

OPTIMIZATION OF THE QUALITY OF SERVICE FOR A RESIDENTIAL AREA IN THE CASE OF AN IRREGULAR LOCATION OF RELAY TOWERS BY THE METHOD MONTE CARLO

Ass. **Rakhimov Jamshid Norboy ugli**

Tashkent State Technical University

Abstract: Cell towers are installed in open areas so that base stations can be mounted on them. Base stations are a set of devices responsible for receiving, transmitting and processing a cellular signal.

Key words: Cellular communications, Monte Carlo, quality of service, base stations, coverage radius, station capacity.

Несмотря на то, что распространение мобильных способов общения в России идет интенсивным путем, многие города, села оказываются без этого вида коммуникаций. Вышки сотовой связи используются вдали от городских массивов. В мегаполисах базовые станции размещают на крышах домов. Радиус их действия достигает 3-5 километров. А вокруг дорог, возле сельских поселений устанавливаются специальные вышки. Как правило, это бело-красные столбы, башни, на вершине которых смонтирована базовая станция. Когда на пути сигнала нет лесных массивов или железобетонных конструкций, вышки можно размещать на расстоянии 10-15 км друг от друга.

Поскольку рынок сдачи мачт в аренду растет, условия существования на нем быстро меняются.

Постановка задачи под метдом Монте-Карло понимается численный метод решения математических задач при помощи моделирования случайных величин. Метод имеет две основных особенности. Первая — простая структура вычислительного алгоритма. Вторая — ошибка вычислений, как правило, пропорциональна

$$D = \sqrt{D\zeta/N} \quad (1)$$

$D\zeta$ — некоторая постоянная, N — число испытаний. Ясно, что добиться высокой точности на таком пути невозможно. Поэтому обычно говорят, что

метод Монте-Карло особенно эффективен при решении тех задач, в которых результат нужен с небольшой точностью.

1. Предварительный анализ

Работа по установке базовой станции начинается с поиска подходящего объекта. Когда он найден, с его владельцем заключается договор аренды. Определяется необходимое расположение антенн будущей станции, масса полезной нагрузки, и исходя из этого проектируются металлоконструкции. При этом учитывается несущая способность элементов конструкции самого здания.

У нас 4 башни и 1000 человек.

Требования к установке вышки довольно непростые:

- высота оригинальной вышки должна составлять от 72 до 100 метров;
- желательно выбирать самое высокое место в округе, годятся любой холм, возвышенность;
- необходим доступ к электричеству. Если его нет, нужно устанавливать отдельный трансформатор;
- вышку надо устанавливать вблизи от населенных пунктов или дорог с большой пропускной способностью.

2. Методика расчёта качества обслуживания

Разберём основные принципы расчёта качества обслуживания на примере одиночного жилого массива в виде квадрата.

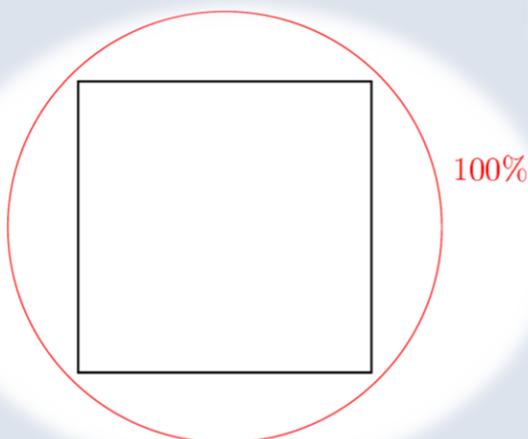


Рис. 1: Пример задачи об 1 станции, расположенной в центре жилого массива, моделируемого квадратом размерами $L \times L$.

В случае большого радиуса видимости и удачного расположения станции качество обслуживания составляет 100 процентов.

3. Случайное расположение пользователей: метод Монте-Карло

Рассмотрим задачу об 1 станции, расположенной в центре жилого массива, моделируемого квадратом размерами $L \times L$. Схема показана на рисунке 1. Как видно, в случае удачного расположения башни и полного покрытия дома расчётная программа даёт правильное число: качество обслуживания составляет 100 процентов. На рисунке 3 приведены примеры для других расположения: недостаточный радиус покрытия, избыточный радиус, большой радиус но расположение сбоку дома и неполный охват площади.

