

# Разработка супервизорной системы удаленного управления коммутацией медиапоточков\*

*М.А. Городилов, Б.С. Долговесов, А.Х. Радостев*

*bsd@iae.nsk.su | gorodilovm@gmail.com | dargerog@mail.ru*

*Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск, Россия*

*В статье рассматривается способ пересылки по сети превью произвольного количества медиапоточков с возможностью прямого контроля над ними в реальном времени и с постоянной нагрузкой на сеть.*

**Ключевые слова:** *медиапоток, удаленное управление, мультимедийные системы, коммутация.*

## Development of a supervisory system for remote control switching media streams\*

*M.A. Gorodilov, B.S. Dolgovesov, A.J. Radostev*

*Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk, Russia*

*Describing a method of sending arbitrary amount of video previews over network providing ability to control their resolution in real time with limited network load.*

**Keywords:** *media stream, remote control, systems, video switching.*

### Введение

Развитие научно-технологической базы в сфере мультимедийных данных позволяет постепенно переходить от решения частных задач к более универсальным подходам. В частности, к новым технологическим решениям для организации многоканального ввода и демонстрации аудиовизуальных данных с помощью специализированных систем управления, ввода, мониторинга входных данных, коммутации и вещания. В подобных распределенных системах отображения [1] возможность управления вычислительными узлами не всегда возможна локально. Рассматривается ситуация, когда необходим удаленный контроль над коммутатором медиапоточков.

Предлагается способ, позволяющий гарантировать постоянство количества используемого трафика при передаче по сети произвольного количества превью видеопотоков с возможностью управления разрешением отдельных превью.

### Традиционные решения

Для оперативного управления системой отображения удаленный оператор должен иметь возможность просмотра данных от всех входных источников и результата их микширования. Многие аппаратные решения предоставляют подобную возможность.

Одним из подходов является передача одного видеопотока с возможностью переключения. Выбирается один просматриваемый видеопоток, который интересует удаленного оператора, и передается по сети [2].

Достоинством метода можно считать хорошее качество передаваемого изображения. С другой стороны, переключение на другой источник данных занимает время. Также, недостатком является отсутствие возможности одновременного просмотра предварительных данных нескольких источников. Просмотр видеоданных одновременно возможен, когда исходные данные всех источников передаются с низким разрешением [3]. Среди недостатков: нагрузка на сеть зависит от количества источников, потенциально делая её непостоянной; отсутствует синхронизация первичных данных между собой; нет возможности увеличить разрешение отдельного видеопотока; удаленному клиенту нужно декодировать несколько видеопотоков в реальном времени, что накладывает ограничение на производительность устройства удаленного оператора.

### Предлагаемое решение

Так как вычислительные ресурсы компьютера оператора ограничены, то невозможно одновременно обрабатывать видеоданные со всех входных источников в исходном разрешении для отображения на удаленном устройстве управления. Для оптимального решения данной задачи предлагается формировать на отдельном вычислительном узле видеопоток, кадры которого содержат композицию видеопотоков управляемых потоков в уменьшенном масштабе, и передавать его в сжатом виде по локальной сети. На компьютере оператора этот поток разжимается и разделяется на отдельные видеопотоки, в соответствии с информацией о расположении исходного видео в кадре. При этом поток данных о расположении превью должен быть синхронизирован с видеопотоком от сервера. Требуемое разрешение для превью, отображаемого на пользовательском интерфейсе, устанавливается оператором

Работа опубликована при финансовой поддержке РФФИ, грант 15-07-20347

и передается вычислительному узлу, отвечающему за упаковку видеоокон.

Процесс передачи одного кадра композиции превью видеопотоков включает следующие операции:

- прием от компьютера оператора информации о размере превью и их позиции на экране оператора;
- генерация композиции превью и дополнительной информации о расположении и размерах видеоокон;
- кодирование кадра с композицией видеоокон;
- отправка сжатых данных по сети посредством сетевого протокола на компьютер оператора и их декодирование;
- интерпретация дополнительной информации компьютером оператора.

## Детали реализации

Для реализации метода разработан алгоритм, формирующий графические окна в соответствии с параметрами, определяющими размер и позицию превью на экране интерфейса. Окна помещаются в видеоконтейнер по очереди в порядке убывания размера. При сравнении размеров окон и видеоконтейнеров используется функция сортировки, учитывающая соотношение сторон исходного видеоконтейнера. При этом должно выполняться условие — окно, не помещающееся в видеоконтейнер, будет уменьшено до необходимого размера, сохраняя соотношение сторон. В результате работы алгоритма формируется набор окон, содержащих координаты и размеры кