Санкт-Петербургский Политехнический Университет Им. Петра Великого
Институт Информационных Технологий и Управления

Кафедра Компьютерных Систем и Програмных Технологий

.

Отчёт по лабораторной работе №7
Помехоустойчивые коды

Работу выполнил
Студент группы 33501/1
Романов Н.В.
Преподаватель
Богач Н.В.

Санкт-Петербург, 2018 год

1 Постановка задачи

Провести кодирование/декодирование сигнала кодом Хэмминга 2мя способами с помощью встроенных функций encode/decode, а также через создание проверочной и генераторной матриц и вычисление синдрома. Провести кодирование/декодирование с помощью циклических кодов

2 Теоретическое обоснование

Кодирование передаваемого сообщения позволяет осуществлять его проверку на наличие ошибок при получении, а в некоторых случаях и исправлять их. Данная возможность достигается за счет введения информационной избыточности, что уменьшает удельное количество полезной информации в сообщении.

Значительную долю кодов составляют **блочные коды**. При их применении передаваемое сообщение разбивается на блоки одинаковой длины, после чего каждому блоку сопоставляется код в соответствии с выбранным способом кодирования.

Другая характеристика, позволяющая выделить коды в отдельный класс - цикличность. У кодов этого класса циклическая перестановка букв слова также является кодовым словом.

Код Хэмминга является циклическим самокорректирующимся кодом. Помимо информационных бит в сообщении передается набор контрольных бит, которые вычисляются как сумма по модулю 2 всех информационных бит, кроме одного. Для m контрольных бит максимальное число информационных бит составляет $2^m - n - 1$. Код Хэмминга позволяет обнаружить до двух ошибок при передаче и исправить инверсную передачу одного двоичного разряда.

Коды БЧХ позволяют при необходимости исправлять большее число ошибок в разрядах за счет внесения дополнительной избыточности. Они принадлежат к категории блочных кодов. Частным случаем БЧХ кодов являются коды **Рида-Соломона**, которые работают с недвоичными данными. Их корректирующая способность, соответственно, не ниже, чем у кодов Хэмминга.

Кодировку сообщения производят с помощью генераторной матрицы, домножение на которую столбца создает кодированное сообщение. На приемной стороне сообщение домножается на проверочную матрицу, полученный результат называется синдромом и позволяет определить наличие ошибок и их местоположение, если корректирующая способность кода достаточна.

3 Ход работы

3.1 Код Хэмминга

Произведем кодирование/декодирование сигнала кодом Хэмминга с помощью встроенных функций encode/decode.

message = [1 0 1 0]

code = encode(message,7,4)

code = 0 0 1 1 0 1 0

code(3) = not(code(3))

code = 0 0 0 1 0 1 0

dec,err

= decode(code,7,4)

dec = 1 0 1 0

err = 1

При передаче сообщения без ошибки количество ошибок равно нулю. При допущении ошибки в 3 бите обнаруживается одна ошибка err = 1, которая исправляется и сообщение декодируется верно. Произведем кодирование/декодирование сигнала кодом Хэмминга через создание проверочной и генераторной матриц и вычисление синдрома.

message = [1 0 1 0] [h,g,n,k] = hammgen(3)

m = message*g m = rem(m,ones(1,n).*2)
m(3) = not(m1(3)) synd = m*h' synd = rem(synd,ones(1,n-k).*2)
stbl = syndtable(h) tmp = bi2de(synd,'left-msb') z = stbl(tmp+1,:) rez = xor(m,z)

Синдром был вычислен домножением на матрицу h', после чего с помощью матрицы синдрома выявляем ошибочный бит в посылке и исправляем его:
mes = 0 0 0 1 0 1 0
z = 0 0 **1** 0 0 0 0
rez = 0 0 1 1 0 1 0

Исправляющая способность кода равна 1.

3.2 Циклический код

Выполним кодирование и декодирование сообщения [1 0 1 0]:
message = [1 0 1 0] pol = cyclpoly(7,4) [h,g] = cyclgen(7,pol)
code = message*g; code = rem(code,ones(1,n).*2)
code(4) = not(code(4))
synd = code*h' synd = rem(synd,ones(1,n-k).*2)
stbl = syndtable(h) tmp = bi2de(synd,'left-msb') z = stbl(tmp+1,:) rez = xor(code,z)

Сначала строится порождающий полином циклического кода: x^3+x+1. Далее, использовав этот полином в качестве одного из параметров функции cyclgen, получили порождающую и проверочную матрицы для данного кода. В результате сообщение было закодировано следующим образом: [0 1 1 1 0 1 0]. Допущенная ошибка в 4 разряде была успешно обнаружена и исправлена синдромом.

Исправляющая способность кода равна 1.

3.3 Коды БЧХ

Произведем кодирование и декодирование сообщения [1 0 1 0] при помощи кодов БЧХ:

msg = [1 0 1 0]

codebch = comm.BCHEncoder(7,4) decbch = comm.BCHDecoder(7,4) temp = message'; code = step (codebch , temp(:))'

code(4) = not(code(4)) decode = step (decbch , code')'

Закодированное сообщение: [1 0 1 1 0 1 1] Допущенная ошибка в 4 разряде была успешно обнаружена и исправлена.

Исправляющая способность кода равна 1.

При k = 7, n = 15 корректирующая способность кода БЧХ стала равна 2, что позволило исправлять 2 ошибки.

3.4 Коды Рида-Соломона

Произведем кодирование и декодирование посылки при помощи кодов Рида-Соломона. Количество информационных бит равно 3, количество бит на символ 3, общее число бит таким образом будет равно 7.

l = 3; n = 7; k = 3; m = 3;

msg = gf(randi([0 2m-1],l,k),m) code = rsenc(msg,n,k) errs = gf([0 0 0 4 0 0 0; 2 0 0 0 2 0 0; 3 4 5 0 0 0 0],m); code = code + errs

[dec,errnum] = rsdec(code,n,k)

В первом слове была допущена одна ошибка, во втором и третьем по две.

Исходные посылки:

[4 5 1]

[5 3 3]

[0 0 5]

Закодированные посылки:

[4 5 1 0 0 0 5]

[7 3 3 1 7 1 7]

[3 4 0 4 5 1 4]

Декодированные:

[4 5 1]

[5 3 3]

[0 0 5]

В результате все ошибки были успешно обнаружены и исправлены. Корректирующая способность кода равна 2.

4 Вывод

В ходе данной работы были полученны навыки кодирования цифровых сигналов. Кодирование таких сигналов происходить по принципу избыточности. Каждый из исследованных кодов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому использование конкретного из них должно быть обусловлено постановкой определенной задачи. Код Хэмминга достаточно простой в использовании, не требует больших мощностей. Однако он может исправить только одну допущенную ошибку в переданном сообщении. Код Рида-Соломона способен исправлять несколько ошибок, так же он может оперировать десяичными числами, а не только двоичными.