

Обзор методов определения местоположения объектов в сетях Wi-Fi



Дудяк Егор
Аспирант ОмГУ
Инженер ОАО «ОНИИП»

Актуальность

1. Невозможность использования спутниковых навигационных систем внутри зданий
2. Повсеместное распространение Wi-Fi сетей.
3. Доступные цены на Wi-Fi оборудование для домашнего и коммерческого использования

Применение

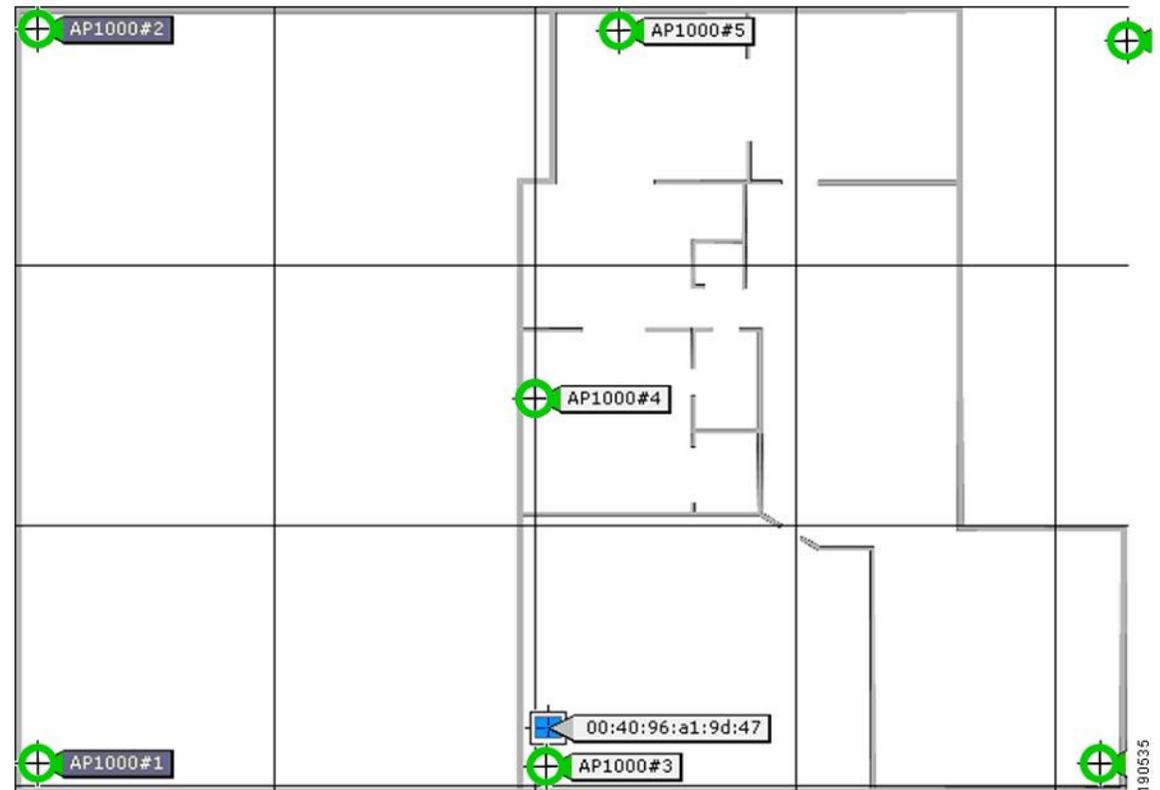
1. Отслеживание местоположения сотрудников или техники на территории предприятия.
2. Оптимизация рабочего процесса и увеличение эффективности, путем наблюдений за перемещением персонала и техники.
3. Поиск и локализация неавторизованных Wi-Fi устройств: точек доступа и клиентов.

Основные подходы

1. Метод ближайшей точки доступа.
2. Методы основанные на измерении углов.
3. Методы основанные на оценке расстояний с помощью параметра RSSI.
4. Методы основанные на сравнении сигнатур сигнала.

