

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Физико-технический институт

Кафедра компьютерной инженерии и моделирования

Лабораторная работа № 2

**«Количество информации при неполной достоверности сообщений»**

по дисциплине

«Теория информации и кодирование»

Выполнил:

студент 3 курса

группа ИВТ-222

Гоголев В. Г.

Проверил:

Филиппов Д.М.

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Симферополь, 2024

**Цель:** рассчитать количество информации, приходящее к получателю, при наличии помех.

**Техническое задание**: на вход информационного устройства поступает совокупность дискретных сообщений {xi}, где i=1÷N. Вероятности появления дискретных сообщений на входе задаются в виде счетчика случайных чисел. Вероятности безошибочной передачи сообщения составляют не менее 70%. Вероятности безошибочной передачи задаются случайным образом. Вероятности ошибок генерируются счетчиком случайных чисел. Необходимо разработать программное обеспечение и провести комплекс численных экспериментов по расчету количества информации, получаемое при неполной достоверности сообщений.

**Ход работы:**

**Вариант № 4**

С использованием разработанного программного обеспечения необходимо провести комплекс численных экспериментов (не менее 6), в ходе которого необходимо:

а) сгенерировать массив вероятностей появления совокупности дискретных сообщений на входе информационного устройства (P(X));

б) cгенерировать матрицу вероятностей перехода со входа на выход (P(X/Y)); в) рассчитать вероятности появления совокупности дискретных сообщений на выходе информационного устройства (P(Y));

г) рассчитать матрицу вероятностей совместных событий (P(X,Y));

д) определить энтропию на входе информационного устройства (H(X));

е) определить остаточную или условную энтропию выходного сообщения относительно входного (H(Х/Y));

ж) определить количество информации при неполной достоверности сообщений (I(X,Y)).

а) сгенерировать массив вероятностей появления совокупности дискретных сообщений на входе информационного устройства (P(X));

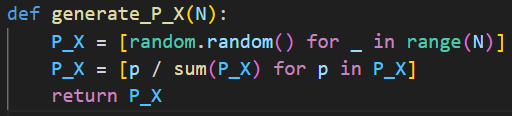


Рисунок 1 – программная реализация функции для генерации массива входных сообщений

По факту используется функция из первой лабораторной работы, которая принимает на вход (N) число сообщений и возвращает одномерный массив со случайными вероятностями сообщений.

б) cгенерировать матрицу вероятностей перехода со входа на выход (P(X/Y));

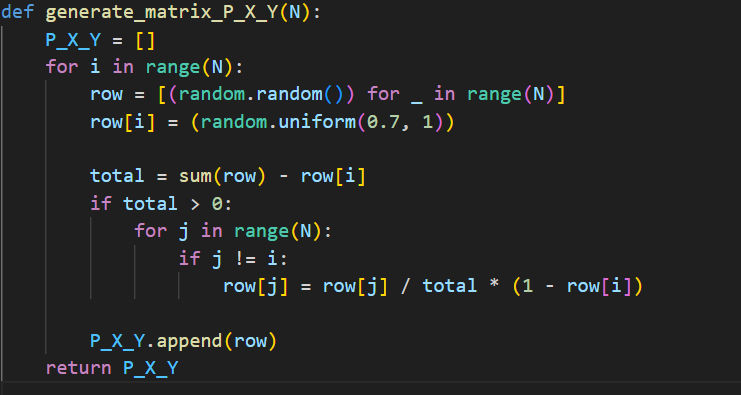


Рисунок 2 – функция, реализующая матрицу перехода со входа на выход устройства

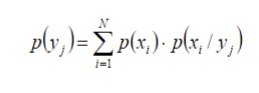
Реализована согласно технического задания, числа задаются случайно, но вероятность безошибочной передачи составляет > 70%, значит, что диагональные элементы матрицы: [1,1], [2,2]… [k,k] должны иметь вероятность больше чем 0.7.

