

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

© 2016 А. В. Данилова, А. Г. Юрочкин, В. В. Кузнецов

ОАО «Концерн «Созвездие»

Российская Академия государственной службы при Президенте РФ  
Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России

*В данной статье рассматриваются возможности использования беспроводных сетей для позиционирования объектов. Дана классификация подобных систем. Указаны возможные метрики близости. Отмечены проблемы, с которыми сталкиваются разработчики.*

*Ключевые слова: связь, объект, позиционирование, беспроводная сеть.*

Среди важных практических приложений беспроводных сетей можно выделить разработку методик, связанных с определением положения объектов в пространстве.

При определении положений объектов, которые находятся вне помещений, применяют технологии, связанные со спутниковой навигацией (GPS, ГЛОНАСС), и технологии, относящиеся к средствам мобильной связи (GSM). Но их нельзя использовать внутри помещений, поскольку сигналы сильно ослабляются внутри стен и перекрытий зданий.

Для решения задачи по определению положения объектов внутри помещений является эффективным использование технологий беспроводных сетей, например, Bluetooth, Wi-Fi или ZigBee.

Методики, связанные с позиционированием, основываются на данных, связанных с мощностями Wi-Fi сигналов, которые объекты принимают от разных точек доступа. Важной проблемой является достижение необходимой точности при различных влияющих факторах, которые формируют интерференционные картины в Wi-Fi покрытиях.

В системах позиционирования вводят понятие «базовая станция». Исследователи

классифицируют системы позиционирования с точки зрения разных параметров:

- 1) Для чего предназначена система;
- 2) Какие рассматриваются масштабы зоны обслуживания;
- 3) Какие применяются технологии и методики, связанные с позиционированием.

По назначению системы позиционирования подразделяют на специальные, общие и промышленные.

Если внутри помещения уже существует сеть Wi-Fi, то это дает возможности для того, чтобы сформировать систему позиционирования, которая будет иметь приемлемую точность, хотя мы допустим минимальные дополнительные аппаратные затраты. Мы достигнем этого за счет того, что базовыми станциями мы считаем те Wi-Fi точки доступа, которые уже есть, их количество можно увеличить и эффективности работы сетей не уменьшится. В результате существенным образом уменьшаются материальные расходы, связанные с внедрением и обслуживанием систем, то есть в существующих Wi-Fi сетях вводятся новые функциональные возможности.

Способы, направленные на реализацию локального позиционирования, связаны или с построением моделей распространения сигналов, или с осуществлением классификации.

В качестве основной модели распространения сигнала, в первом случае применяют модель Мотли-Кинана, в которой также можно учесть затухание сигналов в стенах.

В указанной модели прибегают к двум способам позиционирования, в первом из них используется статистический подход, в том числе, методы регрессионного анализа. Вторые методы являются детерминированными,

---

Данилова Александра Викторовна – ОАО «Концерн «Созвездие», сотрудник, e-mail: danilovaalex@yandex.ru.

Юрочкин Анатолий Геннадьевич – Воронежский филиал Российской Академии государственной службы при Президенте Российской Федерации, д. т. н., профессор, e-mail: kafec@vtn.ganepa.ru.

Кузнецов Владимир Васильевич – Воронежский институт государственной противопожарной службы МЧС России, начальник кафедры государственного надзора.

например, они опираются на методики, связанные с группами ближайшего соседа.

Вводят понятие меры близости, которая относится к вектору существующих измерений и вектору измерений обучающей выборки.

Исследователи используют:

1. В качестве меры близости евклидово расстояние,

2. Мера близости, основанная на расстоянии в городских кварталах (говорят о манхэттенской метрике),

3. Метрику Чебышева.

При решении задач, связанных с позиционированием объектов, в практических случаях разработчики сталкиваются с проблемами:

1. Недостаточной точностью позиционирования для отдельных зон позиционирования;

2) Появление значительных смещений оценок местоположений объектов для коротких временных интервалов;

3) Получение ошибочного определения помещений или этажей, к которым относятся объекты в данные моменты времени;

4) Уменьшение точности по позиционированию групп тех объектов, которые находятся близко друг относительно друга.

