

Система передачи мозаичных видео изображений и многомерных цифровых сигналов без использования развертывающих преобразований.

Г.В. Герасимов

Системы передачи видеоизображений в настоящее время начинают играть все большую роль в различных областях техники и быту. В общем случае существующие телевизионные системы используют различные типы развертывающих преобразований: чересстрочные, прогрессивные, спиральные и др., при этом на передачу соответствующих сигналов требуется затраты значительной части пропускной способности системы, и задача сохранения изображения с заданной степенью точности, чтобы соответствовало объектам телевизионной передачи. Поэтому разработка новых принципов передачи видеоизображений и вообще многомерных цифровых сигналов является весьма актуальной задачей.

Первый основной принцип телевидения заключается в разбишке изображения на отдельные элементы и поэлементной передаче всего изображения. Одновременная передача сигналов всех элементов не приемлема, так как это потребует такого количества линий связи между приемником и передатчиком, сколько элементов изображения, что исключает возможности практического осуществления. Проблему каналов связи решает второй основной принцип, на котором базируется телевидение, - это последовательная во времени передача по каналу связи информации о яркости элементов. Такой принцип называется разверткой.

При выборе типа разверток к вещательной телевизионной системе предъявляются определенные требования, основные из которых: одинаковое время передачи каждого элемента, минимальные затраты времени на обратный ход и простота технической реализации. Как видно, ни один тип разверток не удовлетворяет этим требованиям, за исключением линейной.

Цифровое телевидение – область телевизионной техники, в которой операции обработки, консервации, и передачи телевизионного сигнала связаны с его преобразованием в цифровую форму. Можно представить системы цифрового телевидения

двух типов [4]. В системе первого типа, которые существуют в наше время, рассматриваются аналого-цифровые ТВ, в которых на вход тракта цифрового телевидения поступает аналоговый ТВ сигнал, затем он кодируется, т.е. преобразовывается в цифровую форму, а на приемной стороне вновь приобретает аналоговую форму.

Второй тип телевидения - полностью цифровой, преобразование передаваемого изображения в цифровой сигнал и обратное преобразование цифрового сигнала в изображение на приемном экране осуществляется непосредственно в преобразователях свет-сигнал и сигнал-свет. Во всех звеньях тракта передачи изображения информация передается цифровой форме. В настоящее время такой системы еще не существует, но в перспективе создания таких преобразователей вполне реально.

Телевизионному преобразованию изображений в электрический сигнал предшествует построение плоского оптического изображения и не поэлементный анализ а весь анализ элементов изображения сразу при помощи безразверточной системы. Плоское оптическое изображение может быть представлено множеством элементарных источников интенсивность, которые могут принимать m различных значений. Для решения задачи преобразования трехмерного сигнала в одномерный, отсутствует, такой обязательный фундаментальный принцип, который лежит в основе телевидения - развертка. Элементом изображения называется минимальная деталь изображения, внутри которой яркость и цвет считаются постоянными, т.е. внутри элемента неравномерность яркости и цвета уже не будут различается глазом. Одним из основных свойств электрического канала связи является возможности передавать в каждый момент времени весь набор элементов изображения. Следовательно, сигнал должен быть функцией всех независимых переменных во времени.

Описываемая логико-математическая модель, которая используется при построении алгоритма передачи видеоизображений без использования развертывающих преобразований, была получена при изучении закономерности процессов работы нелинейной булевой обработке двумерных или многомерных и цифровых массивов данных определенной размерности. Модель использует принцип работы мажоритарного кодирования видеоизображения.

Описание работы функциональной части алгоритма

Данный алгоритм базируется на принципе работы мажоритарного мультиплексора [1,2]. Входной видео кадр поступает на вход матрицы, состоящей из мажоритарных мультиплексоров, размещенных в несколько слоев. Задачей является закодировать входной видео-кадр и соответственно на приемной части раскодировать этот закодированный видео кадр.

К данной системе предъявляются требования к максимальному разрешению входного видео кадра. Максимальное разрешение зависит от структуры соединения мажоритарных элементов. В данном алгоритме используется мажоритарный элемент имеющий число входов – 3.

Размер максимального видеокадра системы определяется формулой:

$$\text{PIXSEL} = 3^N$$

Размер входного видеокадра может быть как равен размеру системы, так и много меньше его, а минимальный размер входного видеокадра может быть равен одному пикселю. Достоинство такой системы в том, что мы можем передавать видеокадры разного разрешения. Другими словами можно объяснить передачу видеокадров разного качества, при этом, не меняя максимальное разрешение системы. Соответственно на те элементы системы, на которые входной сигнал не был подан, подается сигнал, состоящий из RGB(0,0,0).

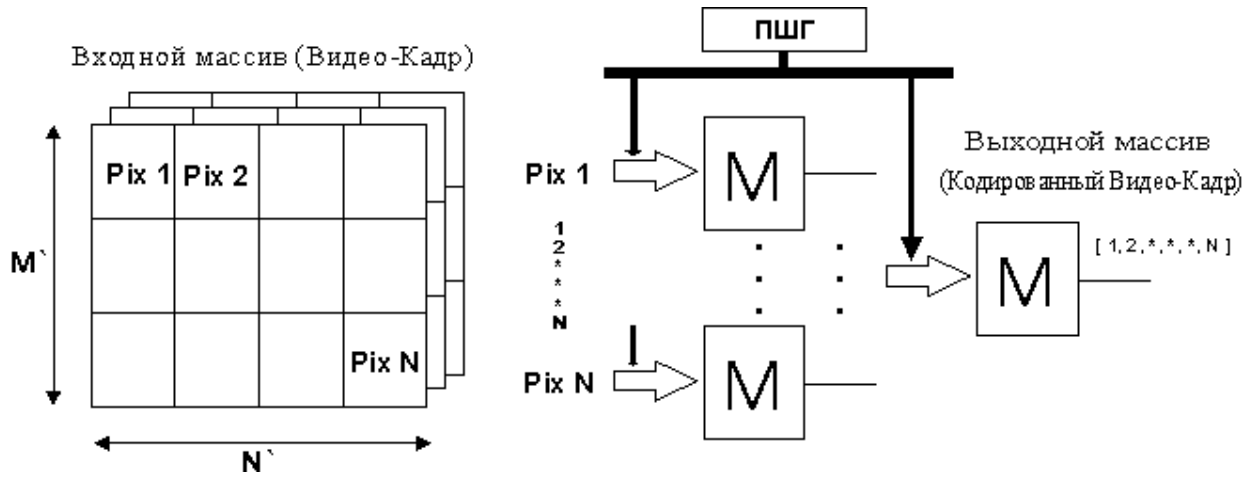


Рис 1. Операция мажоритарного уплотнения сигналов

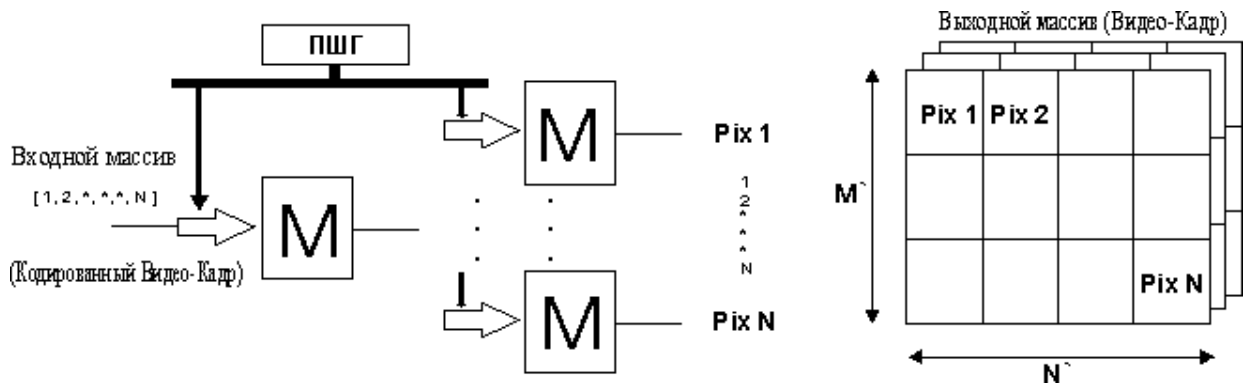


Рис 2. Операция разделения мажоритарного уплотнения сигналов

Описание сущности мажоритарного кодирования и уплотнения

Рассмотрим основы работы мажоритарного кодек-мульти-selector. В качестве канальных сигналов в каждом модуле уплотнения (разделения) используются функции Уолша. В нашем случае используем $m=3$ (число входов мажоритарного элемента), и используются канальные сигналы:

$$S1 = 010$$

$$S2 = 100$$

$$S3 = 001$$

Используется при этом безызбыточное каскадное мажоритарное уплотнение [1,2]. Однако такой метод уплотнения не позволяет осуществить помехоустойчивое кодирование. Для этих целей перспективными являются модули уплотнения с числом входов $m=3$ и 7 и канальными сигналами - функциями Уолша с блоковой длиной $n=2^m$. Скорости получаемых при этом кодов соответственно будут:

$$R_{(4,3)} = k / n = (3/4)^L$$

где k – общее число уплотняемых каналов

n – эквивалентная блоковая длина кода

L – число уплотняемых каскадов

В нашем случае используется безызбыточное кодирование, где скорость кода всегда равна единице:

$$R_{(4,3)} = k / n = (3/3)^L = 1$$

Эквивалентная блоковая длина кода для кодера при безызбыточном кодировании: $n = 3^L$. Число уплотняемых каналов в нашем случае: $k = 3^L$

