Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Институт информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных технологий

Кафедра информационных систем и технологий

Дисциплина: Теория Информации

Лабораторная работа №2

«Декодирование кодов методом максимального правдоподобия»

Студент: гр. 981063 Ефименко П. В.

Проверил: Митюхин А. И.

Минск 2020

**Цель работы**

Изучение алгоритма декодирования помехоустойчивых кодов на основе применения метода максимального правдоподобия.

**Кодирование информации низкоскоростным кодом**

Все системы, использующие помехоустойчивое кодирование применяют избыточность. Закодированные цифровые сообщения всегда содержат дополнительные (избыточные) символы. Изображен алфавит C = {C1, C2, C3, C4} информационных слов (сообщений) и поставленный ему в соответствие алфавит A = {A1, A2, A3, A4} кодовых слов. Видно, что сообщения CI

C1-00 → A1-00 0000

C2-01 → A1-01 1101

C3-10 → A1-10 0111

C4-11 → A1-11 01010

и C2 имеют различие в одной позиции, а кодовое слово A1 и A2 – в четырех позициях. Число позиций, в которых два слова отличаются друг от друга, называется расстоянием. Хэмминга d между этими двумя словами. Наименьшее значение для пар кодовых слов алфавита и обозначается dmin. Количество ошибок t, которое может исправить код, равно

**Общие сведения о низкоскоростных кодах**

Низкоскоростными являются коды, у которых скорость передачи R = k/n мала (это выполнимо при k «r) и кодовое расстояние d = n/2. Благодаря этому коды корректируют примерно четверть ошибок на длине n и занимают особое положение в теории и практике помехоустойчивого кодирования. Для них разработаны эффективные алгоритмы формирования и декодирования. С точки зрения теории кодирования они являются классическими методами, с другой стороны, свойства кодов позволяют использовать их в качестве основы для формирования так называемых сигналов для систем связи, синхронизации, локации, навигации, систем передачи и криптографической защиты информации. Поэтому низкоскоростные коды являются объектом исследования таких наук, теория кодирования, теории систем и сигналов. При этом используются чисто кодовые методы, основанные на теории векторных пространств и конечных полей, а также алгоритмы и методы теории цифровой обработки сигналов. Практический интерес представляет исследование различных семейств низкочастотных кодов, способов их формирования и декодирования, параметров и корреляционных свойств, размеров ансамблей (мощности кодов), сложности структуры и вычислительной сложности обработки.

Большое значение имеют периодические и апериодические корреляционные свойства кодовых последовательностей. Периодическая автокорреляционная функция (ПАФК) двоичной последовательности {a} определяется следующим образом:

Raa (J)

сеть t = 0,1,…,n-1, а сумма i+t берется по модулю n.

Ансамбль КП используется для формирования систем сигналов, обладающих оптимальными корреляционными свойствами при кодовом разделении сигналов различных объектов, использующих для передачи информации общий канал. Определяющим в синтезе ансамбля является критерий минимума боковых выбросов автокорреляционных функций и минимума значений взаимо-корреляционных функций, определенных для пары последовательности {a} и {b} следующим выражением:

Rab (J)

Особый интерес представляет двоичные КП, обладающие идеальными корреляционными свойствами. Для ПАФК принимает только два значения:



1. Задание:

Исходные данные. Имеется источник на множестве символов алфавита . Этому множеству ставится в соответствие низкоскоростной код . Код задается псевдослучайной последовательностью -кода.

1.1. Построить множество ненулевых кодовых слов -кода в виде матрицы А циклически сдвинутых псевдослучайных последовательностей в алфавите 1, –1. Порождающая псевдослучайная последовательность имеет форму

1.2. Декодировать произвольно выбранное кодовое слово кода (п. 3.1) с использование корреляционного алгоритма.

1.3. Определить экспериментально местоположение ошибок в кодированных сообщениях:

𝒁1 = (−1 −1 −1 −1 1 1 1 −1 −1 1 1 −1 1 1 1),

𝒁2 = (1 −1 −1 1 −1 −1 −1 1 −1 1 −1 −1 1 1 − 1),

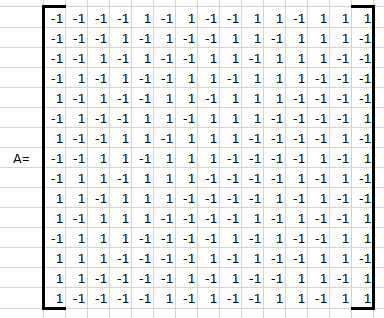
𝒁3 = (1 1 1 −1 1 1 −1 −1 −1 1 −1 1 −1 −1 −1),

𝒁4 = (1 1 −1 1 −1 −1 −1 −1 1 −1 1 1 1 −1 1).

1.4. Используя результаты п. 3.3, найти векторы ошибок 𝑬 и определить местоположение ошибок в кодированных сообщениях.

