

УДК 004.00

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НИЗКОЙ ТОЧНОСТИ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В УРБАНИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Локтев Е.М. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Митягин С.А.
(Университет ИТМО)

Введение. Бурное развитие городов в значительной степени зависит от экономического развития и постоянной миграции людей из отдаленных и сельских районов в поисках лучших условий жизни, работы и возможностей получения образования. С каждым годом города становятся все больше и оказывают все большее влияние на экономическое и социальное развитие общества. Данный процесс приводит к всевозрастающей сложности города как структуры, в результате возникают все новые причинно-следственные связи между его подсистемами и элементами, сокрытые от возможностей эмпирического познания. Однако, генерируемый городом разнообразный и разнородный объем данных делает городские системы привлекательным объектом изучения для многочисленных исследователей. Несмотря на достаточный объем данных для построения и калибровки моделей, точность результатов прогнозирования остается недостаточной для практического внедрения и возникают значительные ограничения применимости таких моделей.

Основная часть. Одной из основных причин указанной проблемы является недостаток данных. Городские модели основаны на данных, и точность зависит от их качества и количества. Отсутствие данных или неполнота данных может привести к неполным или предвзятым моделям. Во многих случаях городские данные фрагментированы, неполны или труднодоступны, что может ограничить возможности исследователей по проведению всестороннего анализа. Например, если городская модель не учитывает демографические изменения в районе, она может недооценивать или переоценивать спрос на определенные услуги или инфраструктуру. Наконец, неструктурированные большие данные, генерируемые отдельными лицами, предприятиями и организациями, все чаще находят отражения в моделях городов. Это включают информацию о поведении жителей, использовании мобильных телефонов и интернет-активности. Такая информация дает представление о моделях человеческого поведения и помогает исследователям понять, как люди взаимодействуют с окружающей средой и друг с другом. Например, большие данные могут быть использованы для анализа моделей передвижения людей в городах, что может послужить основой для развития систем общественного транспорта и распределения общественных пространств. Однако, сбор и использование таких данных ограничивается правовыми аспектами, с одной стороны, и высокой сложности валидации данных из-за невозможности однозначного соотнесения информационной единицы с субъектом с другой стороны.

Другой группой причин низкой точности городских моделей является нелинейность и динамичность городских систем. Взаимодействия между подсистемами и элементами непрозрачны, и даже небольшие изменения могут оказать значительное влияние на городскую систему в целом. В результате использования изолированного подхода, абстрагирующего область применения конкретной модели, исключается влияние скрытых взаимосвязей. В результате не все взаимовлияния оказываются учтены, что приводит к неточностям в прогнозах. Невозможность гарантированной валидации входящих данных из-за описанных ранее сложностей, приводит к отсутствию возможности разработки модели таким образом, чтобы оценить все эти скрытые влияния. Аналогичным образом из анализа исключаются данные масштаба выше, чем городская структура (например, влияния федерального правительства на градостроительные нормы), или наиболее низкого масштаба: жителя как агента системы. Кроме того, городские модели часто разрабатываются на основе исторических данных, и их точность проверяется путем сравнения результатов вычислений с данными этого

же или ближайшего периода. Однако они могут не отражать новые возникшие и будущие условия, и, следовательно, оценочная точность моделей оказывается завышена, что вызвано высокой динамичностью городских систем.

Задача повышения точности городских моделей может быть декомпозирована на составные части, основываясь на источниках проблемы. Первое решение заключается в улучшении качества и количества данных, используемых в городских моделях. Этого можно достичь с помощью развития методов сбора данных, таких как дистанционное зондирование, краудсорсинг и данные мобильных операторов. Использование больших данных и машинного обучения также может помочь преодолеть ограничения традиционных источников данных, но при этом возникают новые вызовы со стороны правовых норм и валидации такого рода информации. На текущий момент большое количество исследователей занимается данным вопросом. Второй способ заключается в улучшении методов моделирования, например путем интеграции сетевых моделей с мультиагентным моделированием, оценкой системной динамики и методами машинного обучения. Такой подход показывает лучшее отражение сложности городских систем, чем традиционные подходы. Наконец, требуется валидировать городские модели в различных сценариях и условиях, а не только на исторических данных. Использование анализа чувствительности и неопределенности позволяет выделять скрытые факторы, которые наиболее важны для преодоления проблемы низкой точности городских сетевых моделей.

Работа выполнена в рамках НИРМА проект № 622264 Разработка сервиса выявления объектов городской среды общественной активности и ситуаций повышенного риска на основе текстовых сообщений горожан.

Выводы. Проведен анализ причин недостаточной точности избранных городских сетевых моделей и предложены способы их преодоления.

Список использованных источников:

1. Envisaging the Future of Cities. World Cities Report 2022 // UN Habitat. – 2022.
2. Kandt J., Batty M., Smart cities, big data and urban policy: Towards urban analytics for the long run // Cities. – vol. 109. – 2021.
3. Khan A., Aslam S., Aurangzeb K., Multiscale modeling in smart cities: A survey on applications, current trends, and challenges // Sustainable Cities and Society. – vol. 78. – 2022.
4. Dupas R., Deschamps J., Taniguchi E., Qureshi A., Hsu T., Optimizing the location selection of urban consolidation centers with sustainability considerations in the city of Bordeaux // Research in Transportation Business & Management. – 2023.
5. Liu J., Gong B., Wang Q., A trusted proof mechanism of data source for smart city // Future Generation Computer Systems. – vol. 128. – 2022
6. Chadzynski A., Li S., Gisiut A., Farazi F., Lindberg C., Mosbach S., Herthogs P., Kraft M., Semantic 3D City Agents—An intelligent automation for dynamic geospatial knowledge graphs // Energy and AI. – vol. 8. – 2022