

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ: СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ,
АЛГЕБРАИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДАННЫХ**

УДК 004.932.2

**КОДИРОВАНИЕ ПАНОРАМНЫХ ВИДЕОДАНЫХ,
УПРАВЛЯЕМОЕ ОПЕРАТОРОМ**

К.А. ВОЛКОВ, В.Ю. ЦВЕТКОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 2 октября 2012

В статье проводится анализ основных способов сжатия панорамных видеоданных для передачи в мобильных сетях. Предлагается метод сжатия панорамных видеоданных, использующий управляющую связь от оператора.

Ключевые слова: панорамные видеоданные, сжатие видео, мобильные сети.

Введение

Системы видеонаблюдения находят широкое применение в образовании, медицине, промышленности, безопасности и т.д. С удешевлением оборудования и совершенствованием технологий съемки, обработки, передачи и хранения мультимедийных данных возможным становится использование панорамного видеонаблюдения, в том числе и в мобильных сетях. Однако из-за естественного ограничения на скорость передачи и значительного размера данного типа информации актуальной становится задача сжатия.

Большой эффективности в сокращении избыточности панорамных видеоданных можно достичь за счет использования двух подходов: устранения временной и пространственной избыточности видеоданных и удаления незначимой информации с учетом психовизуальных особенностей человеческого восприятия изображений. Оба способа относятся к классу сжатия с частичной потерей информации, т.е. не ставят перед собой цель абсолютно точного и полного восстановления исходных видеосигналов, а предназначены для максимального сжатия видеосигнала при минимальных субъективных искажениях восстанавливаемого сигнала. Первый подход достаточно хорошо проработан и имеет реализации в виде промышленных алгоритмов видеокодеков [1-3], учитывающих внутрикадровую (MJPEG, MJPEG 2000), межкадровую (CinePack) и оба типа избыточности (MPEG-1,2,4, H.264). Видеокодеки различаются по вычислительной сложности алгоритмов и коэффициенту сжатия видеоданных, однако для них характерны рост вычислительных затрат и размер сжатых видеоданных практически пропорционально разрешению видео (табл. 1). Это делает затруднительным их непосредственное применение для передачи панорамных видеоданных в мобильных сетях.

Таблица 1. Требуемая пропускная способность каналов передачи данных (Мбит/сек) для видео различного разрешения

Разрешение	MJPEG	MPEG-4	H.264
320×240	1,3	0,5	0,3
384×288	1,8	0,7	0,4
640×480	5	1,9	1
768×576	7	2,7	1,6
1024×768	13	5	2,8
1920×1080	34	13	7,5

Второй подход реализуется за счет использования подвижных поворотных видеокамер с дистанционным управлением и аппаратных детекторов движения [4, 5]. Недостатками данных методов являются необходимость использования подвижных механизмов, имеющих значительное время реакции, энергопотребление.

Из анализа задач оператора панорамного видеонаблюдения следует, что требуется осуществлять непосредственное наблюдение за пространством в поле зрения и получать информацию об изменении обстановки вне поля зрения (появлении подвижных площадных объектов внутри контролируемого периметра). Целью данной работы является разработка метода кодирования панорамных видеоданных в мобильной сети с оператором.

Метод сжатия панорамных видеоданных

Предлагается метод селективного кодирования панорамных изображений в мобильных сетях с оператором, основанный на использовании при кодировании видеоданных информации о секторе наблюдения оператора. Сущность метода состоит в формировании изображения, состоящего из фрагмента панорамного изображения в поле зрения оператора и пиктографической информации о подвижных объектах вне поля зрения. Метод позволяет снизить размер кодированного изображения за счет селективного исключения информации о неподвижных объектах вне поля зрения оператора. Метод включает в себя следующие основные шаги:

- 1) формирование кругового панорамного изображения;
- 2) определение направления взгляда оператора;
- 3) определение подвижных объектов на панорамном изображении;
- 4) определение относительных координат подвижных объектов в пространстве;
- 5) выделение фрагмента панорамного изображения в поле зрения оператора;
- 6) формирование пиктографических изображений для подвижных объектов вне поля зрения оператора;
- 7) формирование изображения, включающего фрагмент панорамного изображения в поле зрения оператора и пиктографические изображения подвижных объектов.

