

## ПОДХОД К РАЗМЕЩЕНИЮ BEACON МАЯКОВ ДЛЯ INDOOR-НАВИГАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Пунько В. В.

Парамонов А. И. – канд. техн. наук, доцент

Сегодня одной из актуальных и востребованных технологий является IoT (internet of things), в рамках которого широко применяется подход на основе Beacon маяков. В 2013 году корпорация Apple представила стандарт iBeacon [1]. В дальнейшем стандарт был реализован в Google. Маяки изменили подходы к indoor-навигации. При этом становится важным вопрос об эффективном использовании маяков в помещениях.

В данном подходе разбирается вопрос размещения beacon маяков в пространстве на основании плана помещения и характеристик маяков.

Маячки – это маленькие устройства, питающиеся от батареи, способные транслировать Bluetooth-сигнал. Сигнал принимается смартфонами, а также передается на облачный сервер через интернет [2]. Аппаратно маяки представляют собой микроконтроллер с Bluetooth-радиочипом и батареей.

Ставится задача максимально эффективно разместить маяки с точки зрения расхода оборудования (маяков) и обеспечения приемлемого по мощности сигнала. Мощность сигнала влияет на расстояние от маяка до устройства, которое способно различать сигнал. На способность устройства различить сигнал определенного уровня влияет уровень шума в окружающей среде. Производители маяков указывают диапазоны расстояний от маяка в соответствии с мощностью сигнала от маяка. Пример диапазонов расстояний в зависимости от сигнала мощности приведен на рисунке 1 [3]

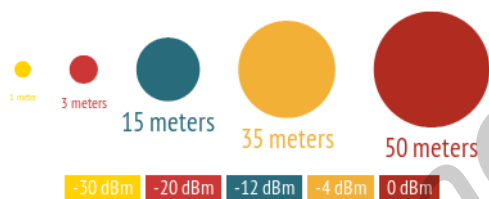


Рис 1

Пусть дан план прямоугольного помещения размером  $W$  на  $H$ . Известен радиус  $R$ , на котором сигнал, излучаемый маяками достаточен для навигации. Задача эффективного размещения сводится к задаче заполнения прямоугольной области  $W$  на  $H$  окружностями радиуса  $R$ .

Все помещения можно разбить на два типа: помещения, где маяки можно располагать равномерно по площади и помещения, где крепления маяков пригодны только стены.

Соответственно для каждого типа помещения предлагается свой алгоритм размещения.

Алгоритм расстановки маяков для помещений первого типа:

1. План помещения разбивается на сетку по диаметру окружности, которую создает сигнал от маяка. (Такой диаметр, что в области ограниченной окружностью сигнал от маяка различим на фоне шумов помещения).
2. Осуществляется сдвиг сетки, чтобы покрыть углы прямоугольной области.
3. Рассчитывается отношение непокрытых областей к площади помещения.
4. Если полученное на шаге 3 отношение больше экспериментального соотношения  $D$ , при котором качество навигации остаётся приемлемым, то переходим к шагу 5, иначе - искомое размещение.
5. Уменьшается размер ячейки сетки и переходим к шагу 3.

Алгоритм расстановки маяков для помещений второго типа:

1. Стены коридора разбиваются на отрезки. В зависимости от того, превышает ли ширина коридора радиус  $R$  или нет, маяки располагаются друг напротив друга или через один.
2. Считается непокрытую долю помещения.
3. Если непокрытая доля больше допустимой, то переходим к шагу 4, иначе мы получили искомое размещение.
4. Уменьшается расстояние между маяками и переходим к шагу 2.

В обоих случаях размещения для работы алгоритма необходимо знать допустимую долю площади помещения, где сигнал от маяков будет не достаточным для навигации. Эту долю необходимо определять экспериментально исходя из требуемой точности навигации.

Предложенный подход позволяет размещать маяки в помещениях эффективно, учитывая допустимую долю непокрытых областей.

Список использованных источников:

1. <https://www.forbes.com/sites/homaycotte/2015/09/01/beacon-technology-the-what-who-how-why-and-where/#7ce6fd31aaf>
2. <https://habrahabr.ru/company/navigine/blog/269195/>
3. <http://www.aislelabs.com/reports/beacon-guide-2014/>