

УДК 621.391.25

В.А. Ягупов, М.В. Стремоухов, О.О. Басов

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ЗАДАЧАХ КОДИРОВАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Исследуются проблемы повышения качества кодирования подвижных изображений при сохранении заданной скорости передачи видеопотока и снижения скорости передачи подвижных изображений без ухудшения их качественных оценок. Авторы отмечают, что использование в существующих стандартах видеосжатия низкоуровневых математических моделей оказывается ограниченным, поскольку в них из изображений не извлекается информация, релевантная по отношению к решаемой задаче. Приводятся примеры пространственной фильтрации изображений контурными методами, последующего описания контура и кодирования внутриконтурного изображения и параметров контура. По результатам проведенных исследований показан выигрыш от ее применения и выделены факторы, усложняющие решение задачи пространственной фильтрации изображения головы человека.

Авторы делают вывод о том, что задача пространственной фильтрации головы абонента сохраняет свою актуальность, по причине того, что ее решение позволит в большей степени повысить эффективность кодирования подвижных изображений в системах видеоконференц-связи.

Видеоконференц-связь; сжатие изображений; пространственная фильтрация.

V.A. Yagupov, M.V. Stremouhov, O.O. Basov

USING SPATIAL FILTRATION FOR CODING MOTION IMAGES

In this article the problems of improvement of quality of coding of moving images are researched when saving the set speed of transmission of a video stream and a speed reduction of transmission of moving images without deterioration of their quality standards. Authors mark that use of existing standards of video compression of low level mathematical models appears limited as in them information that is relevant in relation to the solving task is not derived from images. Giving examples of special filtration which planimetric methods, subsequent description of a contour and coding of an intra outline image and contour parameters. By the results of the carried-out researches a scoring form its application and the factors complicating the solution of the task of a special filtration of the image of the head of the person are showed.

Authors do outputs that the task of spacial filtering of the head of the subscriber saves the urgency for the reason that its decision will allow to increase more efficiency of coding of moving images in video conferencing systems.

Video conferencing; image compressing; special filtration.

Наиболее развитой на сегодняшний день бимодальной инфокоммуникационной технологией является видеоконференц-связь, реализуемая посредством интерактивного взаимодействия двух и более удаленных абонентов, при которой между ними возможен обмен аудио- и видеoinформацией в реальном масштабе времени. Анализ показывает, что наиболее актуальными для видеоконференц-связи являются следующие противоречивые задачи:

- ◆ повышение качества кодирования подвижного изображения при сохранении заданной скорости передачи видеопотока;
- ◆ снижение скорости передачи без ухудшения качественных оценок восстановленного изображения.

Для решения указанных задач разработано довольно большое число алгоритмов сжатия видеосигналов [1–3]. Среди них наиболее перспективными и эффективными считаются стандарты сжатия H.263, H.264 (AVC или MPEG-4 Part 10) и MJPEG (Motion JPEG).

Существующие алгоритмы кодирования видеосигналов основаны на низкоуровневом представлении изображения как элемента некоторого математического пространства [4]. Такая интерпретация изображения позволяет применить обширный набор строгих внутренне непротиворечивых правил анализа и преобразования изображений, таких как пространственные преобразования (например, масштабирование), фильтрация, интерполяция (в целях восстановления), смена функционального базиса (например, преобразование Фурье) и т.д. Однако использование низкоуровневых математических моделей изображений оказывается ограниченным, поскольку в них из изображений не извлекается информация, релевантная по отношению к решаемой задаче.

Учет априорной информации о передаваемом изображении (человеке) и возможных изменениях в нем (движение губ, глаз, лицевых мышц, головы, рук и т.д.), а также дальнейшее сокращение его избыточности можно реализовать путем пространственной фильтрации, включающей в себя сегментацию, связывание множества контурных точек в содержательные контуры, представление и описание контура и области внутри него.

Простейшим примером пространственной фильтрации является выделение из исходного видеосигнала изображения абонента (удаление фона), позволяющее при его использовании увеличить коэффициент сжатия ключевых кадров на 5–10 % по сравнению с существующими методами кодирования видеопоследовательностей. Однако в процессе коммуникативного взаимодействия посредством видеоконференц-связи изменяют свое положение только отдельные части тела абонента, в связи с чем целесообразно применять пространственную фильтрацию для выделения движущихся объектов на изображении.

Анализ возможных изменений в изображении абонента показал, что:

- ◆ движение вдоль вертикальной оси практически исключено, так как он, как правило, занимает сидячее положение;
- ◆ перемещения вдоль оптической оси видеокамеры незначительны и выражаются в масштабировании контура подвижной части изображения;
- ◆ наиболее значительны изменения, связанные с поворотом ($\pm 70^\circ$ относительно лицевой оси) и наклоном ($\pm 60^\circ$ относительно оси позвоночника) головы.

Пространственная фильтрация изображения головы человека и ее отслеживание на видеокадрах является достаточно сложной, нетривиальной задачей [5]. К основным факторам, усложняющим ее решение, относятся:

- ◆ качество исходного видеосигнала (низкое разрешение, наличие шума и т.п.);
- ◆ неравномерная или низкая частота кадров, поступающих с камеры (изображение головы может испытывать значительные перемещения между кадрами);
- ◆ изменение освещенности (при наличии одного источника голова неминуемо будет освещена лучше с одной стороны и хуже с другой);
- ◆ потеря информации при проецировании 3D-объектов на 2D-изображение (например, при повороте головы);
- ◆ сложность формы и движения объекта (твердое (недеформируемое) тело способно перемещаться в трехмерном пространстве с шестью степенями свободы и может поворачиваться как в плоскости изображения, так и вне ее).

В общем же случае голова является деформируемым телом. Деформации возникают за счет изменения мимики лица, движений челюсти и глаз. Поэтому при пространственной фильтрации головы могут использоваться два вида моделей: жесткие и деформируемые. Соответственно и движение можно разделить на жесткое, связанное с перемещением и вращением в пространстве тела целиком, и

нежесткое, связанное со смещением деформируемых частей. Сложность формы головы приводит к усложнению ее моделей, а иногда и персонализации пространственного фильтра, т.е. необходимости ее «подгонки» под определенного абонента.

Несмотря на обилие публикаций по отслеживанию положения головы человека на видеокадрах, задача пространственной фильтрации головы абонента сохраняет свою актуальность, по причине того, что ее решение позволит в большей степени повысить эффективность кодирования подвижных изображений в системах видеоконференц-связи.

Следует отметить, что существование большого разнообразия методов выделения контуров и отслеживания их на видеокадрах, результаты применения которых практически никогда не совпадают, говорит о том, что до сих пор не существует законченной теории пространственной фильтрации, включающей вопросы не только построения, но и компактного описания подвижных контуров. Следовательно, требует тщательной отработки вопрос построения элементов такой теории в рамках задач кодирования подвижных изображений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аудиовизуальные и мультимедийные системы. Инфраструктура аудиовизуальных служб – Кодирование движущихся видеоизображений. Н.263 / Рекомендация МСЭ-Т Н.263. Серия Н. – 2005. – С. 2-20.
2. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений / Под. ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича. – М.: МЦНТИ, 1997. – 217 с.
3. Audiovisual and multimedia systems. Infrastructure of audiovisual services – Coding of moving video. Н.264 / Recommendation ITU-T Н.264. Series Н. – 2010. – С. 109-198.
4. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1024 с.
5. Кривцов О. А., Кориков А. М. Методы отслеживания головы человека на видеокадрах: состояние проблемы // Информационные технологии. – 2010. – № 7 (167). – С. 2-10.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Б.Р. Иванов.

Ягупов Владимир Александрович – Академия федеральной службы охраны Российской Федерации; e-mail: yagupov_vladimir@mail.ru; г. Орел, ул. Цветаева, 5а, кв. 84; тел.: +74872475811; кафедра радиотехники и электроники; аспирант.

Стремоухов Михаил Владимирович – e-mail: smv_57@bk.ru ; г. Орел, ул. 2-я Курская, 34, кв. 68; тел.: +79038810149; кафедра сетей связи и систем коммутации; преподаватель.

Басов Олег Олегович – e-mail: oobasov@mail.ru; г. Орел, ул. Наугорское шоссе, 70, кв. 79; тел.: +79192011897; кафедра радиотехники и электроники; преподаватель; к.т.н.

Yagupov Vladimir Aleksandrovich – Academy of the Federal security service of the Russian Federation; e-mail: yagupov_vladimir@mail.ru; bild. 5a, Cvetaeva street, fl. 84, Orel, Russia; phone: +74872475811; the department of radio engineering and electronics; postgraduate.

Stremouhov Mihail Vladimirovich – e-mail: smv_57@bk.ru; 34, 2-ya Kurskaya street, fl. 68, Orel, Russia; phone: +79038810149; the department of telecommunication networks and switching systems; lecturer.

Basov Oleg Olegovich – e-mail: oobasov@mail.ru; 70, Naugorskoe shosse, fl. 79, Orel, Russia; phone: +79192011897; the department of radio engineering and electronics; lecturer; cand. of eng. sc.