Далее в функции происходит нормализация элементов матрицы для того, чтобы сумма элементов в строке была равна единице.

Функция принимает N (кол-во сообщений) и возвращает матрицу P(x/y)

в) рассчитать вероятности появления совокупности дискретных сообщений на выходе информационного устройства (P(Y)).

На выходе информационного устройства мы так же получаем массив вероятностей P(y),элементы которого рассчитываются по данной формуле:



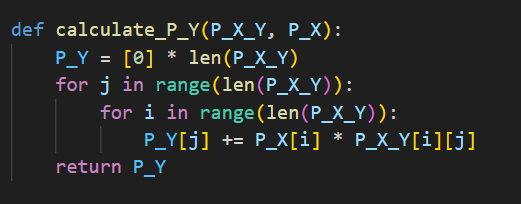
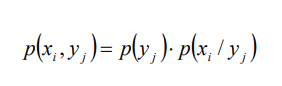
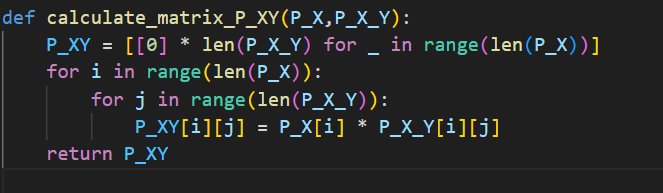


Рисунок 3 – функция, реализующая массив вероятностей выходных сообщений

г) рассчитать матрицу вероятностей совместных событий (P(X,Y)).

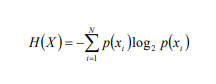
Каждый элемент матрицы вероятности совместных событий, рассчитывается согласно формуле из методических указаний:



  
Рисунок 4 – функция, рассчитывающая матрицу вероятностей совместных событий

д) определить энтропию на входе информационного устройства (H(X)).

Формула для вычисления энтропии на входе:



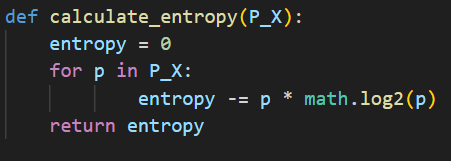
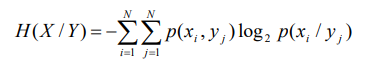


Рисунок 5 – функция для вычисления энтропии на входе устройства

е) определить остаточную или условную энтропию выходного сообщения относительно входного (H(Х/Y)).

Формула для вычисления условной энтропии использована из методических указаний:



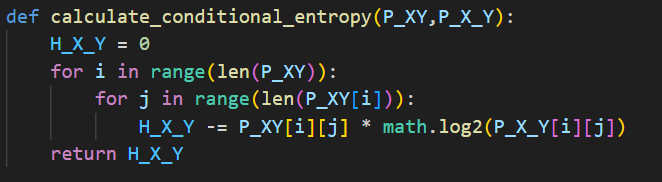


Рисунок 6 – функция, вычисляющая условную энтропию

ж) определить количество информации при неполной достоверности сообщений (I(X,Y)).

Формула для вычисления кол-ва информации при неполной достоверности сообщений:



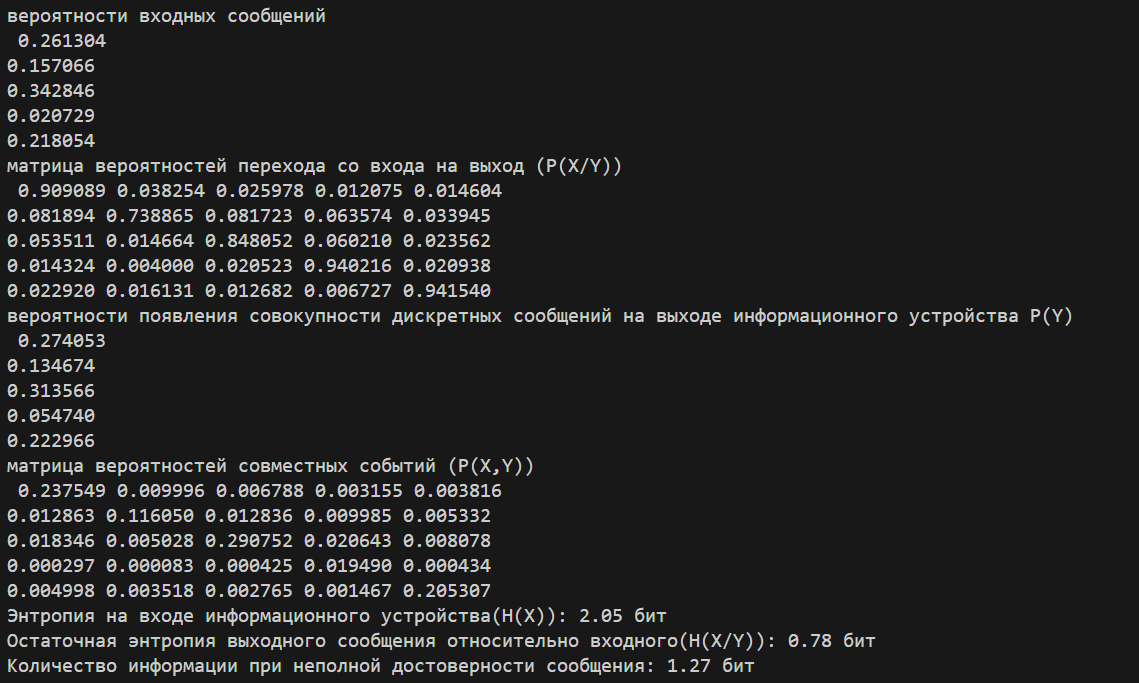


Рисунок 7 – пример вывода одного из экспериментов (для N= 5)

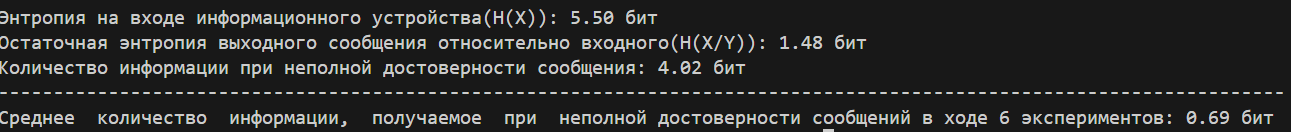


Рисунок 8 – вывод основных параметров одного из экспериментов (N = 58)

**Задание II.** Рассчитать среднее количество информации, получаемое при неполной достоверности сообщений в ходе проведенных экспериментов.

Cреднeе количество информации, получаемое при неполной достоверности сообщений в ходе проведенных экспериментов считается как сумма кол-ва информации за 6 экспериментов/кол-во экспериментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы были получены навыки рассчитывать количество информации, приходящее к получателю, при наличии помех.

Изучены понятия совместной вероятности, условной вероятности, построены матрицы условных вероятностей, совместных вероятностей. Введен термин условной энтропии, количества информации при неполной достоверности сообщения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

import math

import random

import pandas as pd

N = 5

#а)  сгенерировать  массив  вероятностей  появления  совокупности  дискретных сообщений на входе информационного устройства (P(X))

def generate\_P\_X(N):

    P\_X = [random.random() for \_ in range(N)]

    P\_X = [p / sum(P\_X) for p in P\_X]

    return P\_X

#б) cгенерировать матрицу вероятностей перехода со входа на выход (P(X/Y)) (матрица условных вероятностей)

def generate\_matrix\_P\_X\_Y(N):

    P\_X\_Y = []

    for i in range(N):

        row = [(random.random()) for \_ in range(N)]

        row[i] = (random.uniform(0.7, 1))

        total = sum(row) - row[i]

        if total > 0:

            for j in range(N):

                if j != i:

                    row[j] = row[j] / total \* (1 - row[i])