Предлагаемый в статье метод может быть применен для работы оператора в наשלемной системе индикации или очках виртуальной реальности с использованием системы определения направления взгляда. В таком случае поле зрения оператора, составляющее 60-120 градусов, в пределах которого он способен эффективно воспринимать информацию [6], является психовизуальной особенностью, за счет которой возможно осуществить дополнительное сжатие видео.

Анализ обобщенной модели канала [7, 8] для задачи кодирования панорамных видеоизображений (см. рис. 1) показывает, что задача селективного кодирования может решаться за счет модификации кодера первичного кода. Соответственно, при этом не требуется модификация кодера источника и криптографического кодера, так что возможно использование для них существующих стандартных программных и аппаратных решений.

Для модификации кодера первичного кода для снижения разрешения с целью уменьшения размера исходного панорамного изображения предлагается модификация модели канала с добавлением управляющей связи для кодера первичного кода. Схема преобразования видеоданных, обеспечивающая селективное кодирование информации, представлена на рис. 2.

Такой подход имеет следующие преимущества:

- возможность использования существующих программных и аппаратных кодеров источника;
- снижение размера исходных данных для кодера источника и, как следствие, снижение требований к его быстродействию и увеличение энергоэффективности кодирующего оборудования мобильной сети;
- снижение размера выходных данных кодера источника и, как следствие, снижение объема передаваемой по сети информации;
- предварительное ранжирование информации по степени важности для оператора и, как следствие, снижение нагрузки на оператора и уменьшение количества человеческих ошибок.

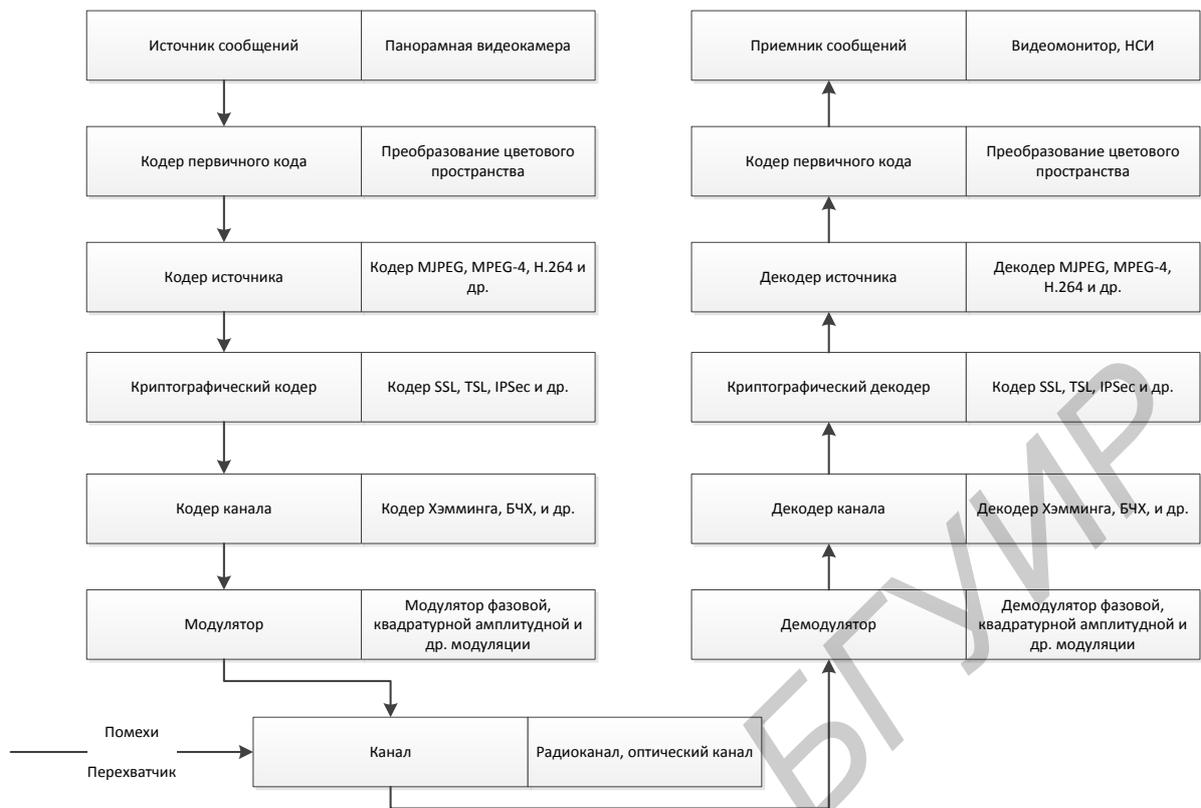


Рис. 1. Обобщенная модель канала передачи панорамных видеоданных

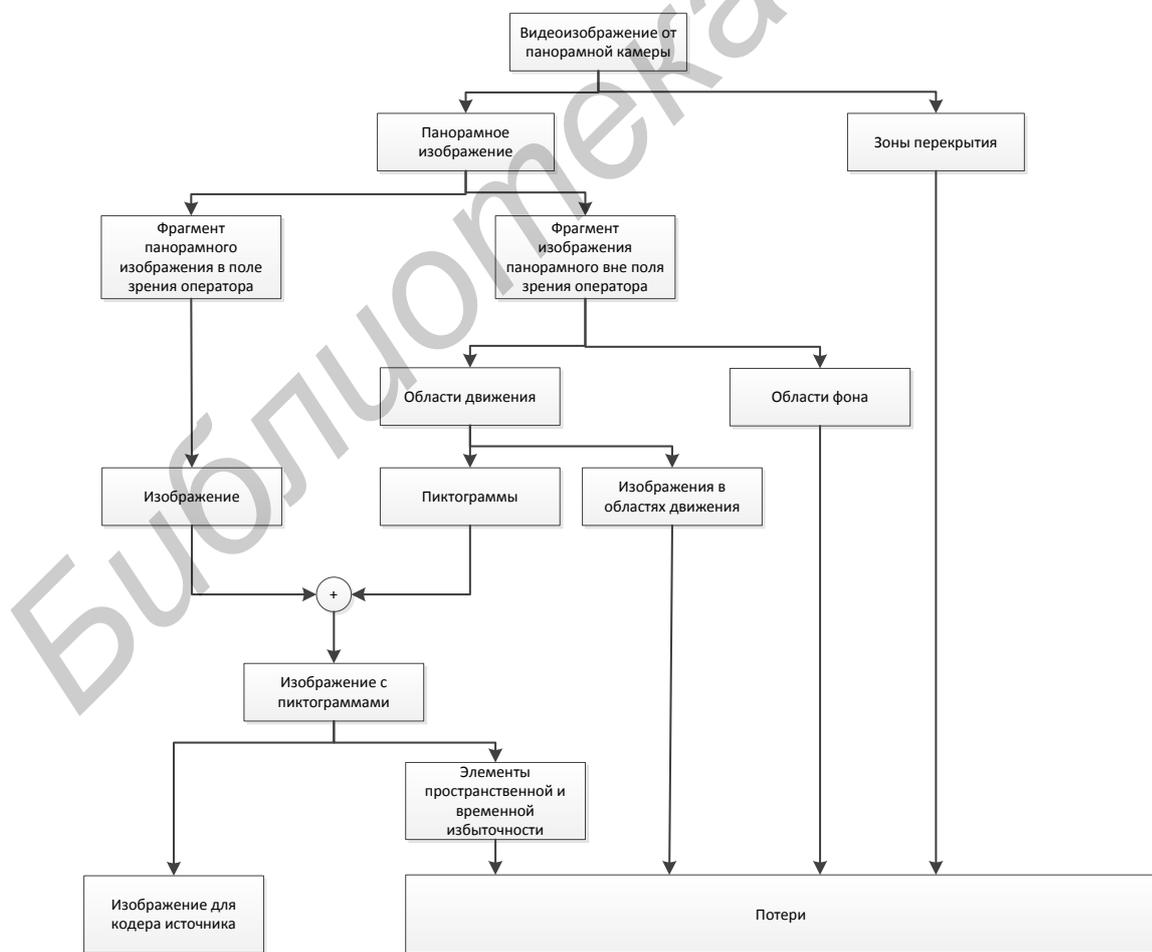


Рис. 2. Селективное кодирование панорамных видеоданных

Для формирования управляющей связи с кодером первичного кода используется информация от системы определения направления взгляда оператора [5, 9], содержащая данные об углах поворота головы в трех плоскостях.

Предлагается следующая модель первичного кодера с потерями, дифференцирующего изображение источника на изображения для кодера источника и теряемую информацию (рис. 3).

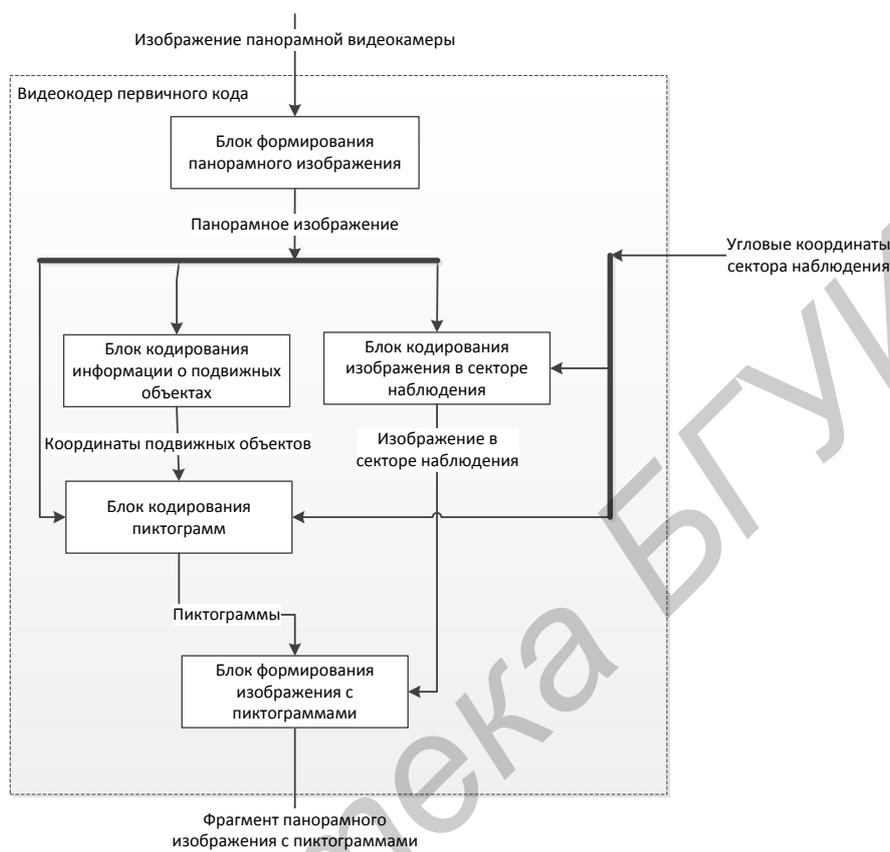


Рис. 3. Кодер первичного кода панорамных видеоданных.

С учетом предложенной модели, кодер первичного кода должен решать следующие задачи:

- формирование кругового панорамного изображения (сшивки) с учетом областей пространственного перекрытия кадров [4, 10];
- выделение фрагмента панорамного изображения, расположенного в поле зрения оператора;
- снижение разрешения изображения в периферической зоне поля зрения оператора;
- выделение подвижных объектов на панорамном изображении [11];
- определение координат (угловых или пространственных) для выделенных объектов;
- совмещение информации о подвижных объектах (пиктограмм) и изображения в поле зрения оператора [10].

Предлагается модель кодера первичного кода, отвечающая вышеизложенным требованиям. На вход кодера поступает информация с обеспечивающих круговой обзор 6 цветных RGB видеокамер, каждая из которых обладает разрешением 768×576 пикселей и имеет площадь области перекрытия кадров 5%. Информация о направлении взгляда оператора составляет 6 байт.

На выходе кодера формируется цветное RGB изображение с разрешением 768×576 пикселей.

Модель видеокodeка

Модель состоит из следующих блоков: блока формирования панорамного изображения, блока кодирования изображения в секторе наблюдения, блока кодирования пиктограмм и блока формирования изображения с пиктограммами. На вход блока формирования панорамного изображения, являющегося входом кодера, поступает информация от видеокамер. На выходе блока формируется сшитое панорамное изображение, не содержащее областей перекрытия. Блок кодирования информации в секторе наблюдения выделяет из сформированного кругового панорамного изображения фрагмент, соответствующий направлению взгляда оператора. Блок кодирования информации о подвижных объектах выделяет на панорамном изображении площадные подвижные объекты и определяет их угловые или трехмерные координаты относительно панорамной видеокамеры. Блок кодирования пиктограмм с учетом информации о координатах сектора наблюдения, координатах подвижных объектов и произвольной дополнительной мультимедийной информации формирует пиктограммы с текстовым и графическим представлением данных. Блок формирования изображения с пиктограммами совмещает фрагмент панорамного изображения и пиктографическую информацию и подает на выход кодера.

Таким образом, блок предварительного кодирования теоретически обеспечивает сжатие информации с $6 \times 768 \times 576 \times 3$ байт до $768 \times 576 \times 3$ байт, что соответствует сжатию на 83%.

Результаты испытания

Произведен натурный эксперимент для определения быстродействия отдельных программных блоков. В эксперименте тестирования кодера и декодера использовались идентичные компьютеры со следующей конфигурацией: чипсет Zotac IONITX-G-E Nvidia ION, процессор Intel Atom N330 dual-core 1,6 GHz, ОЗУ 2xDDR2-800 1 Гб. Время обработки одного кадра программными блоками видеокodeка приведено в табл. 2. Требования к пропускной способности сети при использовании в качестве кодера источника метода MJPEG приведены в табл. 3.

Таблица 2. Время обработки одного кадра программными блоками видеокodeка

Программный блок	Время обработки, мс
Блок выделения областей с движущимися объектами	10
Блок синтеза видеоизображения (с наложением пиктограмм)	2
Блок кодирования видеоизображения	22
Блок декодирования видеоизображения	8
Блок определения положения головы оператора	12

Таблица 3. Требования к пропускной способности мобильной сети

Размер изображения	Обеспечиваемый коэффициент сжатия видеоданных	Требуемая скорость канала передачи, Мбит/сек
Полноразмерное панорамное изображение $768 \times 576 \times 6$, 25 кадров/сек	1	45
Изображение для использование в НСИ 768×576 , 25 кадров/сек	6	8
Изображение для использование в НСИ 640×480 , 25 кадров/сек	9	5

Анализ данных табл. 2 показывает, что время обработки одного видеокadра кодером не превышает 34 мс, т.е. система может работать в режиме реального времени для видеопотока с частотой 25 кадров/с. Данные практической оценки требуемой пропускной способности мобильной сети, приведенные в табл. 2, подтверждают теоретическую оценку коэффициента сжатия данных.

Заключение

Предложен метод эффективного кодирования панорамных видеоданных, основанный на использовании информации о секторе наблюдения оператора. Предложенный метод позволяет достичь значительного сжатия видеоданных за счет устранения информации, которая не

может быть воспринята оператором, компактного пиктографического представления данных о подвижных объектах вне поля зрения, устранения пространственной и временной избыточности. Установлено, что предложенный метод позволяет увеличить коэффициент сжатия видеоданных в 6 и более раз по сравнению с методами, не учитывающими особенности функционирования оператора.

PANORAMIC VIDEO CODING CONTROLLED BY THE OPERATOR

K.A. VOLKOV, V.Yu. TSVIATKOU

Abstract

The main methods of panoramic video compression for transmission in mobile networks are analyzed. A method of compression of panoramic video, which uses the control connection to the operator, is proposed.

Литература

1. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М., 1982.
2. Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. М., 2003.
3. Арюшенко В.М., Шелухин О.И., Афонин М.Ю. Цифровое сжатие видеoinформации и звука. М., 2003.
4. Волков К.А., Конопелько В.К. // 5-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения MILEX-2011. 25-26 мая 2011. С. 101-103.
5. Кучерявый А.А. Бортовые информационные системы. Ульяновск, 2004.
6. Волков К.А., Конопелько В.К. // Докл. БГУИР. 2012. №4. С. 12-16.
7. Конопелько В.К., Липнинский В.А., Дворников В.Д. и др. Теория прикладного кодирования. Минск, 2004.
8. Жданов О.Н., Золотарев В.В. Методы и средства криптографической защиты информации. Красноярск, 2007.
9. Волков К.А. // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных: материалы международного научно-технического семинара. Минск, 2011. С. 33-39.
10. Волков К.А., Сиротко И.И. // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных: материалы международного научно-технического семинара. Минск, 2011. С. 57-61.
11. Волков К.А. // Докл. БГУИР. 2012. №1. С. 92-98.