Будем рассчитывать качество обслуживания следующим способом. Количество пользователей составляет N . Координаты пользователей выбираются случайным образом в пределах дома (квадрата $L \times L$). Далее проверяется, что пользователь находится в радиусе видимости станции, и это считается успешным обслуживанием. Доля таких видимых пользователей даёт качество обслуживания (от 0 до 1).

Это является одним из применений метода Монте-Карло (расчётного метода с использованием случайных чисел) [2]

Этот алгоритм был реализован в расчетной программе на языке Фортран.

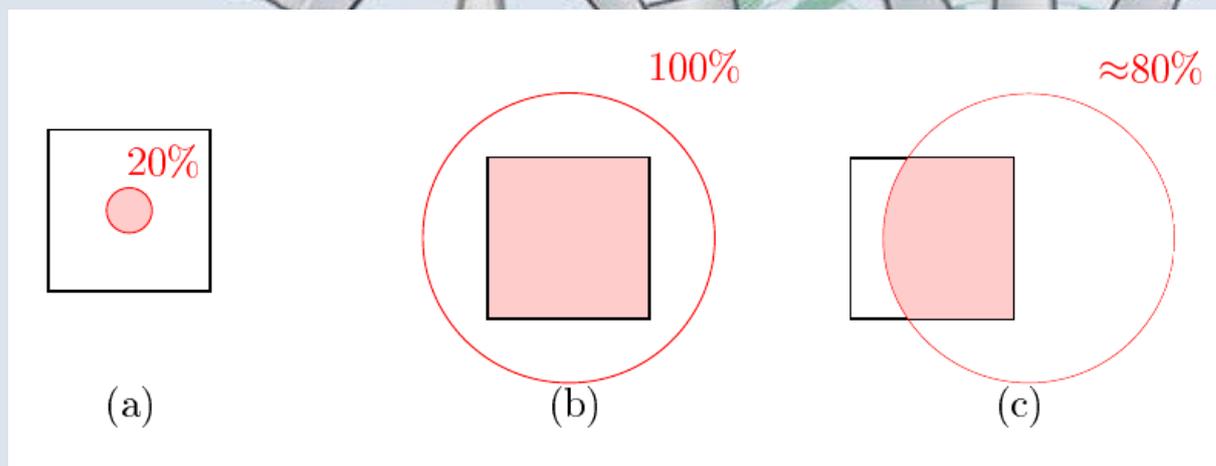


Рис. 2: Примеры расчётов для другого расположения станции:
(a) недостаточный радиус покрытия, (b) избыточный радиус, (c) большой радиус, но расположение сбоку дома и неполный охват площади.

Приведём пример конфигурационного файла для созданной расчетной программы.

```

5          house size
1.5        tower visibility
300        tower capacity
1000       N_people
100        N_try
1000       N_random_walk
0.1        random walk step size
4          num. towers
0 0        x,y of tower 1
0 5        x,y of tower 2
5 5        x,y of tower 3
5 0        x,y of tower 4
    
```

Обратим внимание, что использование случайных чисел требует набора достаточной статистики - повторения расчёта достаточное количество раз. В нашем расчёт используется 1000 попыток.

Соответствующие изменения в коде очевидны.

Теперь в конфиг файле задаётся количество корпусов и координаты каждого корпуса.

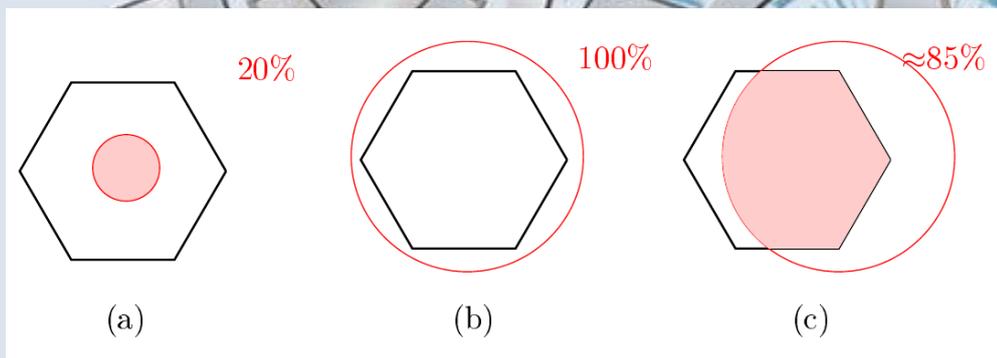


Рис. 3: Примеры расчётов для другого расположения станции (a) недостаточный радиус покрытия, (b) избыточный радиус, (c) большой радиус, но расположение сбоку дома и неполный охват площади.

