

Лабораторная работа №8 Исследование линейных блочных кодов

Цель работы: изучение принципов примитивного кодирования, а также помехоустойчивого кодирования с обнаружением и исправлением ошибок.

Порядок выполнения работы

Работа содержит **4 раздела:**

1. Исследование примитивного кода ASCII
2. Исследование кода с одной проверкой на чётность
3. Исследование кода Хемминга (7,4)
4. Исследование матричного кода (25,16)

Во-первых, необходимо задать число испытаний (пункт «Задание числа испытаний при моделировании»). Число испытаний задаётся преподавателем в зависимости от технического оснащения дисплейного класса в диапазоне от 1000 до 1000000.

Общая информация:

В каждом разделе осуществляется передача демонстрационного текста с графическим выводом в соответствующие окна полученных результатов, подсчётом числа ошибок и выводом исходного и принятого текстов в окно для сравнения. Демонстрационный текст позволяет наглядно пронаблюдать за процессом исправления (обнаружения) ошибок, а также увидеть результаты работы декодера на конкретном осмысленном тексте. Однако, малый объём демонстрационного текста не позволяет получить достоверный конечный результат, т.е. число или частоту ошибок на выходе декодера. Поэтому после демонстрации осуществляется статистическое моделирование, в процессе которого кодируется, передаётся и декодируется заданное ранее число кодовых блоков. Результаты статистического моделирования заносятся в таблицу следующего вида:

Таблица 8.1

p	p^*	P_k^*	p_s^*	w_{II}
0,070				
0,055				
0,040				
0,025				
0,010				

Здесь p – заданная вероятность ошибки на бит в дискретном канале, P_k^* – частота ошибок в кодовых комбинациях на выходе декодера, p_o^* – частота ошибок в битах, w_{Π} – частота перезапросов.

Рассмотрим выполнение каждого пункта подробнее.

1. Примитивный код ASCII

При передаче демонстрационного текста каждый символ кодируется примитивным кодом в соответствии с таблицей символов ASCII. Ошибочным считается блок, в котором после декодирования осталась хотя бы одна ошибка. Ошибки в битах подсчитываются непосредственно.

Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что число ошибок в битах на выходах канала и декодера одинаково.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями P_k , сделать выводы.

2. Код с одной проверкой на чётность (9,8)

При передаче демонстрационного текста каждый символ кодируется примитивным кодом в соответствии с таблицей символов ASCII, а затем кодом с одной проверкой на чётность. Ошибочным считается блок, в котором после декодирования осталась хотя бы одна ошибка. Ошибки в битах подсчитываются непосредственно.

Если декодер обнаруживает ошибку в кодовой комбинации, он делает перезапрос последней кодовой комбинации. Число перезапросов ограничено и в данной работе не превышает 8. Если ошибки в кодовой комбинации не обнаружены или превышено число перезапросов, то передаётся следующая кодовая комбинация.

Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что на выходе декодера остались в основном ошибки чётной кратности. Объяснить наличие ошибок нечётной кратности.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями $P_{\text{но}}$, сделать выводы.

3. Код Хемминга (7,4)

При передаче демонстрационного текста каждый символ кодируется примитивным кодом в соответствии с таблицей символов ASCII, затем полученная 8-разрядная комбинация разбивается на две комбинации по 4 разряда, каждая из которых кодируется кодом Хемминга (7,4). Ошибочным считается блок, в котором после декодирования осталась хотя бы одна ошибка. Ошибки в битах подсчитываются непосредственно.

Код Хемминга исследуется в двух режимах: обнаружения и исправления ошибок.

3.1. Код Хемминга (7,4) в режиме обнаружения ошибок

В этом режиме декодер работает как и в п. 2: если обнаружена ошибка, то делается перезапрос последней кодовой комбинации. Число перезапросов не превышает 8. Если ошибки в кодовой комбинации не обнаружены или превышено число перезапросов, то передаётся следующая кодовая комбинация.

Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что в ошибочно декодированных блоках остались в основном три и более ошибок. Объяснить наличие остаточных одиночных и двойных ошибок.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями $P_{но}$, сделать выводы.

3.2. Код Хемминга (7,4) в режиме исправления ошибок

В режиме исправления код Хемминга позволяет исправить одну ошибку. Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что все одиночные ошибки исправляются.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями P_k , сделать выводы.

