

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ В ГОРОДЕ

А.О. Анохин

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: alex.anokhin.st@gmail.com

Д.С. Парыгин

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: dparygin@gmail.com

Н.М. Рашевский

Волгоградский государственный технический университет
Россия, 400005, Волгоград, пр. имени В.И. Ленина, 28
E-mail: rashevsky.n@gmail.com

Ключевые слова: задачи управления, городская среда, моделирование, распределение жителей города, мультиагентная система, интеллектуальный агент.

Аннотация: задача трансформации городского пространства тесно связана с задачей оценки распределения жителей в городской среде. В настоящей работе рассматриваются возможности применения интеллектуального анализа к подобным задачам. Рассмотрены несколько подходов к оценке распределения граждан в городе на основе моделирования, по каждому из подходов выделены основные преимущества и недостатки.

1. Введение

Развитие современных городов – одна из приоритетных задач урбанистики. Для комфортного проживания людей и их возможности удовлетворять свои каждодневные нужды в рамках города необходимо грамотным образом трансформировать городскую среду и инфраструктуру, обеспечивая для всех категорий граждан возможность удобно воспользоваться всеми предоставляемыми в городе услугами [1, 2].

Население городов постоянно растёт, жители мигрируют, ввиду чего городская среда должна подстраиваться и изменяться [3]. Потребность в трансформации городской инфраструктуры ощущается тем острее, чем быстрее город испытывает рост населения: среда, рассчитанная на одно количество граждан, вряд ли будет способна справиться с возросшим населением разрастающегося мегаполиса [4]. В качестве одной из мер поддержки развития городской среды может быть использовано компьютерное моделирование.

Для оценки доступности объектов городской среды и необходимости изменения инфраструктуры необходимо провести работы, связанные с определением качественного и количественного состава людей в городе [5]. В настоящей работе рассматриваются подходы, связанные с интеллектуальным анализом в задачах оценки распределения жителей города.

2. Предлагаемые подходы

2.1. Модель конкуренции

Для оценки распределения жителей в городе сначала необходимо оценить возможность решения подобных задач методом моделирования. Для этого была реализована модель конкуренции [6], в которой городские блага представлены в виде ресурсов. Жители города в такой реализации были представлены интеллектуальными агентами, перед которыми стояла задача накопления как можно большего количества ресурсов в условиях ограниченного времени.

Задача агентов состояла в поиске и сборе ресурсов, количество которых ограничено. В рамках эксперимента проводилась серия матчей, в каждом из которых две популяции агентов соревновались в том, какая популяция накопит больше всего очков за отведённое время. Тестировались популяции агентов, построенных на базе деревьев поведения. У трёх популяций из четырёх использовались классические деревья поведения с разными настройками, за счёт чего одна популяция была более склонна к риску, а другая – к осторожному поведению.

Четвёртая популяция имела стандартные настройки дерева поведения, дополненные обучающим алгоритмом на базе обучения с подкреплением.

В результате проведённой работы были определены наиболее оптимальные настройки, учитывающие изменения внешней среды, а также получено доказательство того, что обучающие алгоритмы могут быть успешно применены в решении подобных задач [7].

Также было сформировано понимание того, что современный город представляет собой гораздо более сложную систему, которую невозможно свести к простой задаче поиска ресурсов в игровой среде.

2.2. Динамическая модель передвижения жителей города

Динамическая модель передвижения жителей города является продолжением предложенной ранее модели конкуренции [8].

В рамках данного подхода изучается возможность представления каждого жителя города в виде интеллектуального агента. Для всех агентов формируется набор правил, согласно которым они перемещаются в городе.

Для осуществления такого моделирования, в первую очередь, необходимы данные карты о местонахождении тех или иных объектов городской инфраструктуры. Для этого использовался сервис OpenStreetMap [9]. Был создан специальный модуль программы, необходимый для сбора данных с карты. С его помощью были определены такие объекты, как здания различных категорий, дороги, светофоры, тротуары и пешеходные дорожки.

Движение жителей обуславливается необходимостью посещать определённые объекты инфраструктуры, такие как дома, рабочие места, больницы, учебные заведения, магазины и прочее. Данные обо всех этих объектах также были собраны с карты, а для жителей были составлены упрощённые сценарии, согласно которым среднестатистический житель посещает рабочее место, затем выбирает одну из точек рекреации в городе (парки, памятники, торговые центры), после чего возвращается домой. Между всеми точками житель перемещается пешком, на машине или на общественном транспорте. Были сформулированы правила, по которым происходит движение в городе [10].

В результате моделирования получена визуализация, представленная на рис. 1. Жители представлены точками, которые перемещаются по карте.

для каждого здания были также собраны теги, по которым можно понять, относится ли здание к производственным и в какой отрасли в нём работают.

После того, как эти работы выполнены, необходимо создать архетипы граждан, основанные на их половой принадлежности и возрасте. Архетипы нужны для назначения характерных сценариев: так, для примера, младенцы не посещают производственные здания, а пенсионеры более склонны посещать больницы, чем люди трудоспособного возраста.

Были выделены следующие архетипы младенца, ребёнка детсадовского возраста, школьника, студента, человека трудоспособного возраста и пенсионера. Для людей трудоспособного возраста вводится разделение на мужчин и женщин, так как мужчины и женщины выходят на пенсию в разном возрасте.

Далее для каждого архетипа создаются сценарии, описывающие, где находится представитель этого архетипа в заданный час. Всего хранится информация о 24 часах любого буднего дня и 24 часах любого выходного дня.

