

8) в каждой генерации линия всегда касается левого и правого концов изображения, символы же напротив, никогда этого не делают.

Опираясь на все преимущества и недостатки (в смысле распознавания) выбранной САРТСНА, можно выделить последовательность действий, необходимых для её распознавания:

1) для более удобного манипулирования данными было принято решение обрабатывать данные не самого изображения, а бинарной матрицы, в который за «0» принято считать пиксель заднего фона изображения, а за «1» — пиксель символов. Для создания такого рода матрицы был применён алгоритм кластеризации данных (фактором отбора является цвет пикселя), который распределяет символы на два кластера. Кластер с большим количеством пикселей — это фон изображения, а с меньшим — символы;

2) для более точного и эффективного распознавания данных необходимо отделить символы друг от друга и впоследствии работать с ними по отдельности. Для этого был применён алгоритм кластеризации данных, разбивающий матрицу на четыре кластера. За фактор сравнения были взяты координаты осей матрицы.

За помеху в данном случае можно считать волнистую линию, проходящую по горизонтали. Так как мы рассматриваем теперь каждую букву по отдельности, то для того, чтобы найти начало этой линии для следующего символа, необходимо передавать координаты от конца линии предыдущего символа.

Началом линии для первого символа всегда будет самый левый пиксель изображения. (После вычисления линий на изображениях при помощи математических формул для сплайнов n -го порядка очень важно отметить, что необходим дополнительный алгоритм, который отслеживает пересечения линия с другими объектами. Это имеет критическую важность в том случае, если линия на некотором участке является одновременно и частью символа (рисунок 2).

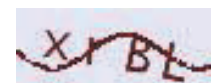


Рисунок 2 — САРТСНА с линией, часть которой является частью символа

Для окончательного определения символа, который находится на изображении, необходимо методом последовательного сравнения сопоставлять полученное изображение с заготовленными заранее шаблонами символов и определять коэффициент попадания. Символ, имеющий наиболее высокий коэффициент попадания, считается тем, который находится на изображении.

Заключение. За время исследования были поставлены задачи изучения и нахождения решения для распознавания САРТСНА определённого вида. Был предложен вариант использования алгоритмов кластерного анализа для фильтрации цвета и разделения символов изображения на отдельные элементы.

На данном этапе распознавание САРТСНА реализовано с точностью в 25% и нуждается в некоторой доработке. Главными рисками падения эффективности являются алгоритмы разделения символов и удаления линии.

УДК 004.922

М. Ю. Сеч, А. И. Калько

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОМЕЩЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ QR-КОДОВ

Введение. В последнее время всё более актуальной становится проблема навигации внутри помещений, а также предоставления посетителям услуг, основанных на их местоположении (LBS, Location-based service) и предпочтениях. Здания становятся всё более объёмными и нередко имеют довольно сложную структуру, ориентироваться в которой могут лишь те, кто постоянно посещает такие здания, а для неподготовленного человека ориентирование в таких местах превращается в пытку.

Кроме того, решения, применяемые в indoor-навигации (навигации внутри помещений), помогают и в ориентировании вне зданий, на улице — там, где в условиях плотной застройки использование систем спутниковой навигации затруднено (нет спутников в прямой видимости, присутствует только отражённый/ослабленный/зашумленный сигнал GPS/Глонасс и т. д.). Особенно эта проблема актуальна для Японии с высокой плотностью городской застройки.

Основная часть. Основным недостатком систем спутникового позиционирования — проблематичность их применения в закрытых помещениях, в результате чего приходится искать иные пути решения проблемы indoor-навигации. Их несколько [1]:

1) навигация по вай-фай. Используется уже существующая инфраструктура сетей связи — точки беспроводных сетей вай-фай, и это наименее затратный вариант. Методика определения координат следующая: устройство пользователя сканирует доступные точки доступа вай-фай, затем информацию о них отправляет на сервер, где эти данные по базе данных сопоставляются с координатами этих точек доступа, по которым и вычисляются координаты пользователя. К сожалению, координаты точек вай-фай точно не известны, плюс могут меняться (перенесли вай-фай точку в другое место или заменили её на другую — координаты уже оказываются неверными). Точность при таком подходе оставляет желать лучшего (погрешность — до 25 м! А при использо-

вании специально созданной инфраструктуры вай-фай — точность 3—5 м, но это уже требует ощутимых затрат на создание и обслуживание подобной системы), да и идентифицировать клиентов по вай-фай, привязывая их расположение к карте помещений, проблематично: начиная с iOS 8, mac-адреса Apple-устройств (iPhone, iPad) постоянно меняются для предотвращения «рекламной» слежки;

