

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ И ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ОСНОВАНИИ WI-FI СЕТИ

Д. Е. Храбров

Кафедра «Информационные технологии», ГГТУ им. П.О. Сухого

Гомель, Республика Беларусь

E-mail: science@dexp.in

Предложена методика позиционирования, основанная на применении алгоритма сопоставления с образцом и оригинальной методики обучения системы, которая позволяет автоматизировать учёт посещения занятий и получать информацию о местоположении студента или преподавателя в университете. Данная методика решает задачу позиционирования объекта на базе штатных точек доступа Wi-Fi (беспроводные сети на базе стандарта IEEE 802.11).

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированный контроль посещений занятий студентами может быть выполнен многими способами [1]. В данной работе предлагается программно-аппаратный комплекс идентификации студентов, основанный на стационарной Wi-Fi сети университета. В качестве мобильного устройства может быть использовано как стандартное мобильное устройство (смартфон, ноутбук, планшет), так и специализированное устройство идентификации.

I. МЕТОДИКА ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Основные положения предлагаемой методики локального позиционирования можно разбить на два этапа. Предварительный этап – этап обучения системы, ведь для расчёта необходимо иметь эталонный набор точек с уже известными координатами. На этом этапе необходимо получить опорные координаты для каждого помещения: $Room_i = ([P_1, Name_1], [P_2, Name_2] \dots, [P_m, Name_m])$. То есть для каждой комнаты необходимо хранить все сигналы видимых точек доступа (P_j) и имена этих точек ($Name_j$). В качестве имени точки используется не строковое представление, а MAC-подобный *DeviceID*.

Далее необходимо сравнить список видимых точек со списком разрешённых, чтобы отфильтровать неразрешённые. Например, мобильный телефон или ноутбук также может выступать в качестве Wi-Fi точки доступа: $Rm_i = allowed\{Room_i\}$. Далее остаётся лишь сохранить в базу данных информацию о помещении, содержащую информацию о пяти наиболее сильных источниках для данного помещения: $DB_{Room_i} = maxZ_1^M\{Rm_i\}$.

Расстояние от точки доступа до мобильного устройства обратно пропорционально корню отношения мощностей сигналов, формула Фрииса:

$$\frac{P_R}{P_T} = G_T G_R \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2,$$

где d – расстояние в метрах между передающей и принимающей антенно; P_T – мощность передающей антенны (Вт); P_R – мощность, принимаемая антенной (Вт); G_T и G_R – коэффициент усиления передающей и принимающей антенны соответственно; λ – длина волны в метрах, соответствующая частоте передачи.

После обобщений, приведения размерностей величин и учёта парности измерений получается следующая формула, дающая уровень сигнала в центре аудитории:

$$X_G = 10 \cdot \lg \left(\frac{\lambda k \sqrt{G_T G_R}}{2\pi \sum_{i=1}^k \sqrt{2d_{1i}^2 + 2d_{2i}^2 - d_{12i}^2}} \right)^2,$$

где k – количество пар измерений; d_{1i} и d_{2i} – расстояние от Wi-Fi точки доступа до точек измерения 1 и 2 соответственно, точки измерения должны быть равноудалены от центра аудитории, находиться на одной прямой; d_{12i} – расстояние между точками измерения 1 и 2, обычно измеряется напрямую или по плану здания.

Основной этап работы системы представлен на блок-схеме, рис. 1.

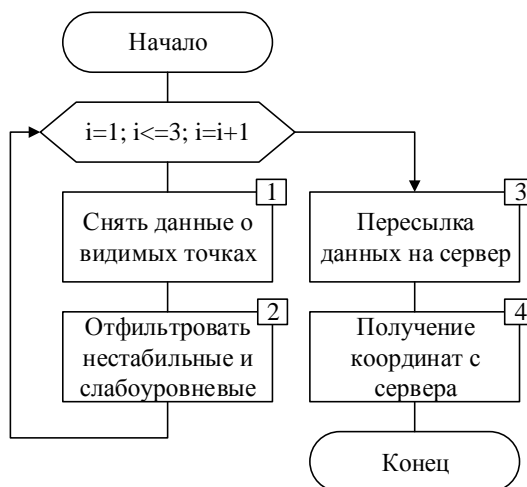


Рис. 1 – Блок-схема работы клиента

Пронумерованные блоки рис. 1:

1) Устройство снимает уровни сигнала до опорных точек и идентифицирует эти точки ($Room_i$).