Мы рассмотрели теоретические формулы для безызбыточного кодирования, а применительно к нашему варианту рассмотрим кодирование видео-кадра размером 729x729 пикселей 24бит.

В данном случае каждый пиксель состоит из трех значений R,G, B по 8 байт. На вход мажоритарного элемента подается значение 1-го пикселя. Следовательно, количество пикселей в видео-кадре, такое и количество мажоритарных элементов на первом слое. Так

как входной элемент имеет 3 входа, то на первый вход подается значение «R», на 2-й вход значение «G» и на третий «B». Так как значения R,G,B имеют размер 8 байт, то входное значение в мажоритарный элемент происходит по битно во времени.

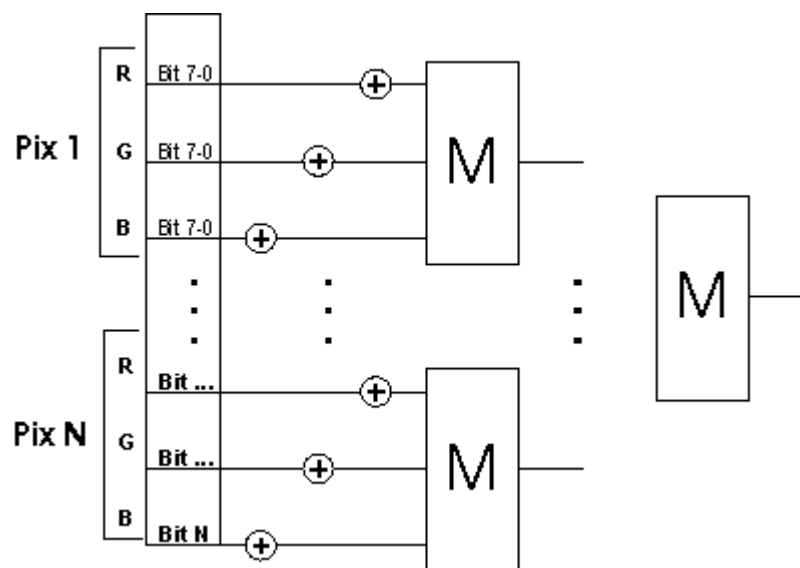


Рис 3. Операция мажоритарного уплотнения сигналов

Расчет числа мажоритарных элементов на первом слое выбираем по формуле: $k = 3^L$. В нашем случае для видео-кадра $729 \times 729 \times 24$ пикселей достаточно число слоев $L=12$. Где количество пикселей системы $k= 531\ 441$. Для современных систем даже на бытовых товарах типа цифровых фотокамер это мало. К примеру: цифровая мыльница имеет порядка от 3 – 5 мегапикселей, а для бытовых видео камер это нормальное количество пикселей.

Количество мажоритарных элементов на первом слое равно количеству пикселей, а вход мажоритарного элемента поступают биты R- 1-й вход, G- 2-й вход, B- 3-й вход. Так как 1 пиксель состоит из 3 составляющих цветов по 8 бит каждый, то на вход 1-го мажоритарного элемента подаются биты, последовательно начиная с младшего разряда.

Расчет коэффициента сжатия битовых массивов

На рисунках 4 и 5 показаны результаты сжатия битовых массивов в процессе кодирования и декодирования, на каждом слое мажоритарных элементов. В процессе сжатия использовался адаптивный алгоритм Хаффмана, а входной видео-кадр представляет собой полно-красочное изображение размерностью 1.52МБ.

