

Эффективность передачи мозаичных видеоизображений без использования развертывающих преобразований

Герасимов Г.В.

Главной задачей телевидения является нахождение способов такого преобразования изображения объекта, чтобы его можно было передавать методами электросвязи. При этом необходимо добиваться того, чтобы изображение, созданное приемным телевизионным устройством, как можно более соответствовало объекту передачи. Предметом исследования является принцип, который используется при построении системы передачи мозаичных видеоизображений без использования развертывающих преобразований. Изучение построения плоского оптического изображения и не поэлементный анализ, а весь анализ элементов изображения сразу при помощи безразверточной системы.

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.

Описываемая в статье эффективность передачи мозаичных изображений, которая используется при построении алгоритма передачи видеоизображений без использования развертывающих преобразований, была получена при изучении закономерности процессов работы нелинейной булевской обработки двумерных или многомерных и цифровых массивов данных определенной размерности. Модель использует принцип работы мажоритарного кодирования видеоизображения.

Одним из основных свойств данного метода является возможности передавать в каждый момент времени весь набор элементов изображения. Следовательно, сигнал должен быть функцией всех независимых переменных во времени.

Элементом изображения называется минимальная деталь изображения – пиксель. Плоское оптическое изображение может быть представлено множеством элементарных источников, интенсивность которых может принимать m различных значений.

При решении задачи - передачи мозаичных изображений без использования развертывающих преобразований, отсутствуют, такой обязательный фундаментальный принцип, который лежит в основе телевидения, - развертка.

В статье описывается полностью цифровое телевидение и сравнительные характеристики с аналого-цифровым телевидением, и также рассматривается эффективность передачи объема информации с существующими стандартами аналого-цифрового телевидения.

Вариант 1. Параллельно-полное считывание мозаичного видеоизображения

Для примера будем использовать видеокадр ТСЧ 720x576, 24 бита цветности. 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 же, как 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 поступает побитно во времени.

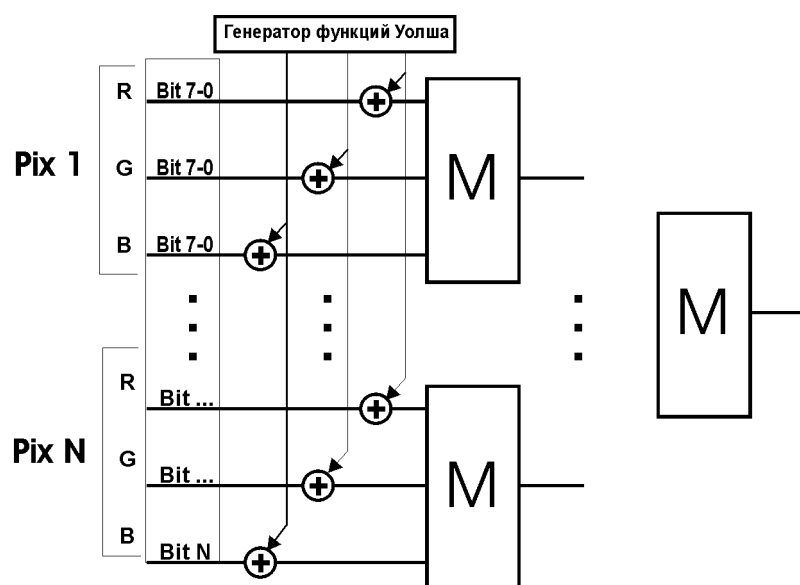


Рис 1. Операция кодирования мозаичных изображений кодека-мультиелекта

Расчет числа мажоритарных элементов на первом слое выбираем по формуле:

$$k = 3^L .$$

Так как количество мажоритарных элементов на первом слое равно количеству пикселей, и на 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 объема кодированной информации при безызбыточном кодировании рассчитывается по формуле:

$$K [\text{бит}] = 3^L * 8 [\text{бит}]$$

Расчет объема кодированной информации с избыточным кодированием по рассчитывается по формуле:

$$K [\text{бит}] = 4^L * 8 [\text{бит}]$$

L – число уплотняемых каскадов

Число уплотняемых каскадов (число слоев) рассчитывается по формуле

$$L = \text{Целое}_{\text{наибольшее}} (\text{Ln}(\text{RGB} * \text{Количество пикселей}) / \text{Ln}(3))$$

Где :

$\text{Ln}(3)$ – 3 число входов МЭ.

