

ОРИЕНТИРОВКА ВНУТРИ ЗДАНИЙ ПО УПРОЩЕННОМУ ПЛАНУ

Г.В. Гренкин¹, В.В. Карпов¹, А.Е. Чусова²

1 Владивостокский государственный университет, Владивосток

2 Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

E-mail: Gleb.Grenkin@vvsu.ru; dev.karpov0@gmail.com; chusova.ae@dvfu.ru

В работе предлагается формат представления плана здания, упрощающий ввод плана и обеспечивающий достаточное количество сведений для ориентировки в здании. План здания представляется в виде прямолинейных участков движения (путей), ориентированных в четырех направлениях. Пути проходят мимо отдельных объектов (пунктов) и соединены опорными пунктами (стыками). Реализован вывод кратчайшего маршрута в здании между двумя пунктами.

Ключевые слова: indoor-навигация; ориентировка внутри помещений; кратчайший маршрут.

ВВЕДЕНИЕ

Навигация внутри зданий представляет важную задачу, решение которой позволит сократить время в поисках нужного места. Отличие indoor-навигации от уличной навигации состоит в необходимости для пользователя читать схемы. В настоящей работе поставлена задача построения модели представления данных о зданиях, которая использует минимальную информацию о плане и при этом допускает построение кратчайших маршрутов между заданными местами. Отсутствие графического представления схемы здания компенсируется внятным диалогом с пользователем и вставками фотографий опорных пунктов.

Решение задачи навигации можно разделить на несколько этапов:

- определение местоположения человека;
- построение оптимального пути до точки назначения;
- генерация описания маршрута.

Для решения задачи автоматического определения местоположения человека в здании могут использоваться штрих-коды [1] или локационные маячки [2]. Задача построения текстового описания маршрута ранее рассматривалась в работе [3], в которой использовались данные Google Maps. В [4] для обеспечения ориентировки в помещении построена трехмерная модель здания со сложной структурой.

Работа [5] решает комплексную проблему создания мобильного навигационного сервиса. В [6] отмечают, что для навигации требуется сочетание геометрических, логических и семантических моделей, и предлагают модель навигационного пространства, разделенного на ячейки, с помо-

щью которой строится логическая модель здания. Авторы [7, 8] предложили расширение формата OpenStreetMap на внутренние планы зданий, для чего в формат были добавлены теги, отвечающие за структуру помещений. В статье [9] разработана модель представления данных о маршрутах внутри и вне помещений на основе этого формата. Авторы обращают внимание на проблему генерации текстовых маршрутов, решаемую посредством внедрения предметно-ориентированного языка [10]. Отметим также работу [11], в которой для упрощенного представления плана использовался формат OpenStreetMap. Формат OpenStreetMap обладает определенной избыточностью, которая уменьшает его читабельность и создает препятствия для разработчиков карт. В то время как данный формат будет эффективен для крупного здания, для остальных он может оказаться чересчур громоздким.

Целью нашей работы является разработка эффективного формата представления планов зданий для ускорения ввода плана и использования.

ФОРМАТ ПЛАНА ЗДАНИЯ

Для представления плана в упрощенном формате выделяются следующие сущности:

1. Путь (path) – прямолинейный участок маршрута, доступный для перемещения пешехода, обладающий параметрами направления и начального пункта. Путь может быть корневым или производным. Первый начинается с корневого пункта, второй стартует со стыка и определённым образом соотносится с родительским путём. Завершается путь стыком или тупиковым пунктом.

2. Пункт (point) – место, мимо которого проходит путь. Он обладает параметрами: идентификатор, название и стенка, со стороны которой он находится. Корневой пункт относится непосредственно к этажу, где он расположен. В качестве корневого пункта может быть выход, лестница, лифт или эскалатор.

3. Стык (joint) – опорный пункт, который служит поворотом или развилкой. Стык имеет параметры: название, текст в зависимости от направления движения и фото в зависимости от направления движения.

Для представления указанных сущностей и отношений между ними используется формат XML, содержащий теги Floor, в которые вложены теги корневых пунктов Point и теги корневых путей Path. Каждый тег Path содержит последовательность вложенных тегов Point, которая заканчивается тегом Joint, после которого могут следовать вложенные теги Path, соответствующие производным путям.

Для обозначения вертикальных перемещений вводятся теги Stairs (лестница) и Elevator (лифт). На каждом этаже лестницы и лифты имеют

одинаковые идентификаторы, что позволяет соединить объекты на разных этажах ребрами при обработке структуры данных.

