

Отчёт принял:

Должность, уч. степень, звание подпись, дата инициалы, фамилия

Отчёт о курсовой работе:

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОКАНАЛА.

Работу выполнил:

Студент
гр. 5015.

Пономаренко-Тимофеев А.А.

подпись, дата инициалы, фамилия

Содержание

1 Техническое задание.	2
2 Описание моделей канала.	2
Зависимость кол-ва. подключ. устройств от уже имеющихся.	3
Графический вывод программы.	4
3 Проблемы, возникшие при разработке.	4
4 Результаты проделанной работы.	5
Время работы программы с постоянным кол-вом. передатчиков.	5
Время работы программы с кол-вом. передатчиков, равным кол-ву. приёмников.	6
Средние уровни сигнала для двух режимов подключения.	6
5 Список литературы.	6

1 Техническое задание.

Реализовать программу, производящую имитационное моделирование передачи сигналов в радиоканале с множеством приёмников и передатчиков. Вторичной задачей является уменьшение времени работы программы.

2 Описание моделей канала.

При написании программы использовались следующие модели физического уровня с дискретным временем:

Модель 1:

1. Зависимость мощности сигнала L от расстояния рассчитывается по следующему уравнению:

$$L = \frac{100 \cdot P}{d^5 + a}$$

где P - Мощность передатчика в Вт.

d - Расстояние между передатчиком и приёмником.

a - Значение силы затухания в точке нахождения приёмника.

2. Значения переменной a в разных точках определяются матрицей случайных гауссовых величин, коррелированных в пространстве.

Модель 2:

1. Зависимость мощности сигнала в этой модели вычисляется по следующей формуле:

$$L = P - (20 \log_{10}(\frac{4\pi}{C/f}) - 2 * H_r + 40 \log_{10}(d))$$

где C - скорость света (распространения сигнала в среде)

f - частота, на которой идёт передача

P - мощность передатчика в ДБ.

Модель 3:

1. Зависимость мощности сигнала в этой модели вычисляется по следующей формуле:

$$L = P - [40(1 - 4 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta h_b)] \log_{10} R + 18 \log_{10} \Delta h_b - 21 \log_{10} f - 80$$

где f - частота, на которой идёт передача.

Δh_b - разница между высотой антенны передатчика и средней высотой зданий.

R - расстояние между приёмником и передатчиком (км).

Модель 4:

1. Зависимость мощности сигнала в этой модели вычисляется по следующей формуле:

$$L = P + 10 \log_{10}[(\frac{\lambda}{4\pi R})^2] + 10 \log_{10}[\frac{\lambda}{2\pi^2 r}(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi+\theta})] + 10 \log_{10}[\frac{(2.35)^2 (\Delta h_b \sqrt{\frac{d}{\lambda}})^{1.8}}{R^{2(1-4 \cdot 10^{-3} \Delta h_b)}}]$$

где λ - длина волны, на которой идёт передача.

Δh_b - разница между высотой антенны передатчика и средней высотой зданий.

$\theta = \tan^{-1}(\frac{|\delta h_m|}{x})$

$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 - x^2}$ h_m - разница между высотой антенны приёмника и крыши здания.

x - расстояние от передатчика до стены.

R - расстояние между приёмником и передатчиком (км).

При этом, на каждом шаге программы производится решение об удалении абонента из сети и о добавлении абонентов в сеть. Решение об удалении принимается следующим образом:

1. Генерирование величин P , распределённых по равномерному закону в диапазоне $[0;1]$ для каждого из абонентов.
2. Сравнение всех сгенерированных величин с заданной вероятностью исчезновения.
3. Те абоненты, для которых значение величины P меньше вероятности исчезновения, удаляются.

Количество подключаемых за один шаг абонентов определяется геометрическим распределением с задаваемым параметром P :

1. Вероятность подключения i абонентов вычисляется по следующей формуле: $p^i \cdot (1-p)$.
2. Математическое ожидание (среднее количество абонентов подключающихся за один шаг) определяется по следующей формуле: $M = \frac{P}{1-P}$

Стоит заметить, что для того, чтобы установить количество приёмников в модели необходимо подобрать вероятности подключения и отключения. Например, в данный момент установлено стационарное количество в 999 приёмников. Ниже график зависимости количества подключаемых абонентов от уже имеющихся.

