**Курсовой проект по дисциплине**

**"Сжатие данных при передаче изображения"**

**Содержание**

1. Общие сведения о системах факсимильной связи
2. Адресно-позиционное кодирование
3. Описание алгоритма программы сжатия и восстановления изображения по методу АПК
4. Программа, реализующая сжатие и восстановление изображения по методу АПК
5. Пример сжатия двухградационного черно-белого изображения по методу АПК

**1. Общие сведения о системах факсимильной связи**

Техника факсимильной связи, позволяющая передавать изображения, была изобретена в 1843 г. – за 60 лет до изобретения пишущей машинки и за 138 лет до появления IBM PC!

В течение многих лет факсимильная связь не находила широкого применения из-за отсутствия эффективных коммуникационных инфраструктур. В 20-е гг. нашего столетия факсимильная связь стала в большей степени использоваться службами новостей для передачи фотографий (фототелеграф). Факсимильная связь по-прежнему является предпочтительным методом передачи карт погоды в отдаленные места и на суда в море. Техника факсимильной связи, используемая для этих целей сегодня, осталась практически в неизменном виде.

Старые факсимильные аппараты были неудобны в работе и довольно дороги. За последнее десятилетие снижение стоимости и усовершенствование аппаратных средств выдвинули факсимильную связь в ряд основных коммерческих средств связи.

При всей своей сложности, передача данных есть просто передача чисел. Например, чтобы передать страницу текста, символы этого текста кодируются в последовательность числовых величин, передаваемых по каналу связи, а затем декодируются обратно в символы для обработки на приемной стороне канала.

Однако при факсимильной связи передача информации осуществляется несколько иначе. В этом случае кодируются не отдельные символы сообщения, а целая страница, которая рассматривается как одно изображение. Сигнал, передаваемый по каналу связи, представляет картину распределения черных и белых областей, формирующих изображение. На приемной стороне канала факсимильная копия исходной страницы (оригинала) воспроизводится путем прорисовывания изображения в соответствии с принятым сигналом.

Передача страницы, текста методом факсимильной связи занимает больше времени, чем передача того же самого текста как блока данных (последовательности символов). На передачу текста, который содержит 60 строк по 80 символов в каждой строке со скоростью 9600 бит/с требуется 5 секунд. На передачу той же страницы с использованием современного факсимильного оборудования потребовалось бы 60 секунд, но факсимильная связь имеет определенные преимущества по сравнению с простой передачей данных, которые компенсируют увеличение времени, затрачиваемого на передачу. Самое главное преимущество – возможность передачи графических изображений. Факсимильная связь позволяет также передавать печатный текст без повторного ввода с клавиатуры.

Факсимильные аппараты общего назначения согласно МККТТ подразделяются на четыре основные группы:

1. аппараты со временем передачи страницы формата А4 (210х297 мм) по телефонной сети с разрешающей способностью 4 лин/мм в пределах 6 мин;
2. аппараты, обеспечивающие передачу в указанных условиях в течение 3 мин;
3. аппараты, использующие средства цифровой обработки сигнала с целью сокращения избыточности и обеспечивающие время передачи менее 1 мин,
4. аппараты, предназначенные для использования на сетях передачи данных, а также на телефонной сети.

**Факсимильный способ передачи информации** заключается в:

1) формировании элементарных площадок на поверхности оригинала развертывающим элементом передающего аппарата. Размер элементарных площадок вдоль строки развертки определяет разрешающую способность аппарата, а размер в направлении, перпендикулярном строке развертки, определяет плотность развертки факсимильного изображения;

2) развертке оригинала развертывающим устройством на передаче, заключающейся в перемещении развертывающего элемента по поверхности носителя записи. Развертка осуществляется по строкам и по кадру. В плоскостных развертках, как правило, развертка по строкам осуществляется за счет перемещения развертывающего элемента, а развертка по кадру – за счет поступательного движения развертываемой поверхности. В барабанных развертках движение по строке и кадру производится в результате одновременного вращения и поступательного перемещения вдоль оси вращения развертывающего барабана с изображением. Нормируемые параметры развертки – скорость, направление, шаг и плотность, модуль и коэффициент взаимодействия, формат документа. Устройства развертки, развертывающий элемент и фотоэлектрический преобразователь составляют анализирующее устройство передатчика;

3) преобразовании оптических плотностей элементарных площадок оригинала во временную последовательность электрических сигналов с помощью фотоэлектрических преобразователей благодаря их способности реагировать на отличия яркостей поверхности подложки оригинала от знаков, нанесенных на подложку таким образом, чтобы получить требуемые величину и разность уровней видеосигнала подложки и знаков. Фотоэлектрические преобразователи фотофаксимильной аппаратуры должны обеспечивать пропорциональную зависимость амплитуды выходного сигнала от яркости изображения;

