

УДК 631.39

Әбдіғаниев Асыл Әбдісаттарұлы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева)

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТА IEEE 802.15.4 И ОБОРУДОВАНИЯ ZIGBEE В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Протокол ZigBee может быть реализован на беспроводных приемо-передатчиках XBee™ - малогабаритных модулях, предназначенных для построения беспроводных сенсорных сетей. Модули содержат встроенный протокол пакетной передачи данных с проверкой целостности передаваемых данных. В XBee™ на уровне API (Application Programming Interface) доступна индикация уровня мощности сигнала RSSI (Received-Signal Strength Indication). Поэтому использование RSSI для локализации в беспроводных сетях на передатчиках XBee™ не требует разработки специальных схемных дополнений. Величина RSSI измеряется в дБм [1].

Для исследования возможности позиционирования на основе уровня мощности принимаемого сигнала создается сеть приемо-передатчиков XBee™, основными элементами которой являются:

1) Объект, представленный мобильным узлом, передающий в эфир широкополосные пакеты, которые принимаются ближайшими узлами. В пакете передается идентификатор текущей серии пакетов, используемый для усреднения RSS на сервере.

2) Ретранслятор - стационарный узел, анализирующий все пришедшие пакеты. При получении сообщения с сервера выполняется запрашиваемая сервером команда (переход в активный режим или режим сна). При получении пакета не от сервера узел формирует новый пакет для отправки на сервер, в котором содержится информация об отправителе и силе полученного сигнала.

3) Сервер обрабатывает информацию об уровне мощности сигналов, полученных узлом от объекта, усредняя значение RSSI по всем пакетам в одной серии.

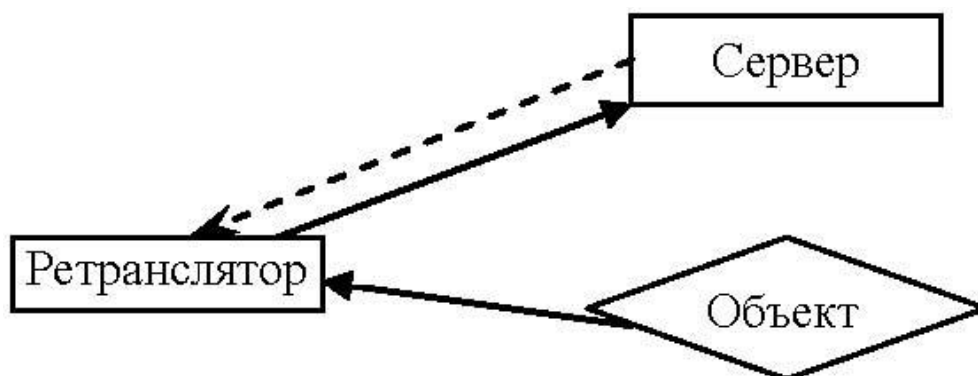


Рисунок 1 - Устройство сети

Сеть на рисунке 1 при заданных координатах ретранслятора, потенциально позволяет определить удаленность объекта, основываясь на индикации уровня RSS сигнала, передаваемого объектом ретранслятору [2].

Алгоритмы локального позиционирования на основе RSSI, не использующие Fingerprinting, моделируют распространение сигнала от передатчика к приемнику, на основе чего определяется зависимость RSSI от расстояния объект-приемник.

Основными критериями при распространении сигнала является эффект замирания сигнала из-за многолучевого распространения. При многолучевом распространении волны

испускаемые передатчиком распространяются по различным траекториям, испытывая отражения от стен, пола, потолков, различных пород и т.д. В итоге, в точке нахождения приемника волны интерферируют, и измеряется мощность более сложной картины поля, нежели мощность при прямом распространении сигнала.

Модель многолучевого распространения радиосигнала описывает распространение радиосигнала в помещении типа коридора, а приемник и источник сигнала находятся на линии вдоль оси коридора. Стены, пол и потолок рассматриваются, как поверхности с некоторым коэффициентом отражения K , предполагаемом независимым от угла отражения. Для моделирования распространения применяется метод мнимых источников [3].

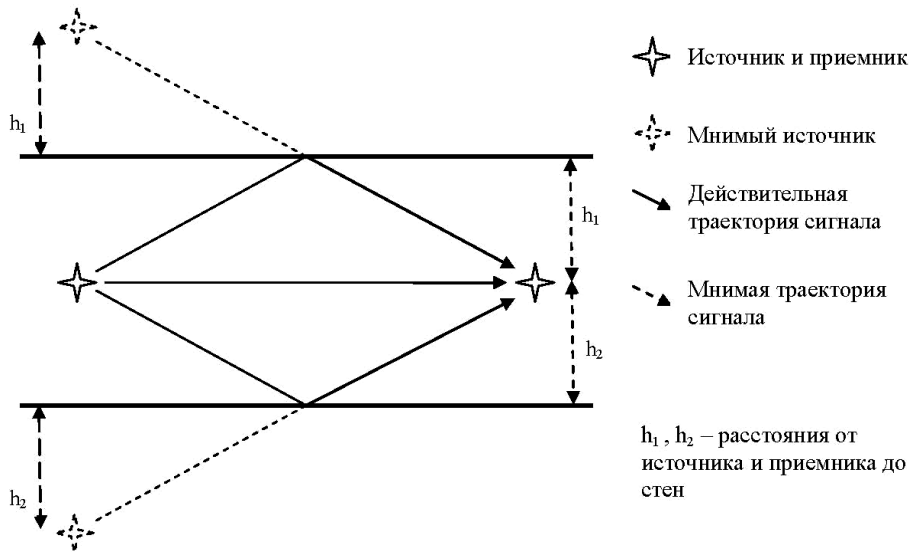


Рисунок 2 - Распространение сигнала в горизонтальной плоскости

В модели распространения все отражающие поверхности были заменены мнимыми источниками сигнала, расположенными симметрично относительно этих поверхностей. На рисунке 2 изображено расположение мнимых источников в горизонтальной плоскости на расстоянии h_1 и h_2 от стен, аналогично расположены мнимые источники в вертикальной плоскости, где h_3 и h_4 - расстояния от мнимых источников до пола и потолка соответственно. Расстояния от приемника до действительного источника соответствует $r_1(x)=x$, для мнимых источников сигнала [2]

$$r_j(x) = \sqrt{(2h_j)^2 + x^2} \tag{1}$$

Мощность сигналов в точке приема [2]

$$P(x)_{mW} = |E_1(x) + E_2(x) + E_3(x) + E_4(x) + E_5(x)|^2, \tag{2}$$

где принимаемый сигнал от действительного источника [2]

$$E_1(x) = \frac{A}{r_1} \cdot e^{i \cdot k \cdot r_1}, \tag{3}$$

где A – амплитуда сигнала от действительного источника; k – волновое число [6]

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda}, \tag{4}$$

где λ – длина волны излучаемого сигнала.

Сигнал от мнимого источника [2]

$$E_j(x) = \frac{A \cdot K}{r_j} \cdot e^{i \cdot k \cdot r_j}, \quad (5)$$

где K – коэффициент отражения поверхности; $j=2 \dots n$ – принимаемые сигналы от мнимых источников.

Как следует из [2] коэффициент отражения достигает $K=0.2$, из-за неровностей стен, потолка и пола штрека. Бывают частные случаи, когда коэффициент отражения достигает максимального значения $K=0.6$. Поэтому моделирование производилось для коэффициентов отражения в диапазоне $K=0.1-0.6$

Учитывая минимальные размеры шахт (площадь сечения штрека равна $S=9 \text{ м}^2$), примем следующие значения:

- расстояние между передатчиком и стеной $h_1=1.5 \text{ м}$;
- расстояние между передатчиком и второй стеной $h_2=1.5 \text{ м}$;
- расстояние от передатчика до пола $h_3=1.8 \text{ м}$;
- расстояние от передатчика до потолка $h_4=1.2 \text{ м}$.

При моделировании многолучевого распространения с целью определения местоположения объекта по уровню принимаемого сигнала при коэффициенте отражения $K=0,6$ для частоты $f=2,4$ (ГГц) получена зависимость распространения трех сигналов: основного, отраженного от боковой стены и потолка. Для сравнения на рисунке 3 представлена зависимость уровня основного сигнала от расстояния.

Из рисунка 3 видно соответствие используемой модели теоретическим данным распространения сигнала.

