

4. Исследование канала ДСК по методу Монте-Карло в системе Octave

4.1. Цель работы

Ознакомиться с общими принципами проведения анализа по методу Монте-Карло на примере проверки правильности модели канала ДСК, реализованной в системе Octave.

4.2. Рекомендуемая литература

1. Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова «Введение в Octave для инженеров и математиков» М. : ALT Linux, 2012. — 368 с.

2. Documentation // Octave-Forge.

URL: <http://octave.sourceforge.net/docs.html>

3. Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова «Введение в Octave» // НОУ ИНТУ-ИТ. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3677/919/info>

4.3. Теоретическая справка

Справка написана для ОС Debian Linux, использующейся в лабораториях кафедры, с учётом используемого интерфейса пользователя.

4.3.1. Метод Монте-Карло

Численный метод, основанный на получении большого числа реализаций случайного процесса, который формируется так, чтобы вероятностные характеристики были равны величинам решаемой задачи.

4.3.2. Модель канала ДСК

В системе Octave канал ДСК реализуется функцией

```
bsc(data, p)
```

где *data* — данные в двоичном виде, а *p* — вероятность битовой ошибки в канале. Например, для передачи последовательности бит [1011101] через канал ДСК с вероятностью ошибки $p_0 = 0,01$ необходимо использовать функцию

```
bsc([1 0 1 1 1 0 1], 0.01)
```

4.3.3. Цикл с заданным числом повторений

Цикл с заданным числом повторений (цикл for) реализуется функцией

```
for i=begin:step:end  
    operations;  
end
```

где *begin* — начальное значение счетчика *i*; *step* — шаг изменения счетчика *i*; *end* — конечное значение счетчика *i*; *operations* — те функции, которые будут выполняться в цикле.

4.3.4. Условный оператор

Условный оператор (if-else) реализуется функцией

```
if condition1
    operations1;
elseif condition2
    operations2;
else
    operations3;
end
```

где *condition1* и *condition2* — условия соответствующих веток, а *operations1,2,3* — функции, выполняющиеся в соответствующей ветке.

Ветки *elseif* и *else* могут отсутствовать.

4.3.5. Расчет среднего значения и стандартного отклонения

Стандартное отклонение (оценка среднеквадратического отклонения случайной величины относительно её математического ожидания) считается по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Для расчета среднего (мат. ожидания) можно использовать функцию `mean(x)`, где *x* — одномерный массив.

Для расчета стандартного отклонения можно использовать функцию `std(x)`, где *x* — одномерный массив.

4.3.6. Обращение к элементам массива

Обращение к 7 строке массива *M*:

`M(7, :)`

Обращение к 5 столбцу массива *M*:

`M(:, 5)`

Обращение к 2–5 элементам 6 строки массива *M*:

`M(6, 2:5)`

Обращение к 1–6 элементам 4 столбца массива *M*:

4.4. Порядок выполнения задания

Задание выполняется каждым учащимся индивидуально. По результатам работы необходимо сформировать отчет, в котором отразить цель работы, последовательность выполненных действий, в качестве которых должен фигурировать написанный сценарий Octave с поясняющими комментариями, а также результат выполнения работы — график экспериментальной вероятности ошибки в канале ДСК и график стандартного отклонения.

Отчёт формируется в электронном виде в формате PDF и отправляется на электронную почту преподавателя.

1. Выбрать вероятность ошибки p_0 как $(40 - N)/100$, где N — номер студента по журналу.

2. Написать скрипт Octave, 5 раз последовательно пересылающий через канал ДСК 50000 случайных двоичных цифр, определяющий вероятность ошибки в точках 10, 50, 100, 500, 1e3, 5e3, 1e4, 5e4, вычисляющий среднее значение по 5 экспериментам в каждой из точек и строящий графики экспериментальной вероятности ошибки в канале (всего 5 графиков (одного цвета) на одной координатной плоскости) и график среднего значения (другого цвета) на той же координатной плоскости. Добавить название графика, подписи осей и легенду.

3. Посчитать в каждой точке стандартное отклонение. Построить соответствующий график на отдельной координатной плоскости. Добавить название графика, подписи осей и легенду.

4. Сделать вывод о правильности работы модели.

Алгоритм работы скрипта может выглядеть следующим образом:

1. Задать массив нулей для записи в них экспериментальных значений вероятности ошибки для всех экспериментов и среднего значения по всем экспериментам. Размер массива — 8 строк, 7 столбцов. команда `zeros(8,7)`. Задать массив граничных точек $x=[1\ 10\ 50\ 100\ 500\ 1e3\ 5e3\ 1e4\ 5e4]$.

2. Создать цикл на 5 повторений со счетчиком $i1$, в нем задать переменную (счетчик ошибок) с нулевым значением, в которую будет записываться число ошибок в текущем эксперименте.

3. Создать вложенный второй цикл на 8 повторений со счетчиком $i2$, в котором будут перебираться участки массива x . Для перебора участков создать третий вложенный цикл с границами изменения счетчика от $x(i2)$ до $x(i2+1)$.

4. Внутри третьего цикла генерировать случайное двоичное число $b = \text{randint}(1)$, передавать b на вход канала ДСК с вероятностью ошибки p_0 , полу-

ченный результат сравнивать с исходным и при их несовпадении наращивать счетчик ошибок.

5. После третьего цикла значение счетчика ошибки делить на общее число переданных к этому моменту бит и записывать в соответствующее поле матрицы экспериментальных значений. Результат будет соответствовать экспериментальному значению вероятности битовой ошибки в данной точке.

6. Конец циклов.

7. Посчитать по каждой строке экспериментальных значений среднее значение (записать в 6 столбец) и стандартное отклонение (записать в 7 столбец).

8. Построить графики. Масштаб по оси абсцисс — логарифмический. Для этого используется функция `semilogx()`, использование которой аналогично функции `plot()`.

Отлаживать алгоритм рекомендуется при числе повторений внешнего цикла, равным 1 или 2, а второго цикла — 4 или 5.

4.5. Порядок защиты практической работы

Защита работы может осуществляться одним из нижеперечисленных способов или их сочетанием на усмотрение преподавателя.

1. Устный ответ по теме работы.
2. Тестирование по теме работы
3. Задача по теме работы.
4. Иные варианты на усмотрение преподавателя.