4) обработке и преобразовании факсимильного сигнала к виду, удобному для передачи по каналам связи. Обработка зависит от группы аппаратуры. В факсимильной аппаратуре первой группы и фотофаксимильной аппаратуре применяется амплитудная (AM) или частотная (ЧМ) модуляция. В аппаратуре второй группы используется амплитудно-фазовая модуляция (АФМ) с частично подавленной верхней боковой полосой. Аппаратура третьей и четвертой групп имеет цифровую форму сигнала;

5) передаче факсимильного сигнала по сети связи. В фотофаксимильной аппаратуре с AM при работе по каналам ТЧ используется двухполосная передача с несущей частотой 1900 Гц, пиковой мощностью-3 дБ в точке нулевого относительного уровня и соотношением амплитуд сигнала белого поля к сигналу черного поля 30 дБ. В фотофаксимильной аппаратуре с ЧМ средняя частота 1900 Гц, частота белого поля 1500 Гц, частота черного поля 2300 Гц и уровень сигнала на выходе передатчика выбирается так, чтобы максимальный уровень мощности сигнала не превышал – 13 дБ.

В факсимильной аппаратуре первой группы AM используется только для арендованных каналов. Несущая частота выбирается в пределах 1300–1900Гц. Уровень на выходе передатчика от 0 до 7 дБ. Уровень белого поля на 15 дБ ниже уровня черного поля. Среднечасовой уровень мощности сигнала в пределах – 15 дБ. В факсимильной аппаратуре первой группы с ЧМ средняя частота 1700 Гц, уровень на выходе передатчика от 0 до –15 дБ, мощность сигнала не должна превышать –13 дБ в точке нулевого относительного уровня. В факсимильной аппаратуре второй группы используется АФМ с несущей частотой 2100 Гц. Уровень сигнала белого поля выше уровня сигнала черного поля на 26 дБ. Уровень сигнала на выходе передатчика от 0 до –15 дБ. Среднечасовой уровень мощности не должен превышать -15 дБ. В факсимильной аппаратуре третьей и четвертой групп параметры цифрового сигнала определяются типом используемых модемов;

6) приеме факсимильного сигнала. Факсимильные приемники аппаратов первой и второй групп должны осуществлять нормальный прием факсимильных сигналов при **их** мощности от 0 до –40 дБ, а приемники аппаратов третьей и четвертой групп–от 0 до –43 дБ;

7) преобразовании сигнала к виду, удобному для управления записывающим устройством. Преобразование заключается в усилении принятого сигнала, преобразовании его в видеосигнал и при необходимости-в формировании определенным образом фронтов импульсов для улучшения срабатывания записывающего устройства;

8) развертке факсимильного бланка на приеме, которая производится синхронно и синфазно развертке оригинала на передающем аппарате;

9) записи факсимильных сигналов на носитель записи, которая производится на светочувствительные материалы, красящими веществами на обычную бумагу, на специальные бумаги, обладающие способностью изменять цвет под воздействием принятого сигнала либо образовывать потенциальный рельеф под действием света либо электрических воздействий с последующим проявлением этого рельефа специальными красителями. Устройства развертки и записи составляют синтезирующее устройство приемника;

10) фазировании факсимильных аппаратов, заключающемся в установлении одинакового положения развертывающих элементов передающего и приемного аппаратовпо отношению кначалу строки;

11) синхронизации факсимильных аппаратов, заключающейся в установлении равенства скоростей развертки в передающем и приемном аппаратах;

l2) управлении циклом приема – передачи, заключающемся в техническом обеспечении выполнения операций приемопередачи и процедур взаимодействия факсимильных аппаратов в их логической последовательности.

Каждая из приведенных технических операций выполняется соответствующим техническим устройством. Конструктивно объединенная совокупность этих устройств представляет собой факсимильный аппарат.

**Передача документов.** Факсимильный аппарат представляет собой неразрывное единство механических, электрических и модулирующих систем. Так же важен, хотя и менее осязаем, протокол, управляющий передачей факсимильной информации. Объединяющей основой всех протоколов, управляющих передачей факсимильных сообщений, является МККТТ-стандарт Т.ЗО: «Процедуры для факсимильной передачи документов в коммутируемой телефонной сети общего пользования».

# *Сеанс факсимильный связи*

Стандарт Т.ЗО рассматривает сеанс факсимильной связи как последовательную реализацию пяти различных фаз.

Фаза А: Вызов (установление связи)

Фаза В: Процедура, предшествующая передаче сообщения

Фаза С: Передача сообщения

Фаза D: Процедура, завершающая передачу сообщения

Фаза Е: Завершение вызова (разрыв связи)

# *Фазы сеанса факсимильной связи*

Период от фазы А до фазы Е включительно известен как сеанс *факсимильной связи* (рис. 7.7). Период, который включает фазы В,

С и D, называется процедурой факсимильной связи.