После этого происходит непосредственно моделирование, в рамках которого на карту наносится местонахождение каждого жителя в виде отдельной точки (для крупных скоплений людей точки кластеризуются). Жители размещаются в тех или иных зданиях в зависимости от своего сценария и текущего времени.

В результате моделирования получается визуализация, представленная на рис. 1. Для исследования был выбран город Волгоград.

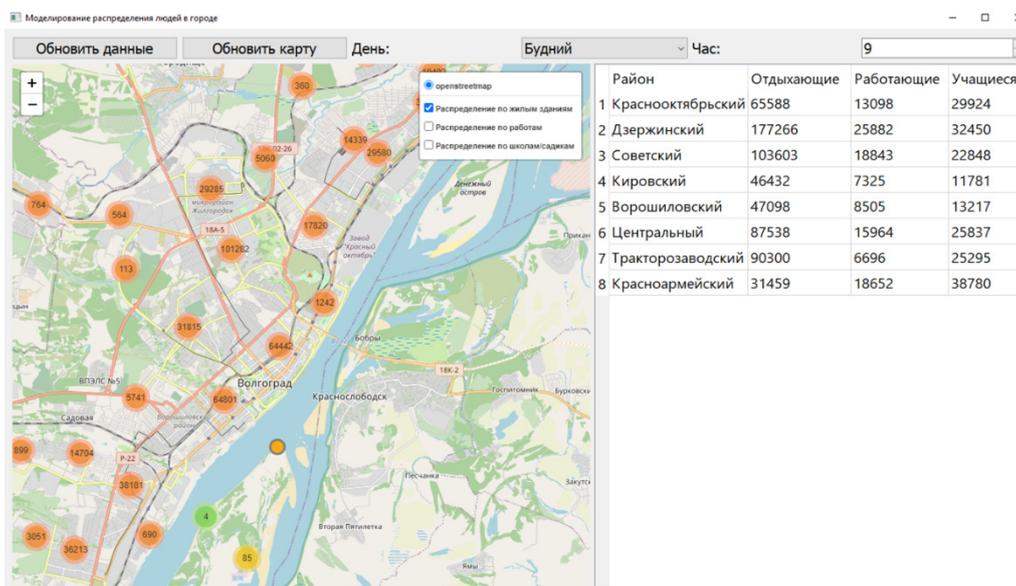


Рис. 2. Визуализация распределения жителей с помощью статического подхода.

К преимуществам данного метода в решении задачи оценки распределения людей можно отнести то, что визуализация позволяет точно определить количество жителей в каждом районе города и соотнести их с информацией о том, чем они могут заниматься. При этом подход не требователен к вычислительным мощностям и может быть использован для моделирования крупных населённых пунктов. Такую систему проще реализовать и поддерживать, периодически обновляя данные статистики.

3. Заключение

В рамках настоящей работы произведено рассмотрение основных подходов к интеллектуальному анализу в задачах оценки распределения жителей города. В рамках

рассмотрения каждого из подходов были выявлены его преимущества и недостатки. Описанные подходы могут послужить базисом для дальнейших работ по применению интеллектуального анализа к задачам оценки распределения жителей в городе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Администрации Волгоградской области № 22-11-20024, <https://rscf.ru/project/22-11-20024/>. Авторы выражают благодарность коллегам по кафедре «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве» ИАиС ВолгГТУ, принимавшим участие в разработке проекта.

Список литературы

1. Щербина Е.Ю., Ключкова Е.Р. Соучаствующее проектирование как инструмент развития городской среды // Управленческое консультирование. 2021. № 7 (151). С. 68-79.
2. Маркин В.В., Малышев М.Л., Землянский Д.Ю. Мониторинг региональных стратегий пространственного развития российских городов: моделирование политико-управленческих практик. Часть 1 // Мониторинг правоприменения. 2020. № 3 (36). С. 51-65.
3. Преликова Е.А. Структура городской среды // Молодежь и XXI век-2022. 2022. С. 298-301.
4. Стариков А.А. Качество жизни граждан и комфортная городская среда // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. № 3 (34). С. 46-49.
5. Крашенинников А.В. Когнитивная урбанистика: архетипы и прототипы городской среды. М.: КУРС, 2020. С. 208-208.
6. Анохин А.О., Парыгин Д.С., Садовникова Н.П., Финогеев А.А., Гуртяков А.С. Моделирование поведения интеллектуальных агентов на основе методов машинного обучения в моделях конкуренции // Программные продукты и системы. 2023. Т. 366 № 1. С. 46-59. <http://www.swsys.ru/files/2023-1/46-59.pdf>. DOI: 10.15827/0236-235X.141.046-059.
7. Анохин А.О., Садовникова Н.П., Катаев А.В., Парыгин Д.С. Моделирование поведения агентов для реализации игрового искусственного интеллекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2020. № 2 (50). С. 85-99. [http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(50\)/85-99.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(50)/85-99.pdf). DOI: 10.21672/2074-1707.2020.50.2.096-110.
8. Парыгин Д.С., Буров С.С., Анохин А.О., Финогеев А.Г., Голубев А.В. Платформа для моделирования массовых перемещений объектов и субъектов в условиях городской среды // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34, № 2. С. 354-364. <http://www.swsys.ru/files/2021-2/354-364.pdf>. DOI: 10.15827/0236-235X.134.354-364.
9. OpenStreetMap. <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения 10.01.2024).
10. OsmLifeSimulation. URL: <http://live.urbanbasis.com/> (дата обращения: 18.10.2023).
11. Федеральная служба государственной статистики. <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 20.12.2023).