Проблемы определяются возникновением сложных интерференционных картин распределения сигналов в беспроводной сети.

Для того, чтобы повысить точность позиционирования, привлекают специальные способы:

1) Используют план помещений и модели перемещения объектов;

2) Осуществляют коррекцию оценок координат для тех объектов, которые находятся близко по отношению друг к другу;

3) Проводят комбинация по нескольким беспроводным технологиям.

Рассмотрим эти подходы несколько подробнее.

Планы помещений в основном используют для того, чтобы отображать перемещения объектов систем. Планы можно применять с тем, чтобы проводилась дополнительная коррекция по оценкам положения объекта. То есть, в случае приближения объекта к границам помещений, мы можем ошибочным образом определить его положение, считая, что он относится к другому помещению. Такие ошибки можно считать существенными, хотя ошибки, связанные с позиционированием могут быть не более, чем несколько метров. В таких случаях для

решения обозначенных проблем можно использовать эмпирические и теоретические подходы. В первых накладывают искусственные ограничения по перемещению объектов, базирующиеся на эмпирических зависимостях. Во вторых используют обработку и фильтрацию сигналов.

Интересно отметить, что есть исследования, в которых авторами предлагается рассматривать планы помещений как единый взвешенный граф расстояний, в нем вершины – позиции, существующие в обучающих выборках. Такой подход дает возможности для расчета итоговой оценки положения при учете ограничений по значениям перемещения объектов и при учете ограничений реальных расстояний, которые объект преодолевает, когда перемещается.

При фильтрации данных применяют разные фильтры (Калмана, Байеса и др.).

Если объекты объединяются в группы, то это ведет к дополнительным сложностям при определении их положения. Например, авторы некоторых работ показали, что результаты для средней ошибки позиционирования по группе, содержащей семь объектов, будут больше, чем для одного объекта в 2 раза.

Поэтому приходится применять статические и динамические подходы. В первых подходах исходят из предположений о том, что есть условное постоянство по числу групп объектов и их численному составу. Во вторых подходах таких ограничений нет.

Среди недостатков подобных методов можно указать предположения, связанные с тем, что внешние воздействия являются редкими или подчиняющимися определенным законам.

При комбинации нескольких методов исходят из предположений:

1) В беспроводных технологиях различной физической природы может происходить взаимная компенсация ошибок;

2) За счет использования нескольких подходов можно осуществлять определение положения объектов для большего числа случаев, так как разные технологии работают для разных условий.

Например, в некоторых работах дано описание того, как объединили систему Wi-Fi позиционирования и систему глобальной навигации (GPS).

В некоторых работах группируют систему Wi-Fi позиционирования и сигнал Bluetooth. Конечно, при этом требуется до-

полнительное обеспечение стационарным питанием Bluetooth источников.

В качестве основного недостатка в любых инерциальных навигационных системах (ИНС) можно считать накопление ошибок с течением времени. В этой связи их всегда используют совместным образом с другими технологиями.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Львович И. Я. Исследование устойчивости беспроводных сетей в условиях блокирования сигнала / И. Я. Львович, О. Н. Чопоров, А. П. Преображенский, В. Б. Щербатов // *Информация и безопасность*. – 2016. – Т. 19. – № 2. – С. 254-257.

2. Преображенский А. П. Анализ распространения электромагнитных волн внутри помещения в рамках лучевого подхода / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2016. – № 2 (13). – С. 12.

3. Преображенский А. П. Анализ радиопокрытия в системах связи на основе геометрических алгоритмов / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2016. – № 2 (13). – С. 17.

4. Щербатых С. С. Разработка алгоритма оптимизации покрытия беспроводных систем связи / С. С. Щербатых, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // В сборнике: *Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ-2015»* Материалы 11-ой международной молодежной научно-технической конференции. Севастопольский государственный университет; Под редакцией А. А. Савочкина. – 2015. – С. 78.

