

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ iBEACON-ТЕХНОЛОГИИ

Мамчиц А.А., студент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Сицко А.Л. – канд. техн. наук, доцент

Представлена разработка мобильного приложения для навигации внутри помещений с использованием iBeacon-технологии. Приложение обеспечивает определение местоположения пользователя на основе BLE-маячков, построение маршрута с помощью алгоритма A*, визуализацию карт этажей и навигационное сопровождение. Реализован режим доступности (учет лифтов и лестниц).

Современные общественные и коммерческие здания (торговые центры, бизнес-центры, учебные корпуса, медицинские учреждения) сталкиваются с проблемой удобной ориентации посетителей внутри помещений. Традиционные средства навигации, основанные на GPS/ГЛОНАСС, в условиях зданий демонстрируют низкую точность из-за экранирования и многолучевого распространения сигнала, что затрудняет поиск нужных кабинетов, сервисов и зон обслуживания. Отсутствие единого цифрового решения внутренней навигации приводит к потерям времени, росту нагрузки на персонал справочных служб и снижению качества пользовательского опыта. В связи с этим актуальной задачей является разработка мобильного приложения indoor-навигации, обеспечивающего определение местоположения пользователя и построение маршрута до заданных точек интереса (POI) в многоэтажной структуре здания. На практике перспективным направлением являются решения на базе Bluetooth Low Energy и стандартизированной спецификации iBeacon, позволяющие развернуть относительно недорогую инфраструктуру позиционирования и навигации внутри помещений, а также методы и подходы, описанные в исследованиях по indoor navigation и применению навигации в мобильных приложениях [1].

В процессе разработки применён комплексный подход, включающий анализ предметной области, проектирование архитектуры и реализацию функциональных модулей мобильного приложения. На этапе анализа выполнено изучение существующих подходов к indoor-навигации и технологий позиционирования в помещениях, определены основные пользовательские сценарии и требования к системе: отображение карты здания по этажам, работа с POI (просмотр, поиск, избранное), построение маршрута и сопровождение пользователя по маршруту, а также обеспечение возможности работы в офлайн-режиме при ограниченном доступе к сети [2]. На этапе проектирования разработана архитектура приложения на основе принципов Clean Architecture с разделением ответственности между слоями и использованием паттерна BLoC для управления состоянием, что обеспечивает расширяемость и удобство сопровождения. Для хранения и актуализации данных реализована интеграция с облачной инфраструктурой: карты и навигационные данные загружаются из Firebase и кэшируются на устройстве, что позволяет использовать приложение без постоянного интернет-подключения.

Разработанное программное средство реализует ключевые функции внутренней навигации и содержит практические решения для устойчивого позиционирования и маршрутизации в условиях шумных BLE-измерений. Позиционирование пользователя выполняется на основе сканирования iBeacon-маячков и оценки координат по RSSI как минимум от трёх источников: предусмотрены отбор актуальных маячков для текущей карты, фильтрация измерений, удаление выбросов, сглаживание RSSI, вычисление расстояний и последующая трилатерация с проверкой качества результата. Для построения маршрута внутри здания сформирован навигационный граф и применён алгоритм A*; реализованы визуализация маршрута на карте, навигационное сопровождение и автоматическое перестроение маршрута при отклонении пользователя. Дополнительно предусмотрен режим доступности, позволяющий учитывать особенности перемещения (например, предпочтение лифтов и исключение лестниц при наличии соответствующих связей в графе), что расширяет применимость решения для различных категорий посетителей. Использование BLE/iBeacon-инфраструктуры и современных мобильных технологий обеспечивает масштабируемость системы и возможность дальнейшего развития за счёт добавления новых зданий, расширения набора POI и совершенствования алгоритмов позиционирования [1].

Список использованных источников:

1. Кальметьев, В. М. Обзор методов построения indoor navigation для систем по навигации внутри помещений / В. М. Кальметьев, В. А. Сергеева // Современные проблемы науки и образования. – 2025. – № 3. – С. 12–18.
2. Болотова, С. Ю. Навигация внутри помещений в мобильных приложениях / С. Ю. Болотова // Программные продукты и системы. – 2018. – Т. 9, № 1. – С. 29–34.