На основе введенного формата строится структура данных «План». Эта структура данных дополняется ребрами, соединяющими каждую пару соседних пунктов, принадлежащих общему пути.

Для построения кратчайшего маршрута в не взвешенном графе применяется волновой алгоритм. Затем для построенного маршрута генерируется текстовое описание. Для этого выделяются фрагменты маршрута, относящиеся к одному пути. Эти фрагменты выводятся в виде отдельного блока: «Поверните <в направлении>, пройдите до <пункта> и <стыка> [слева: <пункты слева>; справа: <пункты справа>]».

Ключевые отличия предлагаемого формата от OpenStreetMap:

- 1) минималистичность: формат содержит только основную информацию, не требуя ввода геометрической модели здания;
- 2) формат ориентирован на пути, по которым движется пешеход, в то время как в плане OSM такая информация опциональна;
- 3) специально выделяются ключевые пункты (стыки), содержащие информацию о поворотах, специальный текст и фотографии.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Возможно преобразование формата OpenStreetMap (OSM) в предлагаемый формат. Формат OSM включает следующие элементы: точки (node), линии (way), отношения (relation), а также метки (tags). Если выделить пути для перемещения пешеходов, указать направления путей и обозначить объекты, расположенные вдоль них, то получим структуру данных, соответствующую нашему формату. Формат OSM допускает ввод пешеходных путей посредством установки атрибута corridor у соответствующих линий. Ввод таких линий должен упростить преобразование формата OSM в представленный формат.

На основе разработанного формата может быть создан веб-сервис для совместного редактирования планов зданий с последующим использованием для навигации. Предлагается осуществлять изменение схемы напрямую в формате XML, используя инструменты, упрощающие этот процесс. Результат может отображаться на отдельной панели в виде схемы с указанием путей, пунктов и стыков. На начальном этапе внедрения этой технологии набор XML-файлов с планами может размещаться в открытом репозитории сервиса GitHub.

Предложенный нами формат будет предпочтительнее в тех приложениях, где геометрическая точность не столь существенна. В дальнейшем может быть востребовано создание редактора данного формата с функ-

цией схематичного отображения плана здания с целью обнаружения ошибок в плане. Программная реализация описанной системы доступна в репозитории по адресу <https://github.com/lapkin25/Nav-any>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Абдрахманова А.М., Намиот Д.Е. Использование двумерных штрихкодов для создания системы позиционирования и навигации в помещении // Прикладная информатика. 2013. № 1 (43). С. 31-39.
2. Колышкина Н.С., Борсук Н.А. Анализ решения вопросов indoor-навигации // Южно-Сибирский научный вестник. 2021. № 2 (36). С. 98-103.
3. Пестун М. В. Когнитивная навигация и алгоритм построения текстового описания маршрута в удобном для человека виде // Программные продукты и системы. 2015. № 1 (109). С. 28-33.
4. Охотниченко А.В., Кухта Ю.Б. Проектирование системы для навигации внутри здания со сложной иерархической структурой // Программные системы и вычислительные методы. 2021. № 4. С. 46-57.
5. Дусакаева С.Т., Савинов В.В. Мобильное приложение для поиска оптимального маршрута в университетском городке // Онтология проектирования. 2023. Т. 13. – № 3 (49). С. 455-464.
6. Liu L., Zlatanova S. Generating navigation models from existing building data // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2013. V. 40. P. 19-25.
7. Goetz M., Zipf A. Extending OpenStreetMap to indoor environments: bringing volunteered geographic information to the next level // Urban and Regional Data Management: UDMS Annual. 2011. V. 2011. P. 47-58.
8. Goetz M., Zipf A. Indoor route planning with volunteered geographic information on a (mobile) web-based platform // Progress in Location-Based Services. 2013. P. 211-231.
9. Wang Z., Niu L. A data model for using OpenStreetMap to integrate indoor and outdoor route planning // Sensors. 2018. V. 18. № 7. P. 2100.
10. da Silva Andrade E., Vale S.B. Indoor-DSL: A model driven approach to modeling indoor representation models for a navigation infrastructure // International Journal of Computer Applications. 2020. V. 975. P. 8887.
11. A new spatial database framework for pedestrian indoor navigation based on the OpenStreetMap tag information / Dumedah G. [et al.] // Transactions in GIS. 2022. Vol. 26, № 7. P. 3090–3108.