Вариант с несколькими станциями:

В случае, когда радиуса покрытия одной станции недостаточно (Рис 4), необходимо использовать несколько станций, охватывающих всю площадь дома за счёт своего расположения.

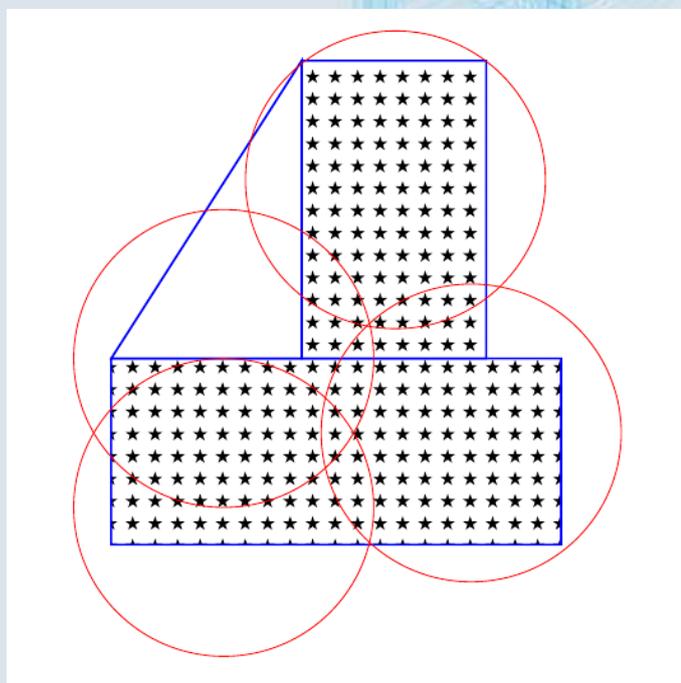


Рис. 4. Примеры расчёта: два станции с большим радиусом в одной точке, 4 станции охватывающие весь дом.

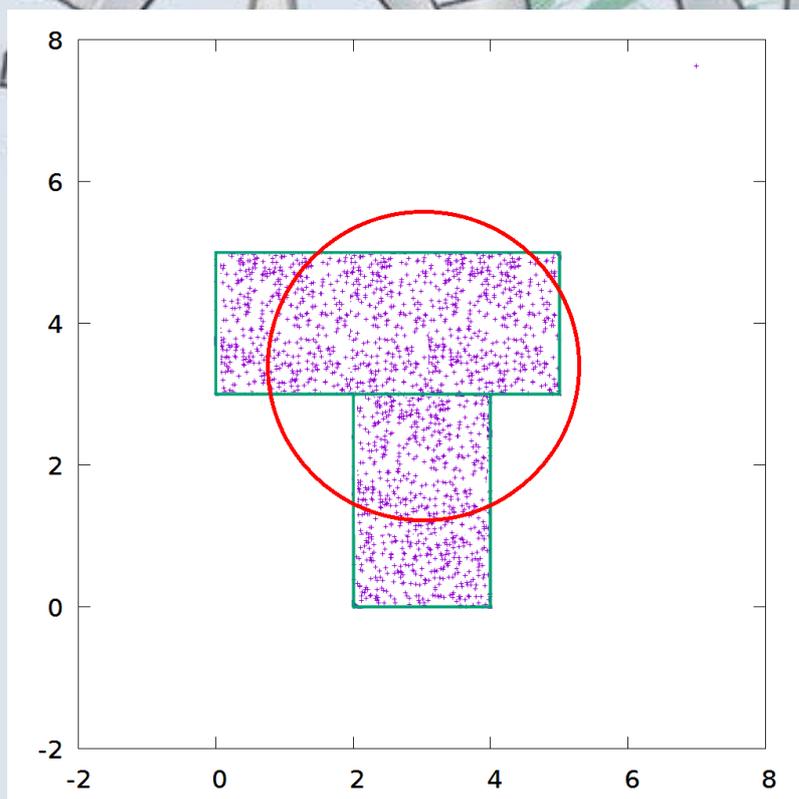


Рис. 5: Картинка: радиуса покрытия одной станции недостаточно
Учёт ёмкости станции.