Выполнение:

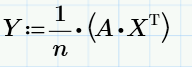
Из порождающей последовательности X путем побитового сдвига строим матрицу А размерностью ( - 1) x n. Она определяет помехоустойчивый код с параметрами n = 15, k = 4, d = 8.

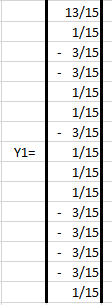


Предположим на вход декодера поступило кодовое слово:



Применив формулу декодирования, мы получили вектор:





Максимальное значение имеет компонента , значит на вход поступил символ 0.

Вектор ошибок для данного преобразования:

ET =



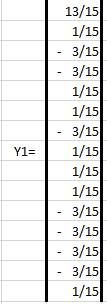
Затем обработаем входные последовательности , **.**

В результате преобразований с помощью формулы:

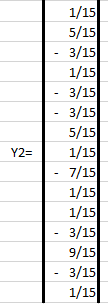


получаем следующие значения Y:

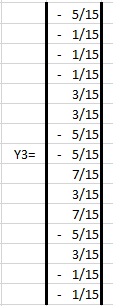




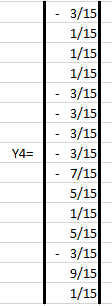






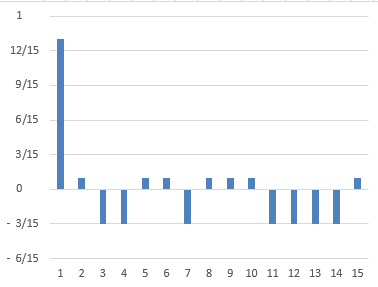




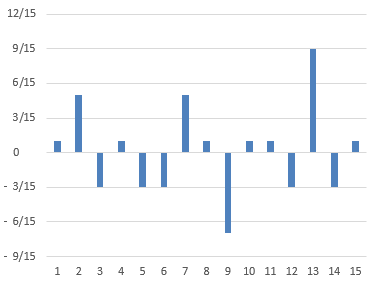


Графики для этих последовательностей:

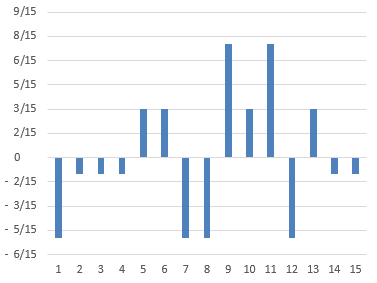
Y1=



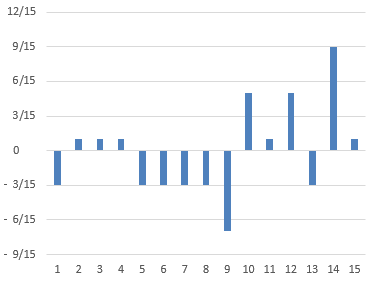
Y2=



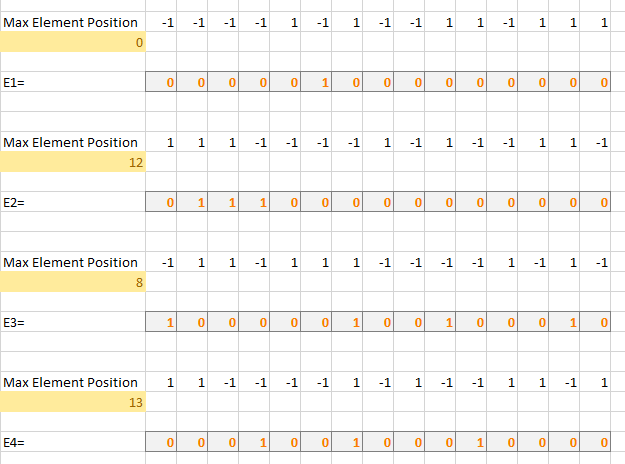
Y3=



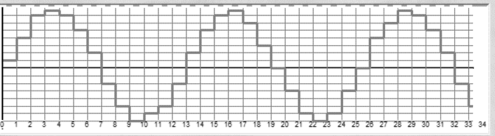
Y4=



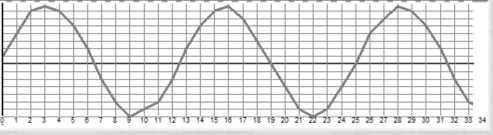
Вектора ошибок данных преобразований:



Графики сигранов:



Сигнал после Цифро-аналоговый преобразователь



Сигнал после Фильтра нижних частот

**Вывод**

В процессе выполения лабораторной работы был изучен алгоритм декодирования помехоустойчивых кодов на основе применения метода максимального правдободобия. Как видно, в первом случае ошибка произошла в 5 чипе слова , во втором случае во 1, 2 и 3 чипах слова , в третьем случае в 0, 6, 9 и 13 чипах слова , в четвертом – 3, 6,10 и 10 чипах слова . Найденные вектора является наиболее вероятным для принятых векторов *Z*.