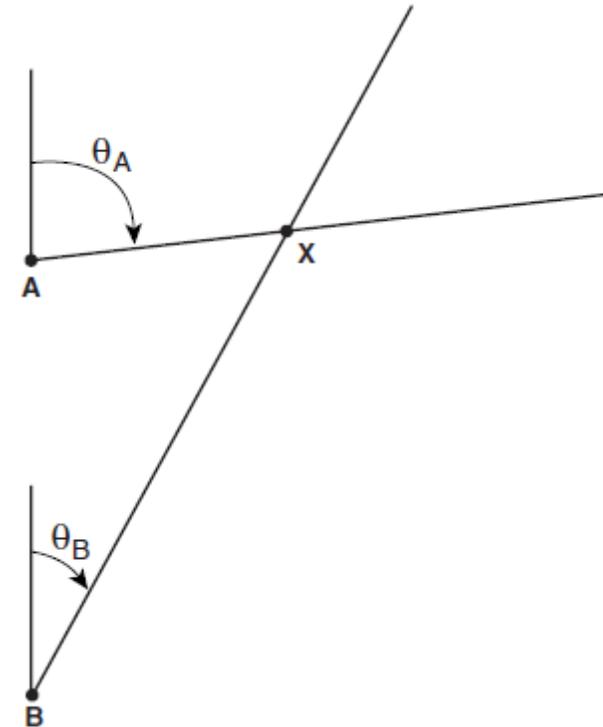
Метод ближайшей точки доступа

1. Простота реализации.
2. Низкая точность.
3. Возможность использовать стандартное оборудование.



Методы основанные на измерении углов

1. Необходимость использовать доп. оборудование: вращающиеся антенны, либо антенные решетки.
2. Применение методов сверхразрешения при наличии нескольких источников.

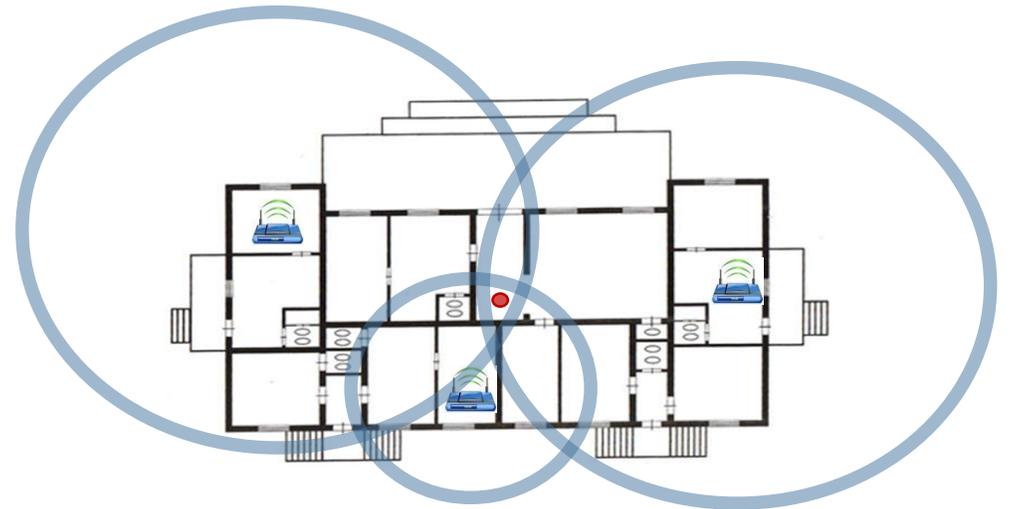


Метод трилатерации

Расстояния между клиентом и базой оцениваются через параметр RSSI.

$$R = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_t G_t G_r}{P_r}}$$

$$PL = PL_{1Meter} + 10\log(d^n) + s$$



Метод трилатерации

Вычисление координат сводится к решению системы ур-й:

$$\begin{cases} (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = R_1^2 \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = R_2^2 \\ (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 = R_3^2 \end{cases}$$

Нахождение псевдорешения:

$$\|\eta\|^2 = \sum_{i=1}^n ((x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 - R_i^2)^2 \rightarrow \min$$

