

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 гауссовских величин, коррелированных в пространстве.

Модель 2:

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

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

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.

h_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.

h_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, чтоб 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.

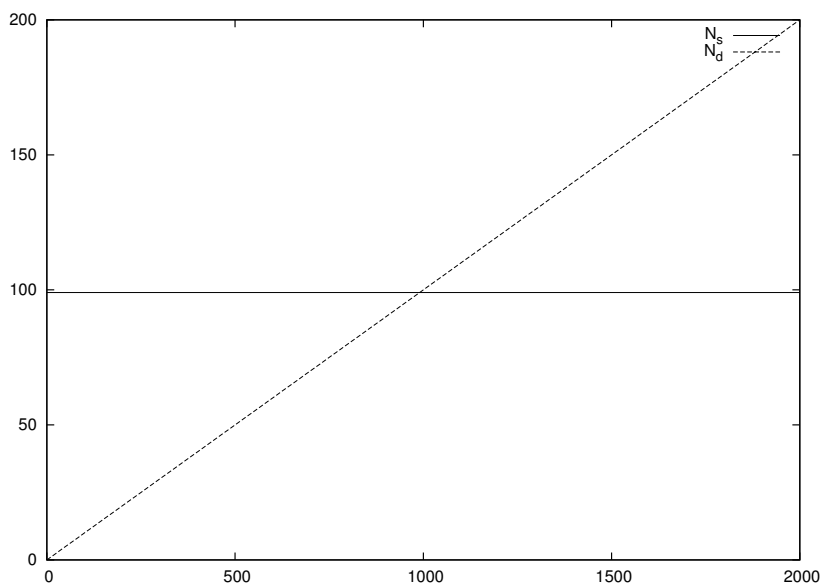


Рис. 1: Зависимость кол-ва. подключ. устройств от уже имеющихся.

На вход программе подаются параметры моделирования, такие как:

1. Колчество 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 генерировании матрицы величин "а" использовалась нереалистичная модель, т.е. некоррелированные гауссовские величины.

В программе реализован вывод на экран приёмников 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 антенна 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.

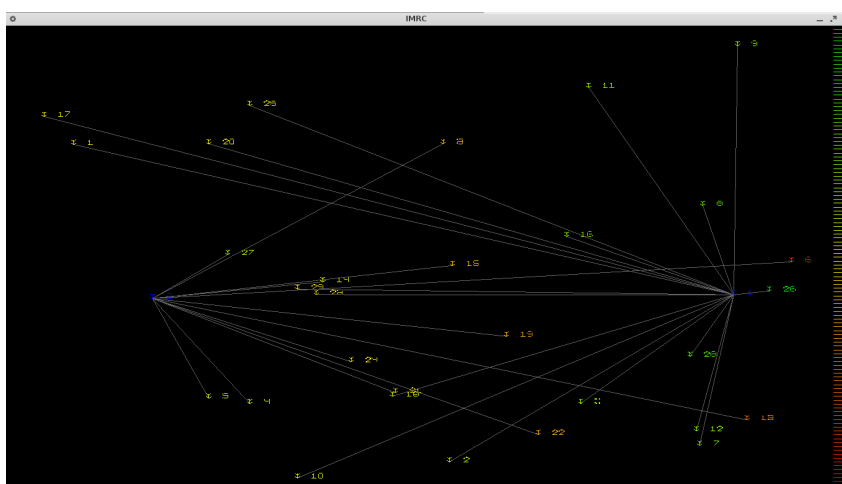


Рис. 2: Графический вывод программы.

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, заключающаяся 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.