        P\_X\_Y.append(row)

    return P\_X\_Y

#в)  рассчитать вероятности появления совокупности дискретных сообщений на выходе информационного устройства P(Y)

def calculate\_P\_Y(P\_X\_Y, P\_X):

    P\_Y = [0] \* len(P\_X\_Y)

    for j in range(len(P\_X\_Y)):

        for i in range(len(P\_X\_Y)):

            P\_Y[j] += P\_X[i] \* P\_X\_Y[i][j]

    return P\_Y

#г) рассчитать матрицу вероятностей совместных событий (P(X,Y))

def calculate\_matrix\_P\_XY(P\_X,P\_X\_Y):

    P\_XY = [[0] \* len(P\_X\_Y) for \_ in range(len(P\_X))]

    for i in range(len(P\_X)):

        for j in range(len(P\_X\_Y)):

            P\_XY[i][j] = P\_X[i] \* P\_X\_Y[i][j]

    return P\_XY

#д)определить энтропию на входе информационного устройства (H(X))

def calculate\_entropy(P\_X):

    entropy = 0

    for p in P\_X:

            entropy -= p \* math.log2(p)

    return entropy

#e)определить условную  энтропию  выходного  сообщения относительно входного (H(Х/Y));

def calculate\_conditional\_entropy(P\_XY,P\_X\_Y):

    H\_X\_Y = 0

    for i in range(len(P\_XY)):

        for j in range(len(P\_XY[i])):

            H\_X\_Y -= P\_XY[i][j] \* math.log2(P\_X\_Y[i][j])

    return H\_X\_Y

#ж)определить количество информации при неполной достоверности сообщений (I(X,Y))

def calculate\_count\_inf(H\_X,H\_X\_Y):

    return H\_X-H\_X\_Y

I\_avg = 0

experement\_count = 6

for i in range(experement\_count):

    print(f"-------------------------ТЕСТ-№{i+1}-------------------------------")

    P\_X = generate\_P\_X(N)

    P\_X\_Y = generate\_matrix\_P\_X\_Y(N)

    P\_Y = calculate\_P\_Y(P\_X\_Y, P\_X)

    P\_XY = calculate\_matrix\_P\_XY(P\_X,P\_X\_Y)

    H\_X = calculate\_entropy(P\_X)

    H\_X\_Y = calculate\_conditional\_entropy(P\_XY,P\_X\_Y)

    I\_X\_Y = calculate\_count\_inf(H\_X,H\_X\_Y)

    print("вероятности входных сообщений\n",pd.DataFrame(P\_X).to\_string(index=False, header=False))

    print("матрица вероятностей перехода со входа на выход (P(X/Y))\n",pd.DataFrame(P\_X\_Y).to\_string(index=False, header=False))

    print("вероятности появления совокупности дискретных сообщений на выходе информационного устройства P(Y)\n",pd.DataFrame(P\_Y).to\_string(index=False, header=False))

    print("матрица вероятностей совместных событий (P(X,Y))\n",pd.DataFrame(P\_XY).to\_string(index=False, header=False))

    print(f"Энтропия на входе информационного устройства(H(X)): {H\_X:.2f} бит")

    print(f"Остаточная энтропия выходного сообщения относительно входного(H(Х/Y)): {H\_X\_Y:.2f} бит")

    print(f"Количество информации при неполной достоверности сообщения: {I\_X\_Y:.2f} бит")

    I\_avg += I\_X\_Y/experement\_count

    print(f"Среднее  количество  информации,  получаемое  при  неполной достоверности сообщений в ходе {experement\_count} экспериментов: {I\_avg/experement\_count:.2f} бит")

    I\_avg += I\_X\_Y/experement\_count

    print(f"Среднее  количество  информации,  получаемое  при  неполной достоверности сообщений в ходе {experement\_count} экспериментов: {I\_avg/experement\_count:.2f} бит")

Приложение 1 – листинг программного кода