

МЕТОДИКА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВАНИИ WiFi-СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА

Д.Е. Храбров, И.А. Мурашко
Кафедра «Информационные технологии»,
Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого
Гомель, Республика Беларусь
E-mail: science@dexp.in, iamurashko@tut.by

Предложена методика позиционирования, основанная на использовании алгоритмов взвешенного центроида и отпечатка пальцев, которые позволяют локализовать объект с точностью до аудитории. Данная методика решает задачу позиционирования объекта на базе штатных точек доступа WiFi (беспроводные сети на базе стандарта IEEE 802.11). Использование методики позволяет как проверять посещаемость занятий студентами, так и получать оперативную информацию о сотрудниках университета.

ВВЕДЕНИЕ

Задача автоматизированного контроля посещений занятий студентами может быть решена многими способами [1]. Например, с использованием RFID (англ. Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Такая система используется в магазинах: на каждый товар крепится радиочастотная метка, на всех выходах стоят арки, которые данные метки активируют. Если метка не принадлежит к разряду проданных, то происходит оповещение охраны. Однако в случае проверки посещаемости занятий активирующими арками необходимо будет оборудовать каждую аудиторию, что не выгодно экономически, так как каждая арка имеет высокую стоимость.

Ещё одно возможное решение задачи автоматизированного контроля посещаемости – аудио-видео аутентификация. Для видео-аутентификации на каждую дверь аудитории необходимо установить по 2 камеры: для обработки входящих и выходящих людей. Недостатками данного подхода являются: высокая стоимость оборудования; распознавание требует больших вычислительных мощностей (в случае серверной обработки – высокая нагрузка на сеть); низкая скорость работы.

Поэтому в работе предлагается программно-аппаратный комплекс идентификации студентов, основанный на стационарной WiFi-сети университета. В качестве мобильного устройства может быть использовано как стандартное мобильное устройство (смартфон, ноутбук, планшет), так и специализированное устройство идентификации.

1. Принцип WiFi-позиционирования

На рис. 1 показана ситуация, когда устройство (Z) получает сигналы от 3 точек доступа: W1, W2 и W3. Устройство имеет координаты (X_0, Y_0) , точки доступа соответственно: (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) и (X_3, Y_3) . Расстояния от Z до каждой точки доступа соответственно: L1, L2 и L3.

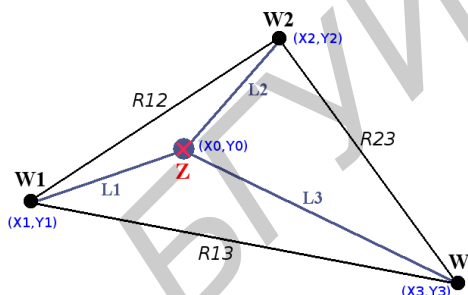


Рис. 1 – Позиционирование по трём точкам доступа

Объект, снабжённый устройством позиционирования, каждый раз снимает уровни сигнала доступных точек, которые занесены в список разрешённых. Для позиционирования было бы достаточно знать координаты точек и расстояния от устройства до каждой точки доступа (L). Однако значение L не известно – обычно известен уровень сигнала, который проблематично с достаточной точностью перевести в меру расстояния.

Координаты точки Z получаются с помощью алгоритма взвешенного центроида (Weighted centroid) [2]. Алгоритм «Центроид» (Centroid) описан в [3] и представляет собой вычисление геометрического центра плоской фигуры, образованной несколькими точками доступа. В таком случае, координаты агента вычисляются как среднее арифметическое координат точек доступа. Алгоритм взвешенного центроида отличается тем, что у каждой вершины геометрической фигуры есть свой вес. В таком случае координаты определяются по формуле:

$$X_0 = \sum_{i=1}^N \mu_i X_i; Y_0 = \sum_{i=1}^N \mu_i Y_i; \mu_i = \left(P_i^2 \sum_{j=1}^N \frac{1}{P_j^2} \right)^{-1}$$

где P_i – уровень сигнала до i -той точки доступа, μ_i – характеристика веса.

Из формулы видно, что каждая из координат рассчитывается не зависимо от других. Следовательно, формула легко масштабируется для

N -мерного пространства, в частности, трёхмерного. Так же видно, что абсолютные значения уровня сигнала так же не важны, так как при вычислении этот параметр приводится к долям единицы.

II. МЕТОДИКА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

На рис. 2 приведена структура программно-аппаратного комплекса.

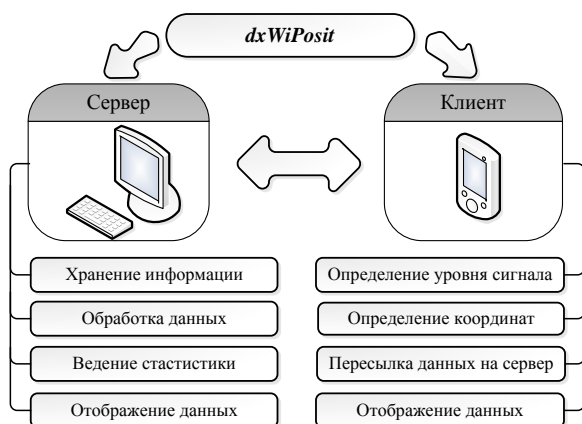


Рис. 2 – Структура комплекса

Основные положения предлагаемой методики локального позиционирования можно разбить на два этапа. Предварительный этап:

1) Получаем опорные координаты для каждого помещения. Можно использовать абсолютные или абстрактные координаты. Важно лишь то, чтобы все помещения были внесены в одной системе координат.

2) Отбрасываем нестабильные и низкоуровневые сигналы. Например, мобильный телефон или ноутбук также может выступать в качестве WiFi точки доступа.

3) Сохраняем в базу данных информацию о помещении, содержащую информацию о пяти наиболее сильных источниках для данного помещения. В зависимости от типа помещения (см. пример: учебное или спортзал) число хранящихся точек доступа можно варьировать.

В процессе работы системы (основной этап):

1) Устройство снимает уровни сигнала от опорных точек и идентифицирует эти точки. Идентификаторы точек сравниваются с “белым списком” точек доступа с известными координатами.

2) Отбрасываются точки с низким уровнем и проверяется, как много точек доступа имеют достаточный уровень сигнала, и которые находятся в белом списке. Это действие выполняется 3-5 раз за короткий промежуток времени. Сильно отличающиеся от других результаты эксперимента отбрасываются, среди оставшихся одноимённые координаты усредняются.

3) Пересылка координат на сервер, согласно графику расписания звонков. В течение пары

отсылка данных происходит раз в 15 минут, во время перемен и их окрестностей – каждые 2-3 минуты. Кроме статически указанных интервалов поддерживаются и динамические временные интервалы (гибкий график).

4) Сервер обрабатывает полученные данные и определяет, в каком конкретно помещении находится данный объект. Статистика хранится на сервере для последующего использования.

Видно, что слабым местом методики является сбор информации о каждом помещении на предварительном этапе. Для универсального случая возможное решение предложено в [4], где предлагается часть обучения системы перенести на самих пользователей. Однако в случае университета решение не оправдано, так как инфраструктура меняется относительно редко. И если доверить студентам обучение системы, то это потенциальная проблема безопасности.

Также при реализации системы следует помнить, что WiFi-приёмники имеют различную чувствительность [5]. Результаты как и точность позиционирования могут быть различными для разных приёмников. Возвращаемая размерность уровня сигнала так же может варьироваться и желательно приведение к безразмерному виду.

III. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Функционал комплекса позволяет на мобильном устройстве преподавателя отображать текущее состояние, вычислять рейтинг в режиме онлайн. Недостатком является то, что система не защищена от сознательного нарушения студентами правил распорядка идентификации в сети (передача в другие руки). Эта проблема выходит за рамки данной работы и может быть решена организационными мероприятиями такими как контроль преподавателем или старостой.

1. Survey of wireless indoor positioning techniques and systems / Hui Liu, H. Darabi, P. Banerjee, Jing Liu // Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions. – 2007. – Vol. 37. – P. 1067–1080.
2. Bahl, P. Radar: An in-building RF-based user location and tracking system / P. Bahl, V. Padmanabhan // IEEE INFOCOM, Tel-Aviv, Israel. – Mar. 2000. – P. 775–784.
3. Kolodziej, K.W. Local positioning systems: LBS applications and services / K.W. Kolodziej, J. Hjelm // CRC Press. – 2006. – P. 445.
4. Growing an organic indoor location system / Jungeun Park, Ben Charrow, Dorothy Curtis et al. // Proceedings of the 8th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. – MobiSys '10. – New York, NY, USA: ACM, 2010. – P. 271–284. – <http://doi.acm.org/10.1145/1814433.1814461>.
5. Avoiding multipath to revive inbuilding WiFi localization / Souvik Sen, Jeongkeun Lee, Kyu-Han Kim, Paul Congdon // Proceeding of the 11th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services. – MobiSys '13. – New York, NY, USA: ACM, 2013. – P. 249–262. – <http://doi.acm.org/10.1145/2462456.2464463>.