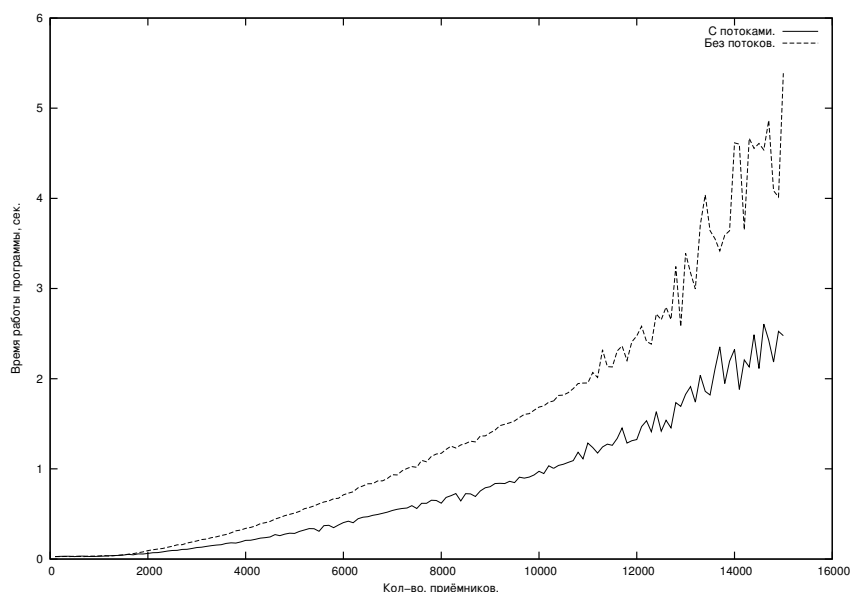


Рис. 3: Время работы программы с постоянным кол-вом. передатчиков.

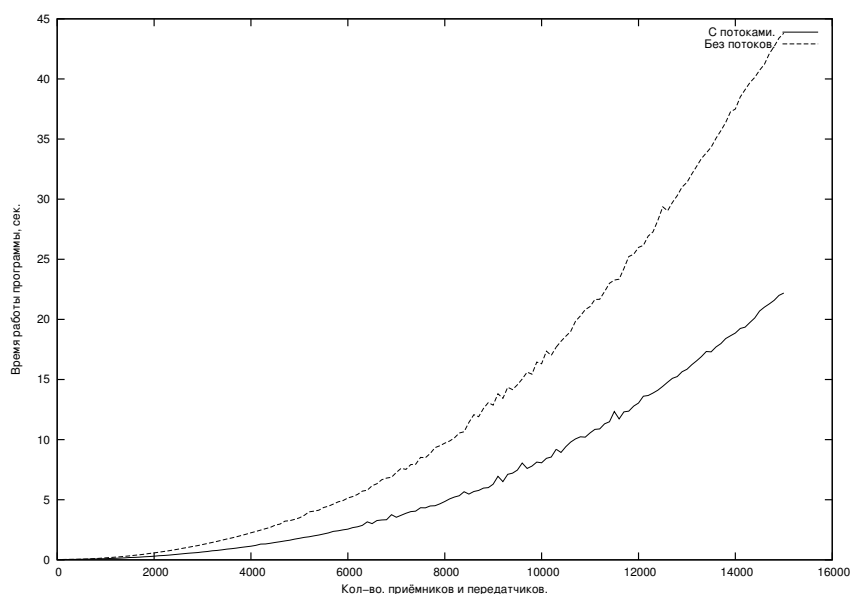


Рис. 4: Время работы программы с кол-вом. передатчиков, равным кол-ву. приёмников.

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.

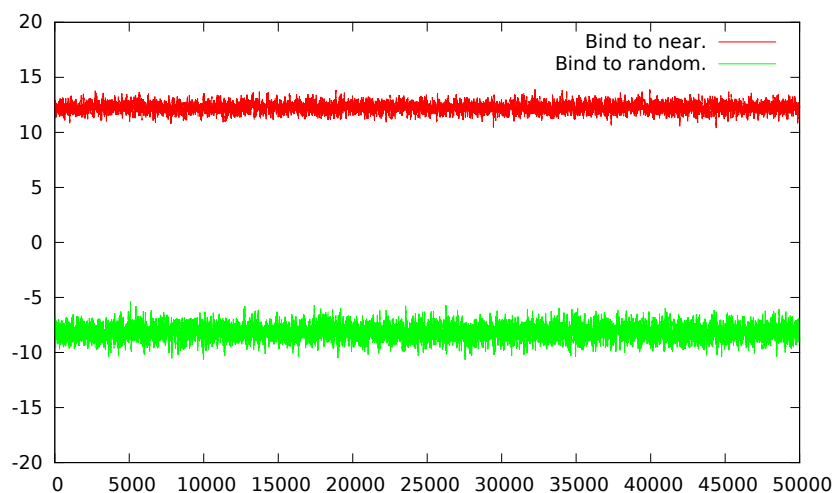


Рис. 5: Средние уровни сигнала для двух режимов подключения.

Как видно из приведённых выше графиков, при подключении к ближайшему сила 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.