

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ПО ГОРОДУ

*Шаршеева Кундуз Токтобековна*, старший преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: [kunduz2000@mail.ru](mailto:kunduz2000@mail.ru)

*Тультемирова Гульназ Усенбековна*, старший преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, пр. Ч. Айтматова 66, г. Бишкек email:[gunya-t@mail.ru](mailto:gunya-t@mail.ru), тел. 0312545182

*Банаев Т.*, магистрант, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66

*Кадыракунов А.*, магистрант, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66

**Аннотация.** В данной статье проведен обзор и анализ методов оптимизации маршрутов, которые можно использовать для поиска оптимальных путей движения по городу. Рассматриваются методы оптимизации как для жестких (неинтеллектуальных) методов, так и для мягких (интеллектуальных) методов, их сравнительный анализ и пригодность для использования с учетом особенностей для транспортной развязки.

**Ключевые слова:** Маршрут, оптимизация маршрута, методы жестких вычислений, алгоритм Дейкстры, нечеткая логика, экспертные системы, генетические алгоритмы.

## THE STUDY OF METHODS FOR OPTIMIZING THE ROUTE OF MOVEMENT IN THE CITY

*Sharsheeva Kunduz Toktokbekovna*, Senior Lecturer, KSTU named after I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Aitmatova Ave., e-mail: [kunduz2000@mail.ru](mailto:kunduz2000@mail.ru)

*Tultemirova Gulnaz Usenbekovna*, Senior Lecturer, KSTU named after I. Razzakova, 66 Ch. Aitmatova Ave., Bishkek email: [gunya-t@mail.ru](mailto:gunya-t@mail.ru), tel. 0312545182

*Vapaev T.*, undergraduate, KSTU named after I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, 66 Ch.Aitmatova Ave.

**Annotation.** This article provides a review and analysis of route optimization methods that can be used to find the best ways to move around the city. Optimization methods are considered for both hard (non-intelligent) methods and soft (intelligent) methods, their comparative analysis and suitability for use, taking into account the features for traffic interchange.

**Keywords:** route, route optimization, hard computing methods, Dijkstra's algorithm, fuzzy logic, expert systems, genetic algorithms.

С увеличением количества транспортных средств резко возросла проблема транспортной развязки. Особенно ситуацию обостряет то, что многие дороги были построены уже давно, с учетом на нагрузку еще советских времен. Сейчас же у половины жителей Кыргызстана имеются автомашины, большая часть которых сконцентрирована в столице, что создает большие заторы в Бишкеке и затрудняет передвижение водителей, которые должны тратить иногда по несколько часов для передвижения от одной точки до другой. Передвижение людей из одного места в другое увеличивает трафик на маршруте движения, что в конечном итоге приводит к затору. Этот затор влияет на систему автомобильных передвижений и вызывает множество негативных воздействий: задержки, увеличение транспортных расходов, загрязнение окружающей среды и т. д. Поэтому в настоящее время пользователи транспортных средств требуют эффективного планирования маршрута в динамично меняющейся среде. Имеются множество навигационных средств помогающих водителям, но существующие навигационные системы состоят в основном из анализа статических параметров (например, общей длины маршрута или типа дороги), и даже последние решения редко используют неопределенные данные. В современных навигационных системах динамические свойства условий движения еще недостаточно учтены. Например, Карты Google учитывают текущую информацию о трафике лишь частично. В перегруженных городах эффективность планирования маршрутов особенно важно в повседневной деятельности общественных служб, таких как полиция, пожарные команды, службы неотложной медицинской помощи и т. д..

### **Основные определения**

Даже на самом коротком маршруте, часто мы застреваем на дорогах, из-за плохого знания дорожной ситуации на маршруте и тратим больше времени и ресурсов на маршрут, чего, как предполагалось, следует избегать при наличии полной и правильной информации. Это подчеркивает необходимость предварительного знания ситуации с дорожным движением, чтобы помочь в принятии решения, по какому маршруту следовать.

Маршрут – это курс, путь или дорога для проезда или путешествия. Между источником или точкой отправления и пунктом назначения существует множество маршрутов. Пользователь оставляет за собой право выбора, но основными вопросами являются расстояние и время прибытия в пункт назначения. Обычное маршрут между двумя точками выбирается используя кратчайший из известных путей. Но что происходит, когда самый короткий путь или маршрут становится самым длинным из-за события или вхождения, приводящего к заторам на маршруте. Пользователь тратит больше времени на маршрут, который должен быть короче других маршрутов, что делает его уже не совсем оптимальным.

Исходя из вышеуказанных определений при выборе маршрута важными являются две вещи:

- источник и пункт назначения
- действительный путь, который позволяет движение.