4. Матричный код (25,16)

При передаче демонстрационного текста каждый символ кодируется примитивным кодом в соответствии с таблицей символов ASCII, затем два соседних символа кодируются матричным кодом (25,16). Ошибочным считается блок, в котором после декодирования осталась хотя бы одна ошибка. Ошибки в битах подсчитываются непосредственно.

Матричный код, как и код Хемминга, исследуется в двух режимах: обнаружения и исправления ошибок.

4.1. Матричный код (25,16) в режиме обнаружения ошибок

Работа декодера в этом режиме эквивалентна п. 2 и п. 3.1: если обнаружена ошибка, то делается перезапрос последней кодовой комбинации. Число перезапросов не превышает 8. Если ошибки в кодовой комбинации не обнаружены или превышено число перезапросов, то передаётся следующая кодовая комбинация.

Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что на выходе декодера остались в основном только такие ошибки (чётной кратности), число которых больше или равно 4. Объяснить наличие остаточных одиночных, двойных ошибок и ошибок нечётной кратности.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями $P_{но}$, сделать выводы.

4.1. Матричный код (25,16) в режиме исправления ошибок

В режиме исправления матричный код позволяет гарантированно исправлять одиночные ошибки. Задавая значения p , пронаблюдать за передачей демонстрационного текста, убедиться, что все одиночные ошибки исправляются.

По результатам статистического моделирования заполнить табл. 8.1.

Сравнить полученные значения P_k^* с расчётными значениями P_k , сделать выводы.

Содержание отчёта

1. Выполненное домашнее задание.
2. Таблицы по пп. 1...4 (6 таблиц).
3. Графики зависимостей P_k^* по таблицам из предыдущего пункта и расчётные графики $P_k(p)$ и $P_{но}(p)$ **в одной системе координат (в логарифмическом масштабе)**.
4. Выводы по графикам о помехоустойчивости и целесообразности использования исследуемых кодов.

Контрольные вопросы

1. В чём сущность и цели операции кодирования сообщений в каналах связи? Какие виды кодов Вы знаете?
2. Как осуществляется примитивное кодирование? Приведите несколько примеров.
3. Как определить вероятность ошибки декодирования при использовании примитивного кода, если известна вероятность ошибки одного элемента p и число разрядов n ?
4. Как строится код с проверкой на чётность? Приведите несколько примеров.
5. Каков общий принцип обнаружения ошибок с помощью избыточного кода? Приведите примеры.
6. Чему равно кодовое расстояние у кода с проверкой на чётность? Может ли такой код обнаруживать ошибки (если да, то сколько)? Исправлять ошибки?
7. Каков общий принцип исправления ошибок с помощью избыточного кода? Приведите примеры.
8. Сколько ошибок может обнаружить код Хемминга $(7,4)$? Сколько ошибок он может исправить? Свяжите это с минимальным кодовым расстоянием по Хеммингу.
9. Опишите процедуру кодирования с помощью кода Хемминга $(7,4)$ и проиллюстрируйте её на конкретном примере.
10. Что такое синдром ошибки? Составьте таблицу синдромов для кода Хемминга $(7,4)$.
11. Опишите процедуру декодирования с исправлением одиночной ошибки для кода Хемминга $(7,4)$ и приведите конкретный пример.

12. Как определить вероятность ошибки декодирования при использовании кода Хемминга $(7,4)$, если известна вероятность ошибочного приема одного элемента p ?

13. Как строится матричный код $(25,16)$? Как с его помощью производится обнаружение и исправление ошибок? Приведите пример, когда декодер не может обнаружить ошибки.

14. Какие коды называются линейными? Относятся ли к ним коды, изучаемые в данной работе?

15. Что такое вес кодовой комбинации? Свяжите минимальный вес кодовой комбинации линейного кода с кодовым расстоянием d_k . Как связано кодовое расстояние с исправляющей способностью кода?

Литература

1. **Теория** электрической связи: Учебник для вузов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров; Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998.

2. **Прокис Дж.** Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000.

3. **Кловский Д.Д., Шилкин В.А.** Теория электрической связи. Сб. задач и упражнений. – М.: Радио и связь, 1990.