**Лабораторная работа №4**

**«Определение пропускной способности дискретного канала связи с помехами»**

**1 Цель работы** - приобрести умение рассчитывать пропускную способность дискретного симметричного канала связи при наличии помех.

**2 Основные теоретические сведения.**

Под каналом связи подразумевается совокупность средств, предназначенных для передачи информации от данного источника сообщений к адресату. Если сигналы на входе и выходе канала представляют собой последовательности символов, составленные из алфавитов А и В, то такой канал называется дискретным. Наличие помех в канале связи приводит к тому, что посланный сигнал с вероятностями, зависящими от самого канала, может переходить в различные выходные сигналы. Модель дискретного канала задана, если для любых последовательностей передаваемых символов указано правило вычисления условной вероятности . Условные вероятности канала записывают в виде канальной матрицы.

В условиях отсутствия помех скорость передачи информации по каналу связи определяется количеством информации, переносимым символом сообщения в единицу времени, и равна:

бит/сек., (1)

где – количество символов, вырабатываемых источником сообщений за единицу времени; – энтропия источника сообщений.

Скорость передачи информации также может быть представлена как:

, бит/сек., (2)

где – время передачи одного двоичного символа.

Таким образом, скорость передачи информации определяется относительно первичного алфавита и зависит от его энтропии.

Пропуская способность канала связи – это максимальная скорость передачи информации по данному каналу.

При отсутствии помех выражение для пропускной способности отличается от выражения для скорости тем, что пропускную способность характеризует максимальная энтропия:

бит/сек., (3)

где – основание кода.

При наличии помех пропускная способность канала связи определяется следующим образом:

бит/сек., (4)

где , – энтропии источника и получателя сообщений; – условные энтропии источника сообщений относительно получателя и получателя относительно источника.

**3 Порядок выполнения работы**

1. Изучить методические указания к лабораторной работе.
2. Пройти собеседование с преподавателем и получить задание для выполнения работы.
3. Определить значения совместных вероятностей и построить матрицу совместных вероятностей для объединенной системы.
4. Определить условные вероятности вида p(a\b) и построить соответствующую матрицу условных вероятностей.
5. Найти безусловные энтропии источника и получателя сообщений, а также условные энтропии.
6. Определить пропускную способность дискретного канала связи.
7. Оформить и защитить отчет по выполнению лабораторной работы.

**4 Пример выполнения работы**

Пусть требуется определить пропускную способность канала связи для двух систем (источник) и (получатель), если известны вероятности появления символов в сообщениях на выходе системы и матрица условных вероятностей:

Также известно, что каждый символ сообщений вырабатывается за 0,01 сек.

Найдем значения совместных вероятностей и построим матрицу совместных вероятностей для объединенной системы:

Найдем вероятности появления сигналов на входе системы суммированием столбцов полученной матрицы:

Найдем условные вероятности вида и построим соответствующую матрицу условных вероятностей:

(Думаю тут матрица должна быть )

Отсюда безусловные энтропии источника и получателя сообщений будут:

бит/символ

бит/символ

Посчитаем условные энтропии по следующим формулам:

; (5)

; (6)

Подставим значения в формулу (5), чтобы найти условную энтропию источника сообщений относительно получателя:

бит/символ;

Подставим значения в формулу (6), чтобы найти условную энтропию получателя относительно источника:

бит/символ;

Посчитаем пропускную способность канала при помощи формул (4):

бит/сек

или

бит/сек

**5 Варианты заданий**

Номер варианта определяется как порядковый номер студента в журнале преподавателя

Таблица 1 – Вероятности появления символов в сообщениях на выходе источника

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Символы алфавита | | | | Вариант | Символы алфавита | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 0,23 | 0,27 | 0,39 | 0,11 | 13 | 0,24 | 0,16 | 0,28 | 0,32 |
| 2 | 0,21 | 0,32 | 0,09 | 0,38 | 14 | 0,15 | 0,41 | 0,35 | 0,09 |
| 3 | 0,18 | 0,42 | 0,25 | 0,15 | 15 | 0,25 | 0,35 | 0,09 | 0,31 |
| 4 | 0,08 | 0,26 | 0,32 | 0,34 | 16 | 0,40 | 0,17 | 0,20 | 0,23 |
| 5 | 0,37 | 0,13 | 0,09 | 0,41 | 17 | 0,40 | 0,10 | 0,17 | 0,33 |
| 6 | 0,16 | 0,31 | 0,24 | 0,29 | 18 | 0,36 | 0,08 | 0,14 | 0,42 |
| 7 | 0,10 | 0,40 | 0,31 | 0,19 | 19 | 0,19 | 0,31 | 0,08 | 0,42 |
| 8 | 0,24 | 0,27 | 0,16 | 0,33 | 20 | 0,34 | 0,18 | 0,26 | 0,22 |
| 9 | 0,15 | 0,25 | 0,42 | 0,18 | 21 | 0,31 | 0,19 | 0,41 | 0,09 |
| 10 | 0,17 | 0,42 | 0,33 | 0,08 | 22 | 0,37 | 0,15 | 0,23 | 0,25 |
| 11 | 0,40 | 0,30 | 0,08 | 0,22 | 23 | 0,22 | 0,08 | 0,29 | 0,41 |
| 12 | 0,26 | 0,31 | 0,24 | 0,19 | 24 | 0,12 | 0,30 | 0,18 | 0,40 |

Таблица 2 – Матрица переходных вероятностей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар. | Пер. симв. | Принятые символы | | | | Вар. | Пер. симв. | Принятые символы | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  | 0,95 | 0,03 | 0,02 | 0 | 4 |  | 0,98 | 0,02 | 0 | 0 |
| 7 |  | 0,02 | 0,97 | 0,01 | 0 | 10 |  | 0,03 | 0,96 | 0,01 | 0 |
| 13 |  | 0 | 0 | 0,99 | 0,01 | 16 |  | 0 | 0,02 | 0,94 | 0,04 |
| 19 |  | 0 | 0,02 | 0,04 | 0,94 | 22 |  | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,97 |
| 2 |  | 0,97 | 0,02 | 0,01 | 0 | 5 |  | 0,94 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| 8 |  | 0,02 | 0,98 | 0 | 0 | 11 |  | 0,01 | 0,99 | 0 | 0 |
| 14 |  | 0 | 0,02 | 0,95 | 0,03 | 17 |  | 0 | 0,03 | 0,96 | 0,01 |
| 20 |  | 0 | 0 | 0,01 | 0,99 | 23 |  | 0 | 0,01 | 0,04 | 0,95 |
| 3 |  | 0,96 | 0,03 | 0,01 | 0 | 6 |  | 0,99 | 0,01 | 0 | 0 |
| 9 |  | 0,03 | 0,95 | 0,02 | 0 | 12 |  | 0,2 | 0,94 | 0,03 | 0,01 |
| 15 |  | 0 | 0,01 | 0,97 | 0,02 | 18 |  | 0 | 0,02 | 0,98 | 0 |
| 21 |  | 0 | 0 | 0,02 | 0,98 | 24 |  | 0 | 0,01 | 0,03 | 0,96 |

**6 Контрольные вопросы**

1. Что понимают под каналом связи?
2. Какие каналы связи называют дискретными?
3. Каким образом задают описание дискретного канала связи с помехами?
4. Как определяют скорость передачи информации по дискретному каналу связи?
5. Что такое пропускная способность канала связи?
6. Как определяется пропускная способность дискретного канала при отсутствии помех?
7. Как определяется пропускная способность дискретного канала с помехами?