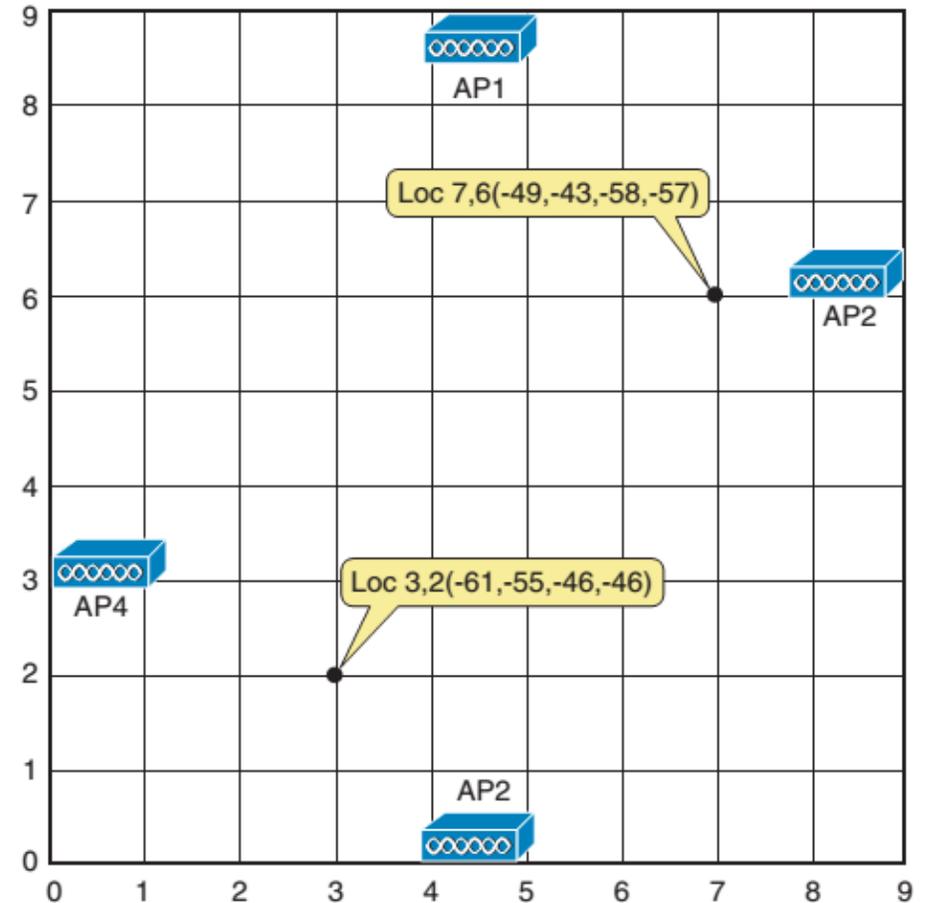
$$\|\xi\|^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 - R_i^2}{2R_i} \right)^2 \rightarrow \min$$

Метод трилатерации

1. Не требует дополнительного оборудования.
2. Точность позиционирования при моделировании $\sim 2.5\text{м}$, но на практике ошибка может быть значительной из-за различия распространения сигнала Wi-Fi в реальных условиях от рассматриваемой модели.

Метод сравнения сигнатур сигнала

1. Метод использует накопленную базу значений RSSI для сетки опорных точек.
2. Определение местоположения выполняется путем сравнения текущих измерений RSSI с записями базы по определенному алгоритму.



$$s = (s_1, s_2, \dots, s_n)$$

Метод сравнения сигнатур сигнала

1. Метод ближайшего соседа.
2. Статистическое машинное обучение.
3. Вероятностные модели.
4. Нейронные сети.

Метод сравнения сигнатур сигнала

1. Высокая точность $\sim 2\text{м}$.
2. Требуется фазы калибровки.
3. Не требует дополнительного оборудования.
4. Высокая вычислительная сложность.
5. Карта радиосети теряет актуальность со временем.

Спасибо за внимание