Первая фаза называется *фазой вызова,* или *фазой установления связи.* Это просто означает, что абонент (неавтоматизированная станция) или сам аппарат (автоматическая станция) вызывает принимающую станцию. На приемной стороне отвечает факсимильный аппарат (автоматическая станция) или другой абонент (неавтоматизированная станция). На неавтоматизированных станциях выполняется некоторая процедура для подключения факсимильного оборудования к каналу связи. Фаза вызова завершается, когда два факсимильных аппарата связываются друг с другом.

В фазе выполнения процедуры, предшествующей передаче сообщения (фаза В), два факс-терминала согласовывают, выбирают и подтверждают параметры связи. Эти параметры включают в себя терминальную группу и поддерживающие опции. После согласования параметров терминалы обмениваются сигналами фазирования и калибровочными сигналами, устанавливают синхронизацию и выполняют другие действия, необходимые для обеспечения стабильной связи.

Фаза С включает как передачу сообщения, так и сопровождающие эту передачу процедуры. Передача факсимильного сообщения есть просто форматирование и передача обычных данных, получающихся при обработке изображения. Процедура сопровождения сообщения выполняется в то же самое время, когда передается сообщение. Она включает команды и ответы, которые управляют синхронизацией, выявлением и коррекцией ошибок и осуществляют диспетчерские функции на линии связи.

Процедура, завершающая передачу сообщения (фаза D), может включать обмен различными сообщениями. Типичными сообщениями в этой фазе являются запросы или информация о передаче дополнительных страниц, указания на завершение передачи основного сообщения (подтверждение получений этих указаний) или на начало процедуры завершения сеанса связи.

Конечная фаза любого успешного сеанса связи (фаза Е) – разрыв связи. В этой фазе обе связывающиеся станции просто отключаются от линии («вешают трубку») вручную, автоматически или с помощью той или иной комбинации этих двух способов.

**2.** **Адресно-позиционное кодирование (АПК)**

При кодировании штриховых изображений возможны новые значения двух типов: переход из белого в черное и переход из черного в белое. Координата элемента с новым значением яркости (КНЗ) отсчитывается относительно начала строки изображения (рис. 2).

Рис. 2 Кодирование двухградационного факсимильного сигнала по методу АПК

Для безошибочного восстановления изображения по сжатым данным необходимо в начале кодограммы строки указать признак (код) ее начала и значение яркости первого элемента строки:

/код начала строки/ /код первого элемента/ /КНЗ/ /КНЗ/ ………. /КНЗ/.

При равномерном кодировании длина кода будет определяться из условия, что элемент с новым значением яркости находится в конце строки. Таким образом, длина двоичного кода k=log2N, где N – число элементов изображения на строке. Коэффициент сжатия kсж при равномерном кодировании новых значений можно вычислить, зная вероятность Рзн появления таких элементов:

kсж=N/(mн+mя+NPнзlog2N),

где mн – длина кода начала строки, mя – длина кода яркости первого элемента.

При АПК нельзя достичь высоких коэффициентов сжатия, если насыщенность изображения деталями высока, поэтому его целесообразно применять при кодировании изображений, для которых вероятность новых значений не превышает 0,2–0,3.

Достоинством АПК является его низкая чувствительность к ошибкам. Поражение ошибкой кода координаты нового значения приводит к искажению небольшой группы элементов строки до следующего нового значения яркости.

3. Описание алгоритма программы сжатия и восстановления изображения по методу адресно-позиционного кодирования

#### Описание алгоритма программы сжатия

Программа написана на языке программирования Паскаль, начинается с раздела описания констант, переменных и процедур, используемых в программе.

Во втором блоке на экран выводится сообщение «*введите 7 цифр значения яркости элементов строки*».

В третьем блоке сброс переменой l в ноль и переменной f, содержащей информацию на передачу.

В четвертом блоке описывается цикл от 1 до ***7***дляобработки массива исходных данных.

В пятом блоке определяется координата нового значения, в процедуре to\_binary переводится в двоичную форму и добавляется к f – переменную на передачу.

В шестом блоке к переменной f добавляется код начала строки – служебная комбинация из одиннадцати единиц.

В седьмом блоке на дисплей выводится содержимое переменной **f**, которая используется для хранения закодированной строки. Этим заканчивается алгоритм программы сжатия одной строки.

*Описание алгоритма подпрограммы to\_binary*

Процедура to\_binary переводит значение переменной l в двоичную форму, которое добавляется к переменной на передачу данных – **f**.

В первом блоке схемы представлен заголовок процедуры.

Во втором блоке описываются локальные переменные типа Word для хранения промежуточных данных.

В третьем блоке происходят начальные установки для перевода переменной l в двоичную форму.

