Презентация по дисциплине:

Сети ЭВМ и телекоммуникации

Тема презентации:

Непрерывные коды

Работу выполнил:

- Сизых С. Д.
- Студент группы П-31
- Факультета ИВТ, 3-й курса

Оглавление

- Классификация кодов
- Помехоустойчивые коды
  - Блочные коды
  - Понятие о непрерывных кодах
    - Цепной код
    - Сверточные коды

Классификации кодов

- Коды в системах ПДС
  - Блочные
    - Равномерные
    - Неравномер–ные
      - Код Морзе
  - Непрерывные
    - Цепной
    - Сверточные

Классификация кодов

Помехоустойчивые коды

Помехоустойчивые коды делятся на:

- Блочные
- Непрерывные

К блочным относятся коды, в которых каждому сообщению отводится блок из n символов (разрядов) или блоки с разным числом символов.

Блочные коды

В связи с этим блочные коды делятся на:

- равномерные,
- неравномерные.

Широкое практическое применение нашли равномерные коды.

К неравномерным кодам относятся, например, код Морзе.

Понятие о непрерывных кодах

Непрерывные коды, к которым относятся

- рекуррентные (сверточные),
- цепной,

представляют собой непрерывные последовательностит единичных элементов, не разделенные на блоки.

Блочные коды

Разновидностями как блочных, так и непрерывных кодов являются:

- разделимые (с возможностью выделения информационных и контрольных символов)
- неразделимые коды.

Понятие о непрерывных кодах

В непрерывных кодах избыточные разряды помещаются в определенном порядке между информационными разрядами. Непрерывные коды характеризуются тем, что первичная последовательность символов, несущих информацию, непрерывно преобразуется по определенному закону в другую последовательность, содержащую избыточное число символов. В непрерывных кодах операции кодирования и декодирования производятся непрерывно над последовательностью информационных символов без деления ее на блоки. К таким кодам относятся цепной и сверточные.

Понятие о непрерывных кодах

Эти коды применяются для обнаружения и исправления пачек ошибок. Для сверточных кодов разработаны специальные процедуры последовательного декодирования, позволяющие упростить их техническую реализацию.

Цепной код

В данном коде после каждого информационного элемента следует проверочный элемент. Проверочные элементы формируются путем сложения по модулю 2 двух информационных элементов, отстоящих друг от друга на шаг сложения l. Шаг l — это расстояние между двумя информационными элементами, формирующими проверочный элемент.

Обозначим через a0 , a1 ..., al, al+1 ...,a2l+1 ... информационную последовательность, элементы которой отстоят друг от друга на шаг сложения l. В отличие от обозначений предыдущих разделов проверочные разряды будем обозначать через b.

Цепной код

Из информационных элементов (a0, al), (a1, al+1), … формируются следующие проверочные элементы по правилу

- b0,l= a0+al;
- b1,l+1=a0+al+1,…
- bl+1,2l+1=al+1+a2l+1

(7.18)

Закодированная цепным кодом последовательность будет иметь вид

- a0b0la1b1,l+1a2b2,l+2,… ,al+1bl+1,2l+1.

Избыточность такого кода, очевидно, равна 0,5. Процесс декодирования принимаемой кодовой последовательности определяется принципом формирования проверочных элементов и заключается в следующем:

Цепной код

- на приеме выделяются отдельно информационные элементы и отдельно проверочные элементы;
- из принятой последовательности информационных разрядов по известному правилу кодирования (7.18) формируются новые проверочные разряды;
- каждый сформированный проверочный разряд сравнивается по модулю 2 с принятым проверочным элементом.

Цепной код

При отсутствии ошибок принятые и вычисленные проверочные разряды, очевидно, совпадают. Наличие ошибок приведет к несовпадению этих разрядов. (Указанная процедура эквивалентна нахождению синдрома в коде Хемминга.)

Корректирующие возможности цепного кода зависят от шага сложения l. Изменяя его, можно построить код, обнаруживающий и исправляющий пачки ошибок длиной tи.ош.=2l [7.1]. Показано, что при шаге сложения l код исправляет пачки ошибок длиной t, если каждый проверочный элемент перед передачей в канал связи задерживается на время t*т*0* с и рядом расположенные пачки ошибок разделены между собой защитным интервалом T, не содержащим ошибок. При этом T=6*l+1, t=(3*l+1)*т*0* то, где т*0* — длительность единичного элемента.

Цепной код

Рассмотренный цепной код за счет большой избыточности сравнительно просто позволяет обнаруживать или исправлять пачки ошибок. Изменяя шаг сложения, можно согласовывать корректирующие способности кода с характеристиками ошибок в канале связи.