Если существует путь между двумя точками (источником и терминалом), и такой путь не допускает перемещения между двумя точками (независимо от того, насколько коротким кажется этот путь), тогда он не является допустимым и, следовательно, не является маршрутом. Проблема маршрутизации транспортного средства обычно определяется как последовательность пункта доставки и / или пункта приема, выбирая правильный маршрут с определенными ограничениями, упорядоченными через них.

Оптимизация маршрута – это поиск варианта с в значительной степени экономически эффективной или превосходной достижимой производительностью, основанной на определенных ограничениях, путем использования необходимых факторов и уменьшения нежелательных. Внедрение оптимизации при решении задач маршрутизации называется оптимизацией маршрута. Оптимизация маршрута – это поиск альтернативного маршрута среди нескольких других, с наиболее

эффективными с точки зрения затрат и времени при заданных ограничениях. Существует достаточно доказательств, чтобы признать, что оптимизация маршрута, будь то с научной точки зрения или простого рассуждения человека, в современное время является актуальной задачей.

Имеются множество исследований, которые предложили различные методы для нахождения кратчайшего пути между двумя точками.

#### **Методы оптимизации маршрута**

Дорожная сеть рассматривается со ссылкой на теорию графов как граф положительных весов, узлы которого соответствуют перекресткам дороги, а края графика представляют собой участки дороги (пути) между перекрестками. Длина (расстояние) участка дороги представляет вес края. Несколько алгоритмов используют эти свойства и, следовательно, способны вычислять кратчайший путь быстрее, чем использование общих графов. К ним относятся методы жестких вычислений, методы мягких вычислений и парадигма агентных вычислений

#### **Методы жестких вычислений**

*Методы жестких вычислений* – это аналитические подходы, в которых используются детерминистские рассуждения, четкая классификация и двоичная логика для обеспечения точности, определенности и строгости. Например, когда основой алгоритма нахождения кратчайшего пути является алгоритм Дейкстры. Дейкстра вычисляет кратчайшие пути от конкретного узла, являющегося источником, ко всем другим доступным узлам в графе, сохраняя временные расстояния для каждого узла. Узлы посещаются в порядке следования алгоритма по кратчайшему пути от источника. Цикл останавливается после посещения всех узлов цели [3]. Алгоритм Дейкстры решает проблему на кратчайшем пути из одного источника и не подходит для графов с отрицательным весом ребер. Алгоритм поиска по Дейкстре – это алгоритм, который обычно полезен при обходе графа для проходимых путей с участием нескольких узлов. Также алгоритм использует эвристику для улучшения производительности по времени.

*Сжатые иерархии* – это методы, которые вводят ярлыки в сеть, обеспечивая упорядочение узлов по значимости. Затем создается иерархия путем итеративного сжатия наименьшего значимого узла. Сокращение узла  $p$  означает изменение кратчайших путей, проходящих через  $p$  с помощью ярлыков. Иерархии сжатия интуитивно распределяют разные «уровни значимости» для каждого узла. После этого узлы сжимаются в иерархии значимости, удаляя их из графика и заменяя ярлыки для защиты расстояний кратчайшего пути, связывающих более значимые узлы [3]. Различные методы, упомянутые выше, могут использоваться в комбинации, что приведет к более умелому алгоритму, чем использование одного метода

#### **Методы мягких вычислений.**

Методы мягких вычислений отличаются от аналитического подхода в том смысле, что они используют вычислительные методы, которые способны представлять неопределенность, неопределенные понятия и неточности. Внедрение этих методов в решение задачи оптимизации маршрута называется интеллектуальной оптимизацией маршрута. Эти методы включают в себя: нечеткую логику, генетические алгоритмы, экспертные системы, нейронные сети.

*Нечеткая логика* является расширением логической логики, которая может обрабатывать идею частичной истины, то есть значений истинности между «полностью истинным» и «полностью ложным». Первичные способы мышления нечеткой логики – оценка, а не точность [1]. Нечеткая логика возникла в результате естественного мышления человека, которое связано с приближениями, что делает его очень важным.

*Искусственная нейронная сеть (ИНС)*, также известная как нейронная сеть, отвечает за обработку информации, и ее стимулирует то, как биологическая нервная система (мозг) выполняет обработку информации. Он состоит из большого числа чрезвычайно унифицированных процессорных элементов (нейронов), работающих в гармонии для решения определенных проблем. Обучение на примере является одной из ключевых особенностей ИНС, как и людей. В биологических системах обучение включает в себя тонкую настройку синаптических отношений, существующих между нейронами, это также относится к ИНС [1]. Нервные клетки не должны быть единственной системой, которая может выполнять нейронные вычисления, но искусственная система также может имитировать базовый перевод нейронной вычислительной системы. ИНС также известен в различных литературных источниках как параллельная распределенная обработка, наука о соединении, коннекционизм и нейронные вычисления [2].