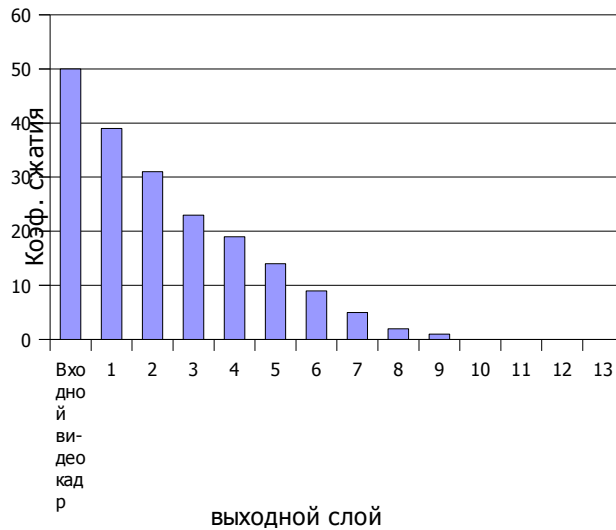


Рис 4. Коэффициент сжатия видео-кадра при мажоритарном кодировании

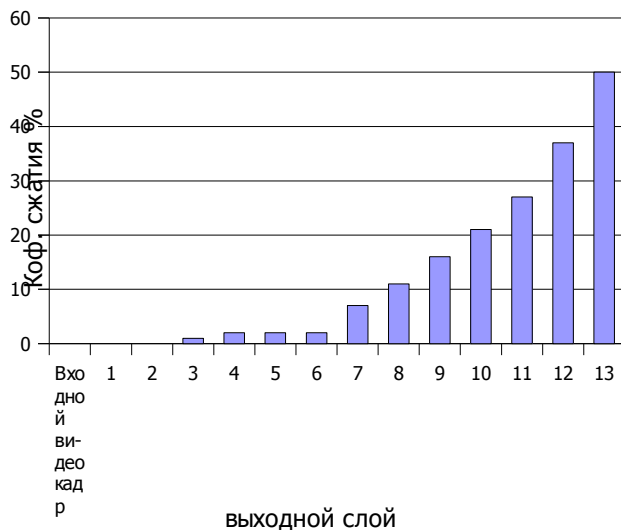


Рис 5. Коэффициент сжатия видео-кадра при декодировании

Выводы

Основная задача данной статьи показать принципы работы нелинейного мажоритарного кодирования видеок кадров и линейного декодирования, его аппаратной реализации и экспериментальное моделирование помехоустойчивости передачи информации.

Перечисленные задачи делятся на следующие подзадачи:

- Выбор метода мажоритарного кодирования цифрового мозаичного изображения, поступающего с видео матрицы, возможны разные варианты представления кодирования - разделение матрицы на равные блоки, по пиксельно и др;
- Выбор стандарта разрешения передаваемого видеок кадра;
- Разработка алгоритма работы кадровой синхронизации;
- Выбор альтернативных алгоритмов сжатия кодированного видеок кадра для минимизации передаваемого объема.

Эффективная работа модели при обработке информации должна обладать следующими функциями:

- Обеспечение наилучших показателей удельного расхода энергии и полосы частот, высокой помехоустойчивости передачи информации;
- Работа в реальном масштабе времени;
- Простота программной и аппаратной реализации на элементах современной цифровой микроэлектронной техники.

Достоинства безразверточной телевизионной системы:

- Высокая четкость видеок кадров;
- Отсутствие смазанности изображения;
- Нет развертывающих преобразователей.

Недостаток:

- Требуется достаточно высокоскоростной канал передачи данных;
- Невозможно применить ни один из существующих алгоритмов сжатия данных;

Решая перечисленные задачи, система мажоритарного кодирования видеок кадров должна обладать такими качествами, как высокая надежность, быстродействие, технологичность в виде изготовления интегральных схем, и низкой стоимостью.

С точки зрения реализации устройства, является аппаратным комплексом, принципы построения и масштабы которого могут быть различными. Наиболее простой вариант организация передачи видеоизображения в измерительных приборах, устройств видео-наблюдения. Развитый вариант для системы, это внедрение в мобильные устройства, вещательное цифровое телевидение высокой четкости.

Список литературы:

- 1) В.Н. Гридин, Р.Б.Мазепа, Б.В. Рошин Мажоритарное уплотнение и кодирование двоичных сигналов. М.: Наука, 2001г. – 124с.
- 2) Скляр Бернанд. Цифровая связь, Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание. М.: Вильямс, 2003г. – 1104с.
- 3) В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин Телевидение, 3-е изд. перераб. и доп.- М.: Радио и связь, 2004. 616 с.

Сведения об авторе:

Герасимов Герман Владимирович, аспирант кафедры Радиосистемы передачи информации и управления Московского авиационного института (государственного технического университета); Телефон: 8(495)949-29-56 (дом.), 8(901)567-74-62 (раб.); e-mail: gera@vrcom.biz