют визуализировать данные и взаимодействия в системе, что позволяет легче и быстрее выявлять возможные проблемы и улучшать процессы.

**Заключение.** В заключение, можно сказать, что алгоритмы графов являются важным инструментом в решении различных задач, связанных с моделированием и анализом данных. Они находят применение во многих областях, таких как транспорт, коммуникации, информационные технологии и другие.

В данной исследовательской работе были рассмотрены различные сферы в программировании, в которых алгоритмы графов находят широкое применения либо являются неотъем-

лемой частью. Были выделены такие сферы как сетевое программирование, разработка и управление базами данных, компьютерное зрение, биоинформатика, Машинное обучение и искусственный интеллект, анализ социальных сетей, тестирование программного обеспечения.

По результатам исследования можно сделать вывод, что алгоритмы графов являются мощным инструментом в решении различных задач и могут быть применены в широком спектре областей.

### **Список литературы**

1. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок [Электронный ресурс] / ИД «Первое сентября». – 2005. – Режим доступа : <https://urok.1sept.ru> – Дата доступа : 09.04.2023. (основное о графах)
2. Хабр[Электронный ресурс] – 2020. – Режим доступа : <https://habr.com> – Дата доступа : 09.04.2023. (базы данных)
3. Информационные системы и технологии = Information Systems and Technologies [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч. конгресса по информатике. В 3 ч. Ч. 2, Респ. Беларусь, Минск, 27–28 окт. 2022 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С. В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2022. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-425-0 [и др.]. – СПб., 2005. – 395 с.

UDC 519.852.3

## **GRAPH ALGORITHMS IN PRACTICAL APPLICATION**

*Grishkevich O.A.*

*Educational institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics"  
branch "Minsk Radio Engineering College", Minsk, Republic of Belarus*

*Scientific supervisor: Smoler I.G. - Master, teacher of the highest category*

**Annotation.** The concept of a graph and its practical application in various fields are investigated. Such areas of programming as network programming, database development, computer vision, bioinformatics, machine learning and artificial intelligence, social network analysis and software testing are proposed for consideration.

**Keywords:** graph, network, node, edge.