

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ BRIEF REPORTS

УДК 621.397.13

Применение гибридных аналогово-цифровых систем для повышения эффективности телевизионных изображений

Е.И. Минаков, Д.С. Калистратов

Тулский государственный университет

Application of Hybrid Analog-Digital Systems to Increase Efficiency of Television Images

E.I. Minakov, D.S. Kalistratov

Tula state university

Приведены результаты сравнительного анализа способов компенсации движения кадровых последовательностей в телевизионных изображениях.

Ключевые слова: телевизионная система; оптико-электронное преобразование; видеокодирование; модуляция.

The comparative analysis results of the ways to compensate movement of the frame sequences in television images have been presented.

Keywords: the television system; the optometrist-electronic transformation; videocoding; the inflexion.

Для современного этапа развития телевидения характерно распространение цифровых телевизионных систем [1–3]. Широкая экспансия цифровых технологий обусловлена их очевидными преимуществами перед аналоговыми предшественниками [4–6]. Однако осуществлять резкий переход от полностью аналоговых систем к полностью цифровым было бы несколько преждевременным. Цель данной работы – показать, что улучшение ключевых параметров современных телевизионных систем, в частности увеличение пропускных способностей кадровых последовательностей при незначительных снижениях прочих параметров качества систем, возможно благодаря использованию гибридных аналогово-цифровых систем, которые в полной мере обладают преимуществами как цифровых, так и аналоговых телевизионных технологий.

Типичная структурная схема аналогово-цифровой телевизионной системы содержит основные блоки (модули) системы и взаимосвязи между этими блоками (рис.1).

Модульное построение системы подразумевает закрепление за каждым из блоков своих уникальных обязанностей. Модули представляются функционально-законченными структурными единицами, которые, с одной стороны, обособлены друг от друга, а с другой – служат комплекующими звеньями системы и потому выполняют задачи, поставленные перед системой в целом. По данной схеме легко проследить весь путь сигнала от первого до последнего звена.

Структурную организацию современной телевизионной системы можно рассматривать двояко, используя последовательный или параллельный подход к структуре данной системы.

© Е.И. Минаков, Д.С. Калистратов, 2015

При этом обратимый принцип оптико-электронных преобразований, т.е. перевода сигнала в электрический вид, удобный для системы, и возврата в оптический вид, необходимый для человеческого восприятия, остается справедливым в любом случае.

Последовательный подход к рассмотрению структуры телевизионной системы представляет ее как цепь последовательных звеньев, выполняющих поочередные преобразования над информационным сигналом. Параллельный подход предполагает рассмотрение данной структуры как совокупности пар взаимодополняющих устройств, выполняющих прямые и обратные преобразования сигнала. Очевидно, что использование преимуществ цифровой составляющей системы может существенно расширить ее возможности по вопросам сжатия данных [7–9] и скорости обработки информации, но преждевременный отказ от преимуществ аналоговых систем может привести к такому же существенному снижению эффективности системы по целому ряду параметров качества ее работы, включая критерий скорости обработки сигнала, экономичность системы, а также показатели энергозатрат на передачу сигнала по каналам связи.

В ходе исследования разработан способ компенсации движения в цифровых динамических видеоизображениях, существенно изменивший функциональные принципы видеокodeка и переориентировавший телевизионную систему на работу в режиме реального времени с значительным улучшением показателей пропускной способности кадровой последовательности и минимальными потерями среди прочих критериев эффективности системы.

В основу способа компенсации движения в цифровых динамических видеоизображениях, синтезировавшего в себе процесс кодирования плоскостных кадровых проекций с процессами косвенного анализа и прогнозирования характера движения пространственных физических объектов на основании физических законов, положена идея сочетания в реальном времени поисковых алгоритмов компенсации движения кадровых фрагментов с аппроксимацией движения кадровых фрагментальных проекций. Аппроксимирующие функции выбирались согласно приближенным физическим законам движения реальных запечатленных подвижных объектов, соответствующим данным проекциям. Правомерность такого подхода обусловлена предположением, что большая часть плоскостных проекций движения подобно своим пространственным оригиналам. При этом используется двухуровневая блочная организация кадра и два вида аппроксимации движения: системная и индивидуальная (рис.2).

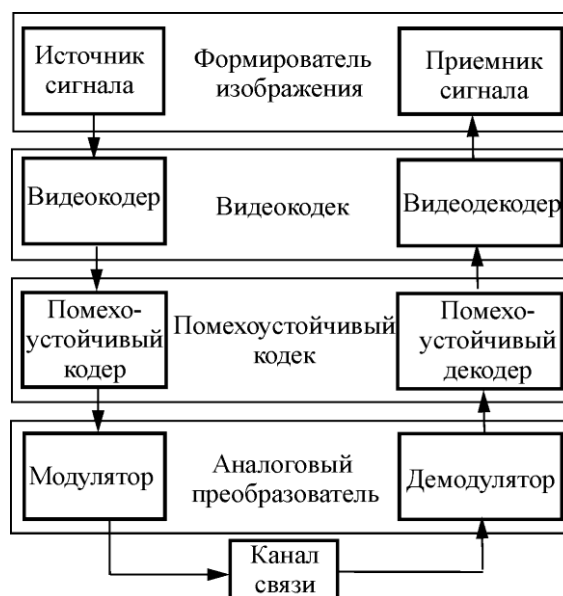


Рис.1. Структурная схема аналогово-цифровой телевизионной системы

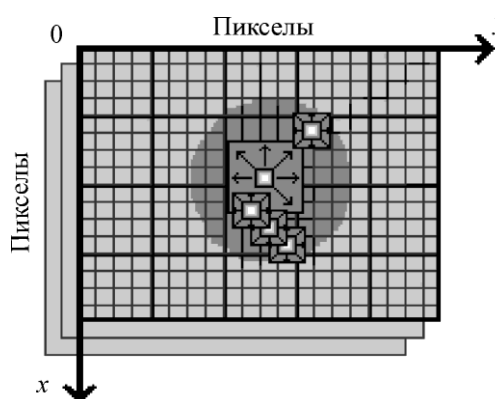




Рис.2. Иллюстрация общего принципа разработанного способа:  – системная аппроксимация движения;  – индивидуальная аппроксимация движения

Перемещение поверхностей изображений описывается уравнением

$$\iint_s \left(c_1 \frac{d^2 q}{dt^2} + c_2 \frac{d^2 q}{dx^2} + c_3 \frac{d^2 q}{dy^2} \right) dx dy = \iint_s b(t, x, y) dx dy \quad (1)$$

где c_1, c_2, c_3 – исходные коэффициенты аппроксимации движения макроблоков; q – перемещение макроблоков, $q = f(t, x, y)$; b – входное воздействие, $b = f(t, x, y)$; t – время; x, y – абсцисса и ордината макроблоков. Уравнение (1), согласно проведенным экспериментальным данным, позволяет с хорошей точностью отслеживать различные виды изменения изображений.

Проведен сравнительный анализ моделей телевизионных систем с использованием существующих и разработанного способов компенсации движения в телевизионных изображениях.

Структурные схемы сравниваемых моделей приняты аналогичными типичной схеме (см. рис.1). В качестве критериев оценки эффективности работы систем выбраны следующие: общее время работы системы t , общий объем кодов V , среднее абсолютное отклонение сигналов E , а также энергетические затраты W .

Получены следующие результаты сравнительного анализа параметров качества телесистемы при переходе от аналогичной к разработанной модели:

Время обработки видеопотока t_a/t_p	улучшение 10,1%
Объем кода видеопотока V_p/V_a	ухудшение 1,53%
Ошибка восстановления изображения E_p/E_a	ухудшение 0,86%
Энергетические затраты системы W_p/W_a	ухудшение 1,02%

Предложенный способ компенсации движения в цифровых динамических видеоизображениях увеличил пропускную кадровую способность телевизионной системы на 10–20%, что в численном эквиваленте составило примерно 2–4 кадр/с. При этом объем кадровых кодов, качество декодируемых изображений и энергетические затраты снижаются примерно на 1–2%. Иными словами, улучшение одного из выбранных параметров эффективности системы на порядок превзошло ухудшение прочих параметров.

Литература

1. **Джакония В.Е.** Телевидение: учебник для высших учебных заведений. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 616 с.
2. **Молоденков А.А.** Переход на цифровое вещание региональных телекомпаний в 2015 году // Креативная экономика. – 2011. – №8. – С. 28–33.
3. **Серов А.В.** Эфирное цифровое телевидение DVB-T/H. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 464 с.
4. **Ричардсон Я.** Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения. – М.: Техносфера, 2005. – 368с.
5. **Карякин В.Л.** Цифровое телевидение: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 448 с.
6. **Кривошеев М.И.** Международная стандартизация цифрового телевизионного вещания. – М.: НИИР, 2006. – 928с.
7. **Александров А.А., Умняшкин С.В.** Модификация алгоритма трёхслойной компенсации движения для видеокодека на базе дискретного вейвлет-преобразования // Изв. вузов. Электроника. – 2011. – №6. – С. 55–62.
8. **Вернер М.** Основы кодирования. – М.: Техносфера, 2004. – 288 с.
9. **Сэлмон Д.** Сжатие данных, изображений и звука. – М.: Техносфера, 2004. – 368с.

Поступило
26 сентября 2014 г.

Минаков Евгений Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектроники ТулГУ. *Область научных интересов:* цифровая и микропроцессорная техника, телекоммуникационные сети и системы. **E-mail: EMinakov@bk.ru**

Калистратов Дмитрий Сергеевич – аспирант кафедры радиоэлектроники ТулГУ. *Область научных интересов:* телевизионные системы, цифровая обработка сигналов.