2) Отбрасываются точки с низким уровнем и проверяется, как много точек доступа имеют достаточный уровень сигнала (Rm_i). 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 течении 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.

Слабым местом методики является необходимость переобучения системы в случае реконфигурации оборудования, например изменение типа или местоположения точек доступа, добавление новых точек с высоким уровнем сигнала и тому подобное. Таким образом, после каждой реконфигурации требуется корректировка информации для позиционирования [2]. В некоторых случаях это может быть эквивалентно первоначальному обучению системы. Для решения данной проблемы предлагаем использовать так называемый динамический эталон, то есть в каждой аудитории добавить по стационарному устройству, которое будет в режиме реального времени передавать на сервер уровни видимых точек из данной конкретной аудитории.

II. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты проведенного эксперимента показаны на рис. 2. Каждые 1000 секунд произво-

дилось 3 измерения текущей координаты, которые затем округлялись по точности до помещения. Если хотя бы 2 измерения из 3 совпадают, то помещение считается корректно найденным. В самом начале эксперимента (рис. 2) все 3 измерения совпадают. Измерения на секундах 1000, 1015 и 1030 (точка А) имеют значения соответственно: 304, 302, 304. Но так как два измерения совпали, то за текущее помещение принимается аудитория 304.

Методика имеет слабое место – если вычисление положение производилось в момент перехода из одной аудитории в другую. В таком случае все 3 измерения могут дать разный результат (точка Б на графике). Чтобы избежать таких ситуаций нужно снимать данные точно в соответствии с расписанием [3]. При этом не нужно снимать данные в самом начале или конце занятия.

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. Храбров, Д. Е. Методика позиционирования и контроля посещаемости студентов на основании WiFi-сети университета / Д. Е. Храбров, И. А. Мурашко / М-во образования Респ. Беларусь, Бел. гос. ун-т. инф-ки. и рад-ки. – Минск, 2014. – С. 254-255.
2. A survey of mathematical methods for indoor localization / F. Seco, A.R. Jimenez, C. Prieto et al. // Intelligent Signal Processing, 2009. WISP 2009. IEEE International Symposium on. – 2009. – P. 9-14.
3. 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>.

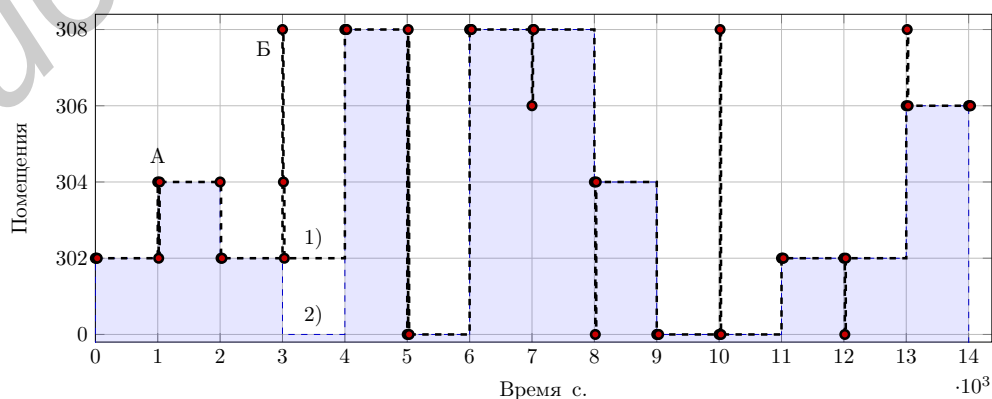


Рис. 2 – График положения от времени: 1) Вычисленное положение; 2) Реальное положение