



Д.Д. Мальчиков, С.А. Прохоров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BLE ДАТЧИКОВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ УСТРОЙСТВА В ПРОСТРАНСТВЕ

(Самарский университет)

Введение

В современном мире почти в каждом смартфоне существует множество датчиков, таких как Bluetooth, акселерометр, гироскоп, датчик температуры, компас и другие. Эти датчики используются в разных целях, датчик температуры для измерения нагрева устройства, акселерометр для управления в приложениях, а Bluetooth для передачи файлов на другие устройства, также модуль Bluetooth можно использовать и в других целях, например, для определения местоположения в определенной зоне в связке с другими Bluetooth датчиками.

Проблему определения местоположения в помещениях, например, для отслеживания сотрудников в офисе или на предприятии, чаще всего решают с помощью геолокации сигналов GPS или ГЛОНАСС, реже с помощью мобильной сети. В случае объектов или помещений где отсутствует сигнал со спутников или недоступна сотовая связи, для вычисления местоположения устройства необходимы другие варианты, которые позволяют вычислять местоположение объекта без привязки к спутниковым или сотовым системам. В исследовании приведен подход, позволяющий вычислить местоположение устройства, по информации, полученной от BLE датчиков и прототип приложения. На текущий момент существуют несколько решений, по определению местонахождения в помещениях, это продукты от компаний «Infsoft» и «Locatify», для этих продуктов необходимо разворачивание инфраструктуры и запуск серверов, также они используются для предприятий или офисов с большой площадью, и в виду их высокой стоимости это не выгодно для использования физическими лицами в малых масштабах.

Аппаратная часть

Датчик BLE (Bluetooth Low Energy) – это Bluetooth датчик с пониженным энергопотреблением. Устройства на технологии BLE были созданы для того, чтобы экономить энергию на устройствах, питающихся через батарейное питание.

Каждый из датчиков генерирует электромагнитное поле вокруг себя с помощью короткого провода, который является широкополосной антенной и расположен на сужающейся части маячка. Электромагнитное поле вокруг прямого провода принимает форму пончика – волны не распространяются с одинаковой силой во всех направлениях, что ведет к образованию «пустых» зон. Лучшим решением проблемы является изменение формы антенны так, чтобы электромагнитное поле приняло форму идеальной сферы, которую можно увидеть на рисунке 1.

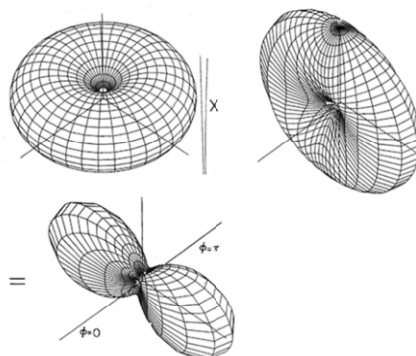


Рис. 1. Электромагнитное поле вокруг датчика

Кроме частоты необходимо учитывать силу вещания. Она описывает силу сигнала и измеряется в дБм (децибел-милливаттах). дБм – это абсолютный уровень мощности в децибелах относительно опорного уровня в 1 мВт. Зона работы маячка напрямую зависит от вещательной мощности [1].

Чем ближе устройство к маячку, тем лучше вычисляется расстояние – это происходит из-за большей плотности сигнала в непосредственной близости от источника. С увеличением расстояния сигнал RSSI становится более рассеянным и искаженным [2].

Методы вычисления местоположения

С помощью уровня сигнала можно вычислить примерное местоположение устройства в пространстве, существует два варианта решения этой задачи:

1. Метод «Сетки» – создается сетка с наложенным слоем интересующей нас карты здания, расставляются маячки и во время работы приложения собираются данные, которые определяют нужный квадрат местоположения методом лучшего сопоставления.

2. Метод трилатерации – со всех доступных значений RSSI отбираются только три, с наилучшим качеством сигнала и доступности, после этого используя эти данные и координаты маячка определяется примерная удаленность от него и вычисляется текущее местоположение.