В четвертом блоке происходит сравнение переменной S и переменной K, соответствующей 2n, где n изменяется от 10 до 0. При условии, что S >= K выполняется шестой блок, где добавляется единица к переменной f и изменяется содержимое переменной S, в противном случае выполняется пятый блок, где осуществляется добавление нуля к переменой f на передачу данных. В седьмом блоке происходит деление на два переменной К, т.е. переход к следующей степени.

При выполнении условия i = 12 выполнение подпрограммы завершается.

#### Описание алгоритма восстановления изображения по Адресно-позиционному методу

Во втором блоке описывается цикл от 1 до 7 для вывода на экран массива значений, полученных после восстановления закодированных данных, переменная **i** является счетчиком массива **b** для хранения восстановленных значений.

В третьем блоке схемы выполняются начальные установки необходимые для корректного восстановления закодированных данных.

В четвертом блоке описывается цикл от 1 до11 для перевода принятых значений из двоичной системы в десятичную. При этом, если значение строки ‘е’ =1, то n присваивается значение n+k, иначе – переход к седьмому блоку, в седьмом блоке происходит деление на два переменной k, т.е. переход к следующей степени.

В восьмом блоке добавляется 1 к переменной j, и если j=1, то возвращаемся к 4 блоку, если нет, то переходим к 9.

В девятом блоке b[i] присваивается значение переменной n, в 10 блоке текущее значение массива b[i] выводится на экран, переменной j присваивается значение на 1 большее. В 11 блоке происходит сравнение переменной i с числом 8, при выполнении условия происходит возврат ко второму блоку, иначе – конец.

В итоге на экран должны быть выведены значения длин серий, соответствующих закодированной строке, что при правильной реализации программы должно совпадать с введенными данными.

**4.** **Программа, реализующая сжатие и восстановление изображения по методу**

**Адресно-позиционного кодирования**

Programm Coding-Decoding;

Uses Crt;

Var

f, e: string;

i, j, l, k, n: word;

b, a: array [1..7] of word;

Procedure to\_binary;

Var k, i, s: word;

Begin

k:= 1024;

s:= l;

for i:= 1 to 11 do

Begin

if s>=k then Begin

f:= f + '1';

s:= s – k;

end;

else f:= f + '0';

k:= (k/2);

end;

End;

BEGIN

{–сжатие–}

Writeln (' Введите 7 цифр значения яркости элементов строки ');

Readln (a[1], a[2], a[3], a[4], a[5], a[6], a[7]);

f:= «; {начальное значение строки f}

l:= 0;

for i:= 1 to 7 do

Begin

l:= l + a[i];

to\_binary;

end;

f:= '11111111111' +f;

Writeln ('Содержимое буфера', f);

{–восстанавление–}

e:=f;

For i:=1 to7 do Begin

b[i]:=0;

e:= Delete (e, 1,11);

k:= 1024;

n:= 0;

For j:= 1 to 11 do

Begin

if e[j] = '1' then n:= n + k;

k:= (k/2);

end;

b[i]:=n;

Writeln ('b = ', b[i]);

End;

END.

**5. Пример сжатия двухградационного черно-белого изображения по методу АПК**

В соответствии с заданием на курсовое проектирование приводится пример сжатия двух строк

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Цвет белый | Цвет черный | Цвет белый | Цвет черный | Цвет белый | Цвет черный | Цвет белый |
| Число пикселей | 600 | 70 | 591 | 79 | 582 | 88 | 0 |
| Число пикселей | 0 | 72 | 598 | 81 | 589 | 90 | 580 |

При вводе данных чисел в программу получим код:

1 строка:

**11111111111** 01001011000 01010011110 10011101101 10100111100 11110000010 11111011010 **11111011010**

2 строка:

**11111111111** 00000000000 00001001000 01010011110 01011101111 10100111100 10110010110 **11111011010**

В данном примере последовательность **11111011010** следует в конце каждой линии.

Для оценки степени сжатия вычисляется коэффициент сжатия, вычисляемый по формуле

где, *N* – число элементов на тестовом изображении.

*Nсж* – число двоичных разрядов для представления сжатого изображения с учетом служебных комбинаций.

= (2010 + 2010)/(88 + 88) =23

Данный код обеспечивает сжатие данных в двадцать три раза. Достоинством Адресно – позиционного кодирования является его низкая чувствительность к ошибкам. Поражение ошибкой кода координаты нового значения приводит к искажению небольшой группы элементов строки до следующего нового значения яркости. Недостатком является небольшой коэффициент сжатия по сравнению с методом КДС.

**Литература**

1. Зуев Е.А. Программирование на языке Turbo Paskal 6.0 7.0 – М.: Радио и связь, 1993
2. Орловский Е.Л. Передача факсимильных изображений. – М.: Связь, 1980.
3. Щелованов Л.Н. Системы факсимильной связи. Учебное пособие/ ЛЭИС. – Л., 1991.