*Генетические алгоритмы (ГА)*, которая символизирует новую парадигму программирования, которая стремится имитировать естественный процесс эволюции при решении задач оптимизации и вычислений. В ГА последовательности битов, называемые компьютерными хромосомами, обычно

выбираются случайным образом из совокупности компьютерных хромосом [1]. Эта популяция превращается в новую популяцию путем естественного отбора с использованием операторов, стимулируемых естественными генетическими операторами. Операторы инверсии, кроссовера и мутации – это операторы, идентифицированные Голландией, которые используются при выборе. Вывод функции пригодности является основой для естественного отбора. Воспроизводить потомство может только ген выполненный с помощью подходящих хромосом, которые выживают. Между подходящими и менее приспособленными выжившими хромосомами воспроизводство большего числа потомков осуществляется с помощью подходящих хромосом, чем менее подходящих. Операторы естественного отбора функционируют в этой форме:

1. Оператор кроссовера. Из родительских потомков выбирается признак (битовое местоположение), который выполняет кроссовер в подпоследовательности строки до и после выбранного местоположения.

2. Оператор мутации – это переворачивание некоторых битов в хромосоме.

3. Оператор инверсии – перевернуть порядок подпоследовательности хромосомы.

После того, как новое поколение населения завершено, выполняются критерии оценки для останки, и если он выполняется, алгоритм останавливается. Иначе, функция пригодности применяется снова, чтобы получить степень приспособленности новой популяции. При решении конкретной проблемы вход в ГА является областью потенциальных решений, закодированной метрической функцией пригодности, позволяющей проводить количественную оценку каждого возможного решения.

*Экспертные системы (ЭС)* – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей. Экспертные системы – частичный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В отличие от обычных систем помощи, пользователь описывает проблему, а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует и сама выполняет поток относящихся к ситуации рекомендаций [4]. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний. Системы управления подвижными объектами (в авиации, в космической технике, автомобиле и других транспортных средствах) получили название систем полуавтоматического управления, когда используется способность человека наблюдать и оценивать ситуации, возникающие при движении объектов, и формировать непрерывное управление ими. Одним из наиболее развивающихся направлений ЭС являются агентно-ориентированные системы.

Агентно-ориентированное программирование (АОП) – это сравнительно новая программная парадигма, концепции которой были перенесены из теорий искусственного интеллекта в традиционную область распределенных систем. Приложения, разработанные на основе АОП, собирают элементы, называемые агентами, которые классифицируются по категориям: проактивность, автономность и возможности для общения. Автономный характер означает, что отдельно они могут выполнять сложные и часто долгосрочные задачи. Упреждающий означает, что инициативные действия могут быть выполнены даже без открытой мотивации со стороны пользователя. Коммуникативность означает, что взаимодействие между другими субъектами может иметь место для содействия достижению их собственной и других целей [2]. Архитектурная модель приложения, ориентированная на агента, в основном одноранговая, где любой агент способен инициировать взаимодействие между другими агентами. В агентских вычислениях можно использовать более одного агента и роли агента в системе, которая порождает многоагентную систему (МАС). МАС – это система, состоящая из поддерживающих или разумных агентов, которые взаимосвязаны друг с другом для реализации индивидуальных или общих целей. Что касается разработки программного обеспечения, одна из наиболее важных особенностей МАС заключается в том, что последний набор агентов обычно не дается во время разработки (описан только первый набор). Смысл этого в том, что традиционно архитектуры многоагентных систем открыты, что позволяет динамически входить и выходить агентам в систему. Разница между объектно-ориентированным подходом и агентом в этом смысле заключается в том, что объекты могут также входить и выходить из системы во время выполнения динамически, но не могут делать это автономно в результате проактивного поведения.

### Заключение

В современном мире наиболее актуальным решением рассмотренных проблем, бесспорно, является разработка и использование интеллектуальных систем различных уровней. Такие системы, которые используют современные разработки по регулированию транспортных потоков (ТП) и

предоставляют потребителям большую информативность, за счет того, что они позволяют повысить уровень взаимодействия всех участников движения и регулировать оптимизацию движения. Конечно, для реализации таких оптимальных решений по проектированию дорожной сети необходимо учитывать большой спектр различных характеристик и влияние различных факторов на динамические свойства этих потоков. Но при правильном построении системы, это наиболее дешевый вариант, который участники дорожного движения могут настроить под себя и использовать его же.

### **Список литературы**

1. Иванов, В. М. И20 Интеллектуальные системы: учебное пособие / В. М. Иванов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 92 с.
2. Aleksander, and H. Morton, «An Introduction to Neural Computing», Chapman and Hall, London, UK, 1990.
3. Алексеев В. Е., Таланов В. А. Графы. Модели вычислений. Структуры данных: Учебник. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. 307 с.
4. Телков А. Ю. Экспертные системы единая коллекция цифровых образовательных ресурсов А.Ю. Телков – Режим доступа: [http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/548/59548/29616?p\\_page=5](http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/548/59548/29616?p_page=5) (дата обращения: 25.04.2020).