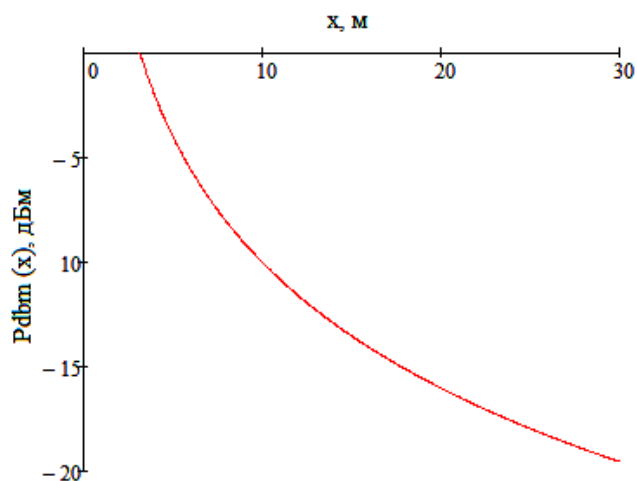


Рисунок 3 – Зависимость уровня основного сигнала от расстояния

На рисунке 4 представлена зависимость распространения трех сигналов: основного, отраженного от боковой стены и потолка. Коэффициент отражения равен $K=0.6$

Из рисунка 4 видно влияние переотраженных сигналов на основной. В результате на участке 0-10 м видны резкие затухания, на участке 10-30 м характеристика имеет более сглаженную форму. Максимальное затухание сигнала составляет -30 (дБ) на промежутке 5-10 м.

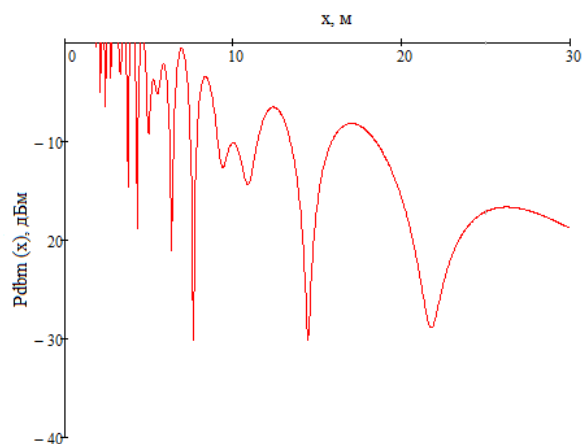


Рисунок 4 – Зависимость уровня суммы трех сигналов от расстояния при коэффициенте отражения $K=0.6$

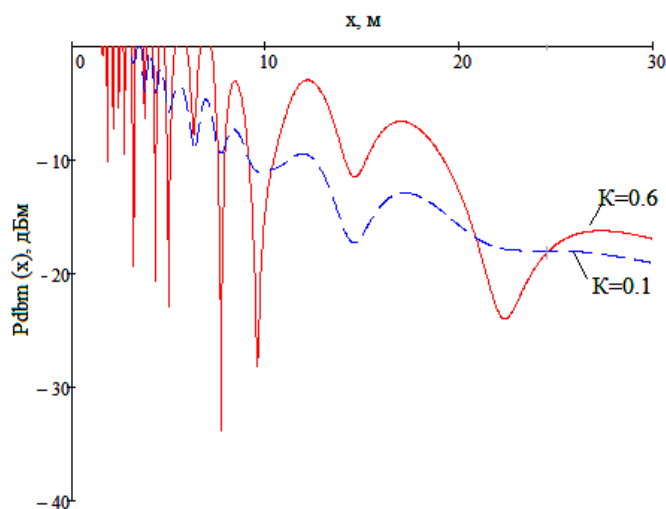


Рисунок 5 – Сравнение зависимостей уровня сигнала от расстояния при коэффициентах отражения $K=0.6$ и $K=0.1$

Вывод. Таким образом, с уменьшением коэффициента отражения до $K=0.1$ зависимость имеет более сглаженную характеристику, т.к. отраженные сигналы значительно ослабляются при коэффициенте отражения $K=0.1$. Следовательно, при меньшем коэффициенте отражения ($K=0,1$) в основной сигнал вносится значительно меньше ошибок отраженными сигналами.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Варгаузин. Радиосети для сбора данных от сенсоров, мониторинга и управления на основе стандарта IEEE 802.15.4 // ТелеМультиМедиа №6, 2005.
2. Кразит Т. Стандарт IEEE 802.15.4 как альтернатива //Computer-world. - 2004. - №34. – С.17-20.