5. Львович И. Я. Подсистема проектирования защищенных беспроводных сетей / И. Я. Львович, А. П. Преображенский, Е. Ружицкий, О. Н. Чопоров // *Информация и безопасность*. – 2015. – Т. 18. – № 4. – С. 556-559.

6. Преображенский А. П. Перспективные методы оптимизации для решения задач проектирования электродинамических объектов и систем связи / А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2015. – № 14. – С. 113-115.

7. Преображенский А. П. Исследование возможностей построения алгоритма оценки загрузки компьютерной сети / А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского инсти-*

*тута высоких технологий*. – 2015. – № 14. – С. 119-120.

8. Преображенский А. П. Возможность оценки характеристик распространения электромагнитных волн внутри помещений / А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2015. – № 14. – С. 25-26.

9. Преображенский А. П. Способы управления электромагнитной обстановкой в помещении / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2015. – № 4 (11). – С. 10.

10. Преображенский А. П. Проблемы оценки электромагнитной обстановки в помещениях / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2015. – № 2 (9). – С. 21.

11. Преображенский А. П. Построение модуля расчета для исследования систем мобильной связи / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2015. – № 1 (8). – С. 6.

12. Lvovich I. The possibilities of improvement wireless coverage inside buildings / I. Lvovich, A. Preobrazhensky // *Information Technology Applications*. – 2015. – № 1. – С. 124-130.

13. Львович И. Я. Построение алгоритма оценки средних характеристик рассеяния полых структур / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский // *Телекоммуникации*. – 2014. – № 6. – С. 2-5.

14. Преображенский А. П. Об оценке характеристик беспроводной связи в помещении / А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2014. – № 13. – С. 40-41.

15. Преображенский А. П. О применении расчетно-экспериментального подхода при исследовании распространения волн Wi-Fi внутри помещения / А. П. Преображенский // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. – 2014. – № 12. – С. 71-72.

16. Преображенский А. П. О проектировании беспроводных сетей связи на основе методов искусственного интеллекта / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2014. – № 4 (7). – С. 13.

17. Преображенский А. П. Особенности использования САПР при проектировании беспроводных сетей связи / А. П. Преображенский // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2014. – № 4 – (7). – С. 15.

18. Преображенский А. П. Характеристики распространения радиоволн в подземных беспроводных системах связи / А. П. Преображенский, А. А. Хромых // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 2. – С. 5.
19. Преображенский А. П. О процессах оптимизации в мобильных системах связи / А. П. Преображенский, Е. И. Коденцев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2013. – № 3. – С. 6.
20. Львович Я. Е. Исследование метода трассировки лучей для проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2012. – Т. 17. – № 1. – С. 32-35.
21. Андросик А. Б. Информационные технологии: приоритетные направления развития / А. Б. Андросик, А. В. Башкатов, О. А. Бистерфельд, О. И. Лохманова, И. Я. Львович, С. Д. Мировицкая, А. П. Преображенский, А. В. Саушев, Д. В. Спирин, В. Н. Удодов, С. С. Чернов, Е. В. Шабунина, И. А. Язовцев // Под общей редакцией С. С. Чернова. – Новосибирск, 2012. – Книга 8, Издательство: Издательство Сибпринт (Новосибирск), 227 с.
22. Львович Я. Е. Исследование метода трассировки лучей при проектировании беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 40-42.
23. Львович И. Я. Разработка информационного и программного обеспечения САПР дифракционных структур и радиолокационных антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 12. – С. 63-68.

## **THE USE OF WIRELESS NETWORKS IN THE PROBLEMS OF POSITIONING OBJECTS**

© 2016 A. V. Danilova, A. G. Yurochkin, V. V. Kuznetsov

*JSC «Concern «Sozvezdie»  
The Voronezh branch of the Russian Academy of state service  
when the President of the Russian Federation  
Voronezh Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia*

*This paper discusses the possibility of using wireless networks for positioning of objects. A classification of such systems are given. A set of possible metrics of proximity is shown. The problems faced by developers are stressed.*

*Keywords: communication, object, positioning, wireless network.*