2) геомагнитное позиционирование основано на ориентировании по магнитному полю Земли и базируется на геомагнитных аномалиях как критериях для геомагнитного позиционирования (аномалии возникают вследствие неоднородности геомагнитного поля). Заключается в фиксации геомагнитных аномалий и нанесении их на карту территории, на которой предполагается ориентироваться. В дальнейшем навигация производится по составленной карте устройством, в которое встроены магнитометр. Практический пример реализации — система IndoogAtlas команды учёных из финского университета Оулу. Недостатки: высокая сложность реализации, невысокая точность. В помещениях очень много динамически меняющихся магнитных аномалий (проводка, поле в которой меняется в зависимости от подключённой нагрузки и сильно меняет конфигурацию магнитного поля вокруг себя, посетители со своими радиоэлектронными устройствами, стеллажи, тележки), сильно усложняющих навигацию, основанную на указанном способе ориентирования в пространстве;

3) системы спутниковой навигации (GPS/Глонасс и т. д.), инерциальные навигационные системы (ИНС) применимы, когда периодически появляется сигнал систем спутниковой навигации, например, проезд по тоннелю: когда въезжаем в тоннель, нам ещё доступны актуальные координаты и направление движения с GPS/Глонасс-спутников, далее при въезде в тоннель мы теряем сигнал и используем уже ИНС (на базе акселерометра, гироскопа, магнитометра), которая использует в качестве начальных условий последние актуальные данные с GPS/Глонасс до потери связи со спутником и поддерживает их актуальность на основе получаемых с датчиков данных о текущей скорости/ускорении/направлении движения до возобновления связи со спутниками. Стоит принимать во внимание, что в ИНС ошибки постоянно накапливаются, и со временем данные, полученные с ИНС, становятся все более и более отличными от действительности;

4) ориентирование по базовым станциям операторов сотовой связи (GSM). В зоне видимости сотового телефона / GSM-модема постоянно находится как минимум одна базовая станция GSM, а обычно — несколько. Координаты расположения этих базовых станций известны (благодаря многочисленным навигационным сервисам, например Яндекс. Навигатор-приложение получает информацию о видимых вашим телефоном базовых станциях и текущем вашем положении по GSM/Глонасс и отправляет эти сведения в Яндекс, где на основе этих данных строится база соответствий «Базовая станция-координаты», к которой имеется свободный доступ через предоставляемое API). Отправляем в модем команду AT+CREG=2, в результате чего начинаем получать сообщения +CREG: с информацией о текущей подключённой базовой станции — LAC и CELLID (соответственно, код зоны и идентификатор базовой станции). Отправив эти данные на один из специальных сервисов (предоставляемый Яндекс, Google и другими компаниями), получаем координаты этой базовой станции. Многие модемы позволяют получить список видимых базовых станций с указанием их LAC и CELLID, остаётся только через базы данных с координатами базовых станций получить их координаты и методом триангуляции определить свое примерное местоположение. Минус — невысокая точность (базовая станция может быть удалена на расстояние 35 км от пользователя, некоторые базовые станции являются мобильными и постоянно меняют свою дислокацию);

5) использование Bluetooth-маячков Vecon даёт достаточную точность при приемлемом уровне финансовых затрат; перспективная технология, которая активно развивается, поэтому именно на iVeason остановимся подробно в следующем разделе и реализуем на практике;

6) навигация, основанная на синергетическом эффекте, решает задачу определения текущего местоположения, используя все (или большинство) из перечисленных выше способов. Эффективность достигается за счёт того, что мы используем сразу несколько векторов определения координат, что способствует компенсации ошибок и повышению точности определения координат. На реализацию подобной системы, кстати, в прошлом году фондом развития центра разработки и коммерциализации новых технологий «Сколково» был выделен грант в 1 млн дол. США.

Перечисленные методы сложны в реализации и требуют слишком много денежных средств. Поэтому был разработан алгоритм построения маршрута на основе нахождения местоположения по QR-коду.

Алгоритм определения геоположения в здании работает следующим образом [2]: 1) пользователь при помощи своего устройства считывает данные QR-кода в здании; 2) QR-код преобразует зашифрованные данные в координаты местоположения в помещении; 3) пользователь вводит необходимый кабинет для дальнейшего следования в здании; 4) приложение составляет маршрут и выдает указания следования пользователю в виде панорамных снимков с указанием движения.

Заключение. Разработанный проект может быть использован на различного рода предприятиях для навигации в зданиях.

Список цитируемых источников

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Радиотехника, 2010. — 800 с.
2. Documentation QR [Electronic resource] / QR. — Access mode: <http://www.qr.io/>. — Date of access: 15.09.2017.