Сверточные коды

Рассмотренный цепной код является простейшим случаем сверточных кодов. В основу сверточного кодирования положен принцип формирования последовательности проверочных элементов линейной комбинацией элементов информационной последовательности, поступающей непрерывно на вход кодирующего устройства. Сверточные коды могут иметь произвольную скорость k/n. Кодер сверточного кода имеет к входов и n выходов. Эти коды могут быть разделимыми и неразделимыми. В последнем случае в каждый дискретный момент времени на входы кодирующего устройства поступают к информационных символов, а с выходов считываются n символов, из которых к символов являются информационными, а остальные n—к линейными комбинациями информационных последовательностей и образуют последовательность проверочных элементов.

Сверточные коды

Если передача информации происходит по одному каналу, но к выходу кодирующего устройства подключается специальная коммутирующая схема.

Представим входные информационные о следовательности в виде к полиномов:

- A(1)(x)=a0(1)+ a1(1)*x+…+ ai(1)*x(i)+…,
- A(2)(x)=a0(2)+ a1(2)*x+…+ ai(2)*x(i)+…,
- ……………………………………,
- A(k)(x)=a0(k)+ a1(k)*x+…+ ai(k)*x(i)

Сверточные коды

Выходные проверочные последовательности можно представить в виде n—k полиномов:

- B(1)(x)=b0(1)+ b1(1)*x+…
- B(2)(x)=b0(2)+ b1(2)*x+…
- B(n-k)(x)=b0(n-k)+ b1(n-k)*x+…

Поскольку в сверточном коде проверочные последовательности являются линейными комбинациями информационных последовательностей, то согласно алгебре многочленов проверочная последовательность может быть записана в виде

- B(j)(x)=A(1)(x)G(j)(x)+ A(2)(x)H(j)(x)+…+A(k)(x)Z(j)(x), (7.19)
- где j=1, 2, ... n—к.

Сверточные коды

Полиномы G(j)(x),…, Z(j)(x), называются образующими (по терминологии циклических кодов). Если r — наибольшая степень образующих полиномов, то любой информационный элемент будет оказывать влияние на проверочную последовательность B(j)(x) на протяжение не более r+1 тактов. В течение этого времени с выхода кодирующего устройства будет считано m=n(r+1) символов. Величину т называют кодовым ограничением сверточного кода. Для сверточных кодов со скоростью передачи k/n число образующих полиномов равно k(n—k). Начальным кодовым словом сверточного кода называют первую совокупность символов на выходах кодирующего устройства.

Сверточные коды

Для пояснения принципа кодирования рассмотрим случай, когда скорость кода равна k/n=1/2. Тогда число образующих полиномов равно k(n—k)=l. Возьмем образующий полином степени r:

- G(x)=g0+g1*x+…+ gr*xr, gi=0,1.

При поступлении на вход кодера информационной последовательности a0,a1,a2 на выходе получаем информационную последовательность a0,a1,a2, совпадающую с исходной, и проверочную последовательность b0,b1,b2. Представляя эти последовательности в виде полиномов и используя (7.19), имеем

- B(x)=G(x)A(x). (7.20)

Сверточные коды

Таким образом, кодирование заключается в вычислении произведения B(x). С учетом того, что операция умножения происходит в поле GF(2), вычисление B(x) осуществляется линейным много-тактным фильтром, содержащим регистры и сумматор по модулю 2 (но без обратных связей). Значения проверочных элементов определяются выражением

- bi=g0*ai +g1*ai-1 +g2*ai-2 +…+gr*ai-r   (7.21)

Сверточные коды

Если на вход кодирующего устройства информационные символы поступают поочередно, то проверочные разряды bi в соответствии с (7.20) будут формироваться следующим образом:

- b0=g0*a0,
- b1=g0*a1+g1*a0,
- b2=g0*a2+g1*a1+g2*a0,
- .
- .
- .
- Br=g0*ar+g1*ar-1+…+gr*a0.

(7.22)

Сверточные коды

Из (7.22) видно, что формирование проверочных разрядов происходит суммированием по модулю 2 каждого информационного разряда с некоторым набором предыдущих разрядов. Подобная рекуррентная процедура и объясняет название этих кодов как непрерывных (рекуррентных). Рассмотренный выше цепной код является простейшим частным случаем такого кода. Очевидно, что структура сверточного кода полностью определяется образующим полиномом.

Сверточные коды

При декодировании принятые последовательности информационных и проверочных символов могут вследствие ошибок отличаться от переданных. Декодирование сверточного кода осуществляется следующим образом. Принятая информационная последовательность кодируется так же, как это делается на передаче, далее выполняется сложение по модулю 2 с принятой проверочной последовательностью. В результате получается корректирующая последовательность, по которой можно исправить ошибки.

Существуют различные процедуры декодирования, среди которых наиболее эффективен алгоритм Возенкрафта-Фано [7.1, 7.2]. Подробнее со свойствами сверточных кодов можно ознакомиться в [7.1].