Следующим уточнением задачи является учёт конечной ёмкости станций. Зона покрытия каждой базовые станция зависит от высоты подвеса антенной секции, от рельефа местности и количества препятствий на пути до абонента. При установке базовой станции далеко не всегда на первый план выносятся радиус покрытия. По мере роста абонентской базы может не хватить максимальной пропускной способности базовые станция, в этом случае на экране телефона появляется сообщение "сеть занята". Тогда оператор со временем на этой территории может сознательно уменьшить радиус действия базовой станции и установить несколько дополнительных станций в местах наибольшей нагрузки.

Когда нужно увеличить емкость сети и снизить нагрузку на отдельные базовые станции.

Так, например, типичное количество соединений у популярной станции серии составляет 600. После использования всех имеющихся слотов новое подключение пользователя будет недоступно.

Таким образом, для жилого массива с количеством жителей 1000 одной станции будет недостаточно и требуется использовать несколько станций.

В данном случае важно не только полное покрытие площади дома радиусами видимости станций, но и равномерность суммарной ёмкости.

В расчётном коде конечная ёмкость станций учтена следующим образом.

Примеры расчёта: одна башня с недостаточной ёмкостью, две башни с достаточной суммарной ёмкостью.

Методика оптимизации расположения ретрансляционных станций

Имея расчётную программу, мы можем определить наилучшие параметры:

(а) для квадратного расположения в данном случае задачу можно переформулировать

(б) для нерегулярного расположения. Для этого будем использовать существующие методы оптимизации (нахождения максимума сложной функции от многих параметров).

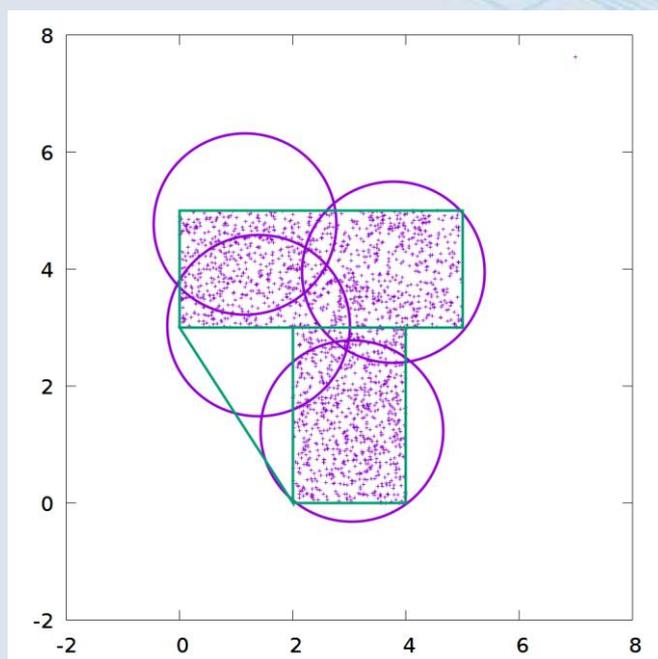
Расчет результата

3.04391384 1.23590779

1.15420973 4.77143431

3.78017235 3.94639063

1.40059733 3.03831935



Список литературы

- [1] Доклад заместителя руководителя Роскомнадзора О.Иванова на форуме СПЕКТР-2016 (XVI Всероссийский форум Нормативно правовое регулирование использования радиочастотного спектра и информационно-коммуникационных сетей), 20-21 сентября 2016 года, Санкт-Петербург.
- [2] Jann Kiusalaas, Numerical methods in engineering with MATLAB®, Cambridge University Press, New York, 2005