RGB – количество входов мажоритарного элемента задействованных на 1 пиксель.

Скорость цифрового потока определяется по формуле:

$$C [\text{бит/с}] = K[\text{бит}] * 25 [\text{Гц}]$$

Для примера будем использовать видеокадр ТСЧ 720x576, 24 бита цветности.

Число слоев $L=13$.

Количество пикселей в видеокадре – 414 720.

Число задействованных входов - $414720 * 3 = 1\,244\,160$.

Количество входов системы $k = 3^L = 1\,594\,323$.

Число не задействованных входов - 350 163.

В таблице №1 приведены расчеты скорости передачи кодированной информации для разных форматов изображений:

	Число Слов	Безызыточное Кодирование		Кодирование с Избыточностью	
		К [Мбит]	С [Мбит/с]	К [Мбит]	С [Мбит/с]
Разрешение 729x729	13	12,163	304,07	152	3 800
Стандарт ТСЧ 720x576	13	12,163	304,07	152	3 800
Стандарт ТВЧ 1920x1080	15	109,47	2 736,75	8 192	204 800

Табл. 1. Сравнительная характеристика скорости цифровых потоков, для методов передачи кодирования с избыточностью и кодирования без избыточности.

Вариант 2. Параллельно-последовательное считывание изображения

В данном варианте каждое значение трех составляющих пикселя R,G, B группируется в последовательность из 24 байт. На каждый вход мажоритарного элемента подается 24 байтовое значение 1-го пикселя.

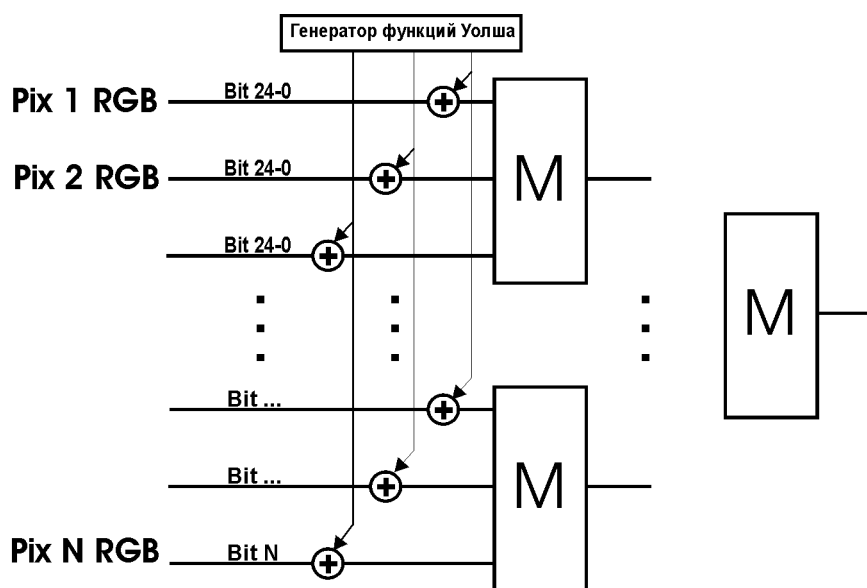


Рис 2. Операция кодирования мозаичных изображений кодека-мультиселека

Расчет числа мажоритарных элементов на первом слое выбираем по формуле:

$$k = 3^L .$$

Расчет объема кодированной информации безызыточного кодирования рассчитывается по формуле:

$$K [\text{бит}] = 3^L * 24 [\text{бит}]$$

Расчет объема кодированной информации с избыточным кодированием рассчитывается по формуле:

$$K [\text{бит}] = 4^L * 24 [\text{бит}]$$

L – число уплотняемых каскадов

Число уплотняемых каскадов (число слоев) рассчитывается по формуле

$$L = \text{Целое}_{\text{наибольшее}} (\text{Ln}(\text{Количество пикселей}) / \text{Ln}(3))$$

Где : Ln(3) – 3 число входов МЭ.

Скорость цифрового потока определяется по формуле:

$$C [\text{бит/с}] = K[\text{бит}] * 25 [\text{Гц}]$$

Для примера будем использовать видеокадр ТСЧ 720x576, 24 бита цветности.

Число слоев L=12.

Количество пикселей в видеокадре - 414 720.

Число задействованных входов - 414 720.

Количество входов системы $k = 3^L = 531\,441$.

Число не задействованных входов - 116 721.

В таблице №2 приведены расчеты объема кодированной информации для разных форматов изображений:

	Число Слоев	Безыбыточное Кодирование	
		K [Мбит]	C [Мбит/с]
Стандарт ТСЧ 720x576	12	12,163	304,07
Стандарт ТВЧ 1920x1080	14	109,47	2 736,75

Табл. 2. Сравнительная характеристика скорости цифровых потоков разных телевизионных форматов с применением безыбыточного кодирования.

В таблице №3 показаны сравнительные характеристики методов передачи мозаичных видеоизображений.

	Параллельно-полная загрузка			Параллельно-последовательная загрузка		
	L	K [Мбит]	C [Мбит/с]	L	K [Мбит]	C [Мбит/с]
Стандарт ТСЧ 720x576	13	12,163	304,07	12	12,163	304,07
Стандарт ТВЧ 1920x1080	15	109,47	2 736,75	14	109,47	2 736,75

Табл. 3. Сравнительные характеристики методов передачи мозаичных изображений

Из анализа видно, что вариант с параллельно-последовательной загрузкой использует меньшее количество мажоритарных элементов при одинаковых результатах скорости цифрового потока

Сравнение стандартов передачи цифрового потока

		Цифровое Телевидение			Безразверточная система	
		Без сжатия (чересстрочная развертка)	Без сжатия (прогрессивная развертка)	MPEG	Безызыбыточное кодирование	Сжатие
Стандарт ТСЧ 720x576	4:3	270 Мбит/с	540 Мбит/с	+	304,07 Мбит/с	-
	16:9	360 Мбит/с	720 Мбит/с	+	304,07 Мбит/с	-
Стандарт ТВЧ 1920x1080	16:9	1,485 Гбит/с	2,970 Гбит/с	+	2 736,75 Мбит/с	-

Табл. 4. сравнительная характеристика скорости передачи цифрового потока со стандартным цифровым телевидением.

В системе используется 8 разрядный АЦП (частота дискретизации ~25 герц) по сравнению с Аналого-Цифровом телевидении (10 разрядный АЦП, частота дискретизации ~13МГц), причем частотные характеристики АЦП в безразверточной системе гораздо ниже, чем в АЦП, применяемый в Аналого-цифровом ТВ.

Преимущества нелинейного уплотнения (кодирования) мозаичных изображений по сравнению с линейными методами:

1. Отсутствие адресации значений регистра;
2. При уменьшении активности источника помехозащищенность у линейной системы падает по сравнению с нелинейной системой;
3. Аппаратная реализация нелинейной мажоритарной системы проще, чем линейная система, основанная на временном считывании элемента изображения.

Выводы

1. Из рассмотренных вариантов работы мажоритарного кодека-мультиселека вариант безыбыточного кодирования приемлем для разрабатываемой системы за счет отсутствия избыточных байт, которые добавляются в формируемую выходную последовательность и увеличивают объем в сотни раз.
2. При сравнении вариантов считывания изображений, главным преимуществом параллельно-последовательного метода (вариант 2), является меньшее количество мажоритарных элементов в системе, по сравнению с параллельно-полным. Этот вариант добавляет дополнительный уровень формирования последовательности значений цвета.
3. При сравнении видно, что при использовании безразверточной системы используется большая скорость цифрового потока по сравнению с системой, в которой применяется оцифровка изображения, при использовании чересстрочной развертки, но при этом скорость потока гораздо меньше, если применяется оцифровка изображения с прогрессивной разверткой. В последние годы увеличились размеры экранов и значительно выросли яркость, контраст, и четкость изображения, и при таких условиях стали появляться недостатки чересстрочной развертки – мелькание изображения с частотой полей и межстрочные мелькания, что особенно заметно при отображении буквенных символов, и поэтому при сравнении с скоростью цифрового потока изображения с прогрессивной разверткой гораздо выгоднее использовать безразверточную систему передачи видеоизображений.
4. При оцифровке аналогового сигнала RGB элемента изображения при использовании безразверточной системы частота дискретизации составляет 25 Герц, а частота дискретизации аналогового сигнала яркости при использовании чересстрочной развертки составляет ~13 МГерц, а прогрессивной развертки в два раза больше. Очевидно, что при использовании безразверточной системы требования к частотным характеристикам элементов системы гораздо меньше.

Список литературы:

- 1) В.Н. Гридин, Р.Б.Мазепа, Б.В. Рощин 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.); e-mail: gera@vibs.ru