Для вычисления примерного местоположения устройства будет выбираться точка пересечения трех сфер, получить местоположение которой можно, решив систему уравнений.

$$r_1^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad (1)$$

$$r_2^2 = (x - d)^2 + y^2 + z^2 \quad (2)$$

$$r_3^2 = (x - i)^2 + (y - j)^2 + z^2 \quad (3)$$

Отсюда можно получить значение координат точки:

$$x = \frac{r_1^2 - r_2^2 + d^2}{2d} \quad (4)$$

$$y = \frac{r_1^2 - r_2^2 - x^2 + (x - i)^2 + j^2}{2j} = \frac{r_1^2 - r_3^2 + i^2 + j^2}{2j} - \frac{i}{j}x \quad (5)$$



$$z = \pm \sqrt{r_1^2 - x^2 - y^2} \quad (6)$$

В случае разработки программного обеспечения будет учитываться только координаты x и y , так как предполагается, что программным обеспечением будут пользоваться для того, чтобы определять местоположение устройства на этаже, в плоскости которого лежат и BLE датчики.

При работе прототипа приложения были получены следующие данные с четырех одновременно запущенных датчиков, во время эксперимента устройство переносилось в разные помещения, результаты без учета погрешности можно увидеть в таблице 3.

Разработка прототипа программного обеспечения

Для описания функционального назначения программного обеспечения на рисунке 2 приведена диаграмма вариантов использования.

Таблица 3. Зависимость силы сигнала RSSI от расстояния для NRF51822

| Датчик 1 | | Датчик 2 | | Датчик 3 | | Датчик 4 | |
|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| Расстояние | Сигнал | Расстояние | Сигнал | Расстояние | Сигнал | Расстояние | Сигнал |
| 1 м | -62дБм | 1 м | -60дБм | 1 м | -61дБм | 1 м | -62дБм |
| 3м | -72дБм | 3м | -69дБм | 3м | -74дБм | 3м | -73дБм |
| 5м | -83дБм | 5м | -82дБм | 5м | -81дБм | 5м | -83дБм |
| 7.5м | -88дБм | 7.5м | -87дБм | 7.5м | -88дБм | 7.5м | -88дБм |
| 10м | -93дБм | 10м | -94дБм | 10м | -93дБм | 10м | -92дБм |

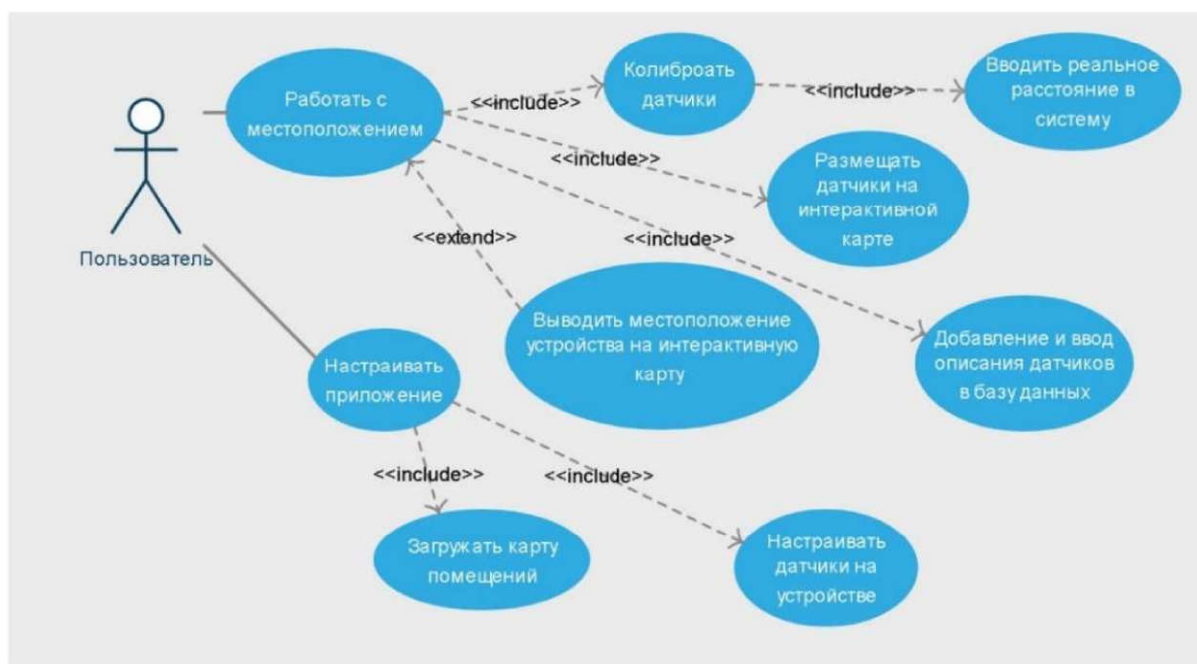


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования приложения



Как видно из диаграммы, основным актером в данном программном обеспечении является пользователь приложения. Пользователь включает все устройства, добавляет каждый из датчиков в базу данных. При этом должно быть создано имя и описание датчика для лёгкой идентификации в будущем. Далее пользователь калибрует зависимость расстояния от уровня сигнала, для этого пользователь должен знать примерное расстояние до одного из датчиков и, если оно изначально вычисляется неточно, откалибровать.

После этого пользователь размещает датчики в разных помещениях, размещая их в неинерциальной системе отчета на карте, стараясь добиться того, чтобы потенциальное устройство оказалось между ними. Программное обеспечение получает уровень сигнала от датчиков, затем создается слой карты и на него накладывается невидимый слой сетки с координатами, затем по формулам (4) и (5) вычисляется примерное расположение зоны в котором находится устройство [3]. После получения результатов, приложение выводит на интерактивную карту зону расположения устройства. Работу прототипа приложения можно увидеть на рисунке 3, где красной зоной отмечено местоположение устройства, а синими точками расположение BLE датчиков.



Рис. 3. Работа прототипа приложения



Таким образом, был создан прототип приложения, вычисляющий примерное местоположение устройства по уровню сигнала BLE датчиков, в помещениях, на одной плоскости с датчиками. Дальнейшее развитие программного обеспечения предполагает улучшение точности определения местонахождения устройства и добавление фильтрации данных с датчиков. Улучшение стабильности и качества работы самого приложения. Также будет добавлен сервер на персональном компьютере для удобства просмотра перемещения телефона на карте и сопутствующее для этого программное обеспечение.

Литература

1. Lahteenmaki J. Indoor Propagation Models/ J. Lahteenmaki. –COST Action 231: Digital mobile radio towards future generation systems: Final report,1999. P. 175-179.
2. Benkič, Using RSSI value for distance estimation in Wireless sensor networks based on ZigBee/ К. Benkič, М. Malajner, Р. Planinšič, Ž. Čučej. – SPaRC Laboratory. – UM-FERI Maribor, 2000
3. Коматинэни, С. GoogleAndroid: программирование для мобильных устройств/С. Коматинэни, Д. Маклин, С. Хэшими. –GoogleAndroid: программирование для мобильных устройств Pro Android 2. — 1-е изд. — СПб.:Питер, 2011. — 736 с.

В.О. Николашин, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОМПЛЕКС ОХРАНЫ ТРУДА»

(Самарский университет)

В наше время охрана труда является важной составляющей организации рабочего процесса на любом предприятии, где работают люди. Контроль за соблюдением правил безопасности в рабочем процессе, а также организацию необходимых мероприятий в области охраны труда осуществляют инженеры охраны труда. В своей работе им приходится работать с большим количеством документов, в том числе отчётных, связанных с проводимыми мероприятиями, а также с различного рода происшествиями и событиями на производстве, касающимися их деятельности.

Процесс составления отчётной документации в настоящее время чаще всего не автоматизирован, что делает его не эффективным, трудоёмким и весьма затратным по времени. Это приводит к тому, что инженеры охраны труда вынуждены значительную часть рабочего времени тратить не на совершенствование безопасности рабочих процессов, а на выполнение рутинной работы.