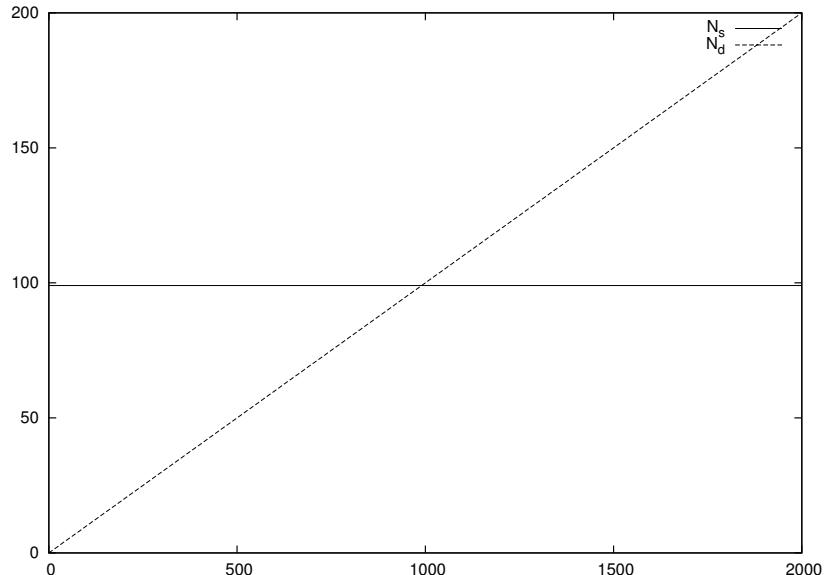


Рис. 1: Зависимость кол-ва. подключ. устройств от уже имеющихся.

На вход программе подаются параметры моделирования, такие как:

1. Количество приёмников и передатчиков.
2. Размер решётки для моделирования, высота/ширина.
3. Использование графического вывода.
4. Использование вывода в файл с указанием названия файла.
5. Ввод из файла приёмников и передатчиков.
6. Тип модели, который будет рассчитываться.
7. Вероятность появления нового абонента в сети.
8. Значение параметра p для геометрического распределения.

9. Запрос краткой справки.

Генерирование координат источников и передатчиков происходит по равномерному закону распределения. На начальной стадии разработки каждому передатчику сопоставлялся приёмник (абонент). Так, при расчёте проверялось, принадлежит ли абонент данному передатчику. Если принадлежит, то мощность передатчика относилась к сигналу, если абонент не принадлежал передатчику, то мощность относилась к шуму. Результатом моделирования являются уровни отношения сигнал/шум для каждого из абонентов. При генерирования матрицы величин "а" использовалась нереалистичная модель, т.е. некоррелированные гауссовские величины.

В программе реализован вывод на экран приемников и передатчиков. Цвет антенны приёмника зависит от силы сигнала, который он принимает. В программе выводится цветная шкала мощности сигнала, при этом максимальная мощность задаётся в исходном коде. Синяя антenna соответствует передатчику, серая линия, соединяющая приёмник с передатчиком, показывает, какой приёмник соответствует передатчику и наоборот. Рядом с приёмниками и передатчиками выводятся их порядковые номера, ниже представлен снимок окна программы.

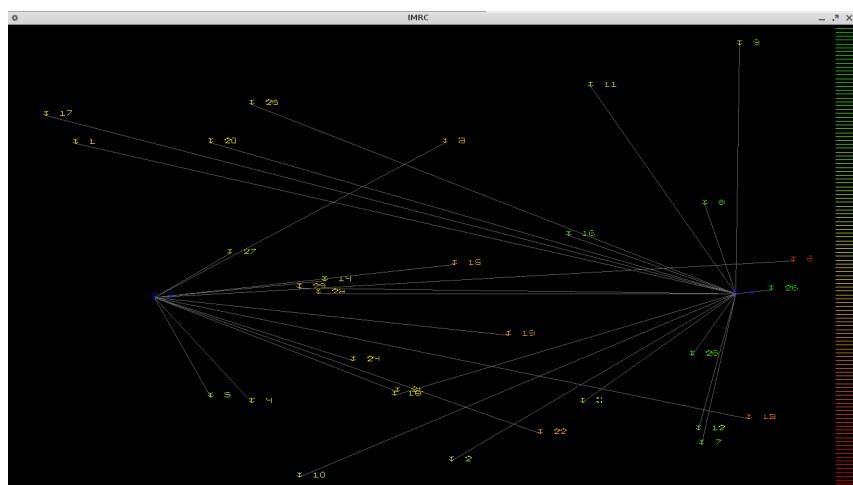


Рис. 2: Графический вывод программы.

Последняя версия программы работает по следующему алгоритму:

1. Обработка параметров командной строки.
 2. Подготовка данных модели, генерирование передатчиков и приёмников, матрицы затуханий.
 3. Обсчёт модели, на данном пункте следует заострить внимание. Программа узнаёт сколько рабочих ядер на процессоре используемой машины при помощи функции sysconf. При расчёте модели рассматривается необходимость обсчёта конкретного абонента, если абонент не изменил свои координаты и при этом не произошло изменений в параметрах точек доступа, то мощность сигнала для абонента не рассчитывается.

3 Проблемы, возникшие при разработке.

При попытке ускорения работы программы был использован метод параллельных вычислений. Была использована библиотека Posix Threads и OpenMP. При написании первой версии поточной программы не было необходимости в использовании механизмов защиты памяти от "гонок" потоков, так как запись происходила в разные сегменты памяти. Однако, ускорения работы программы не только не произошло, программа начала работать медленнее. Была рассмотрена возможная причина такого поведения программы, заключавшаяся в конфликте при считывании данных из памяти. Были так же рассмотрены несколько решений данной проблемы:

1. Выделять дополнительную память для копий конфликтных областей в отдельных потоках, передавая указатели на области памяти в потоки. Данный способ позволил выделить память с разными адресами, однако к желаемому результату это не привело.
2. Выделять память страницами, т.е., получить размер страницы памяти, выделить необходимое кол-во страниц для хранения массива и скопировать массив в данную область. Указатель на выделенную область далее передаётся в поток, к ускорению программы это также не привело.

В процессе решения данной проблемы я пытался рассмотреть такой аспект как человеческий фактор, т.е. ошибка при программировании распределения потоков. Я воспользовался библиотекой OpenMP, так как задание параметров распараллеливания в ней производится весьма простым методом (при помощи директивы компилятора `#pragma`). Но, к сожалению, данная попытка обернулась неудачей. Однако, в результате рассмотрения уже написанного кода и написания нового кода удалось добиться ускорения почти в два раза. Причина ошибки не была установлена.

4 Результаты проделанной работы.

Ниже приведены примеры времени работы программы с потоками и без для разных количеств приёмников и передатчиков. Измерение времени работы производилось при помощи утилиты `time`, при этом, количество приёмников и передатчиков не менялось. Считаю нужным заметить, что при симуляции нескольких шагов выигрыш от многопоточности переходит в проигрыш. Однако, я также заметил, что при увеличении количества приёмников до определённого значения многопоточная версия снова работает быстрее.

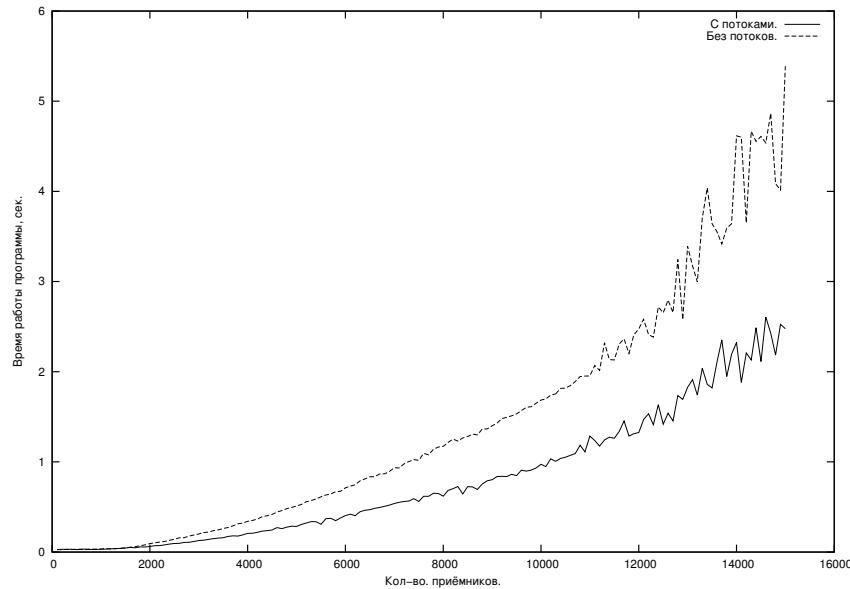


Рис. 3: Время работы программы с постоянным кол-вом. передатчиков.

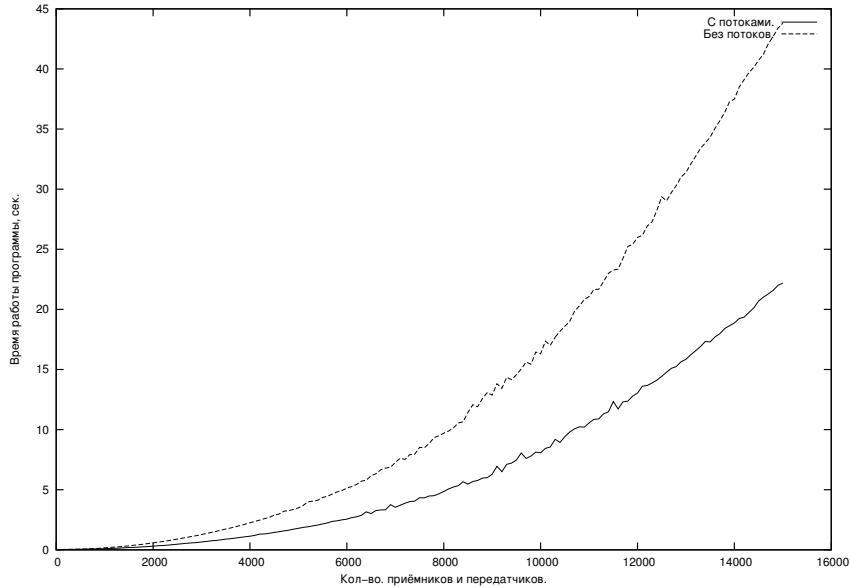


Рис. 4: Время работы программы с кол-вом. передатчиков, равным кол-ву. приёмников.

При выполнении работы были рассмотрены два режима подключения приёмников: подключение к случайному передатчику и подключение к ближайшему. Для этих двух режимов подключения были построены зависимости средней силы сигнала в дБ от времени.

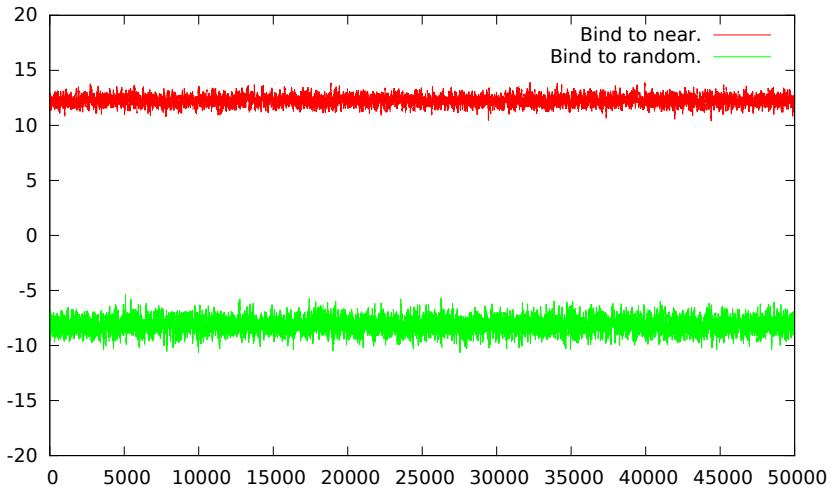


Рис. 5: Средние уровни сигнала для двух режимов подключения.

Как видно из приведённых выше графиков, при подключении к ближайшему силу сигнала намного выше, чем при подключении к случайному передатчику. Возможна реализация метода подключения к передатчику с лучшим качеством сигнала. Данный режим возможно применить в модели, где мощности передатчиков разные.

5 Список литературы.

1. GUIDELINES FOR EVALUATION OF RADIO TRANSMISSION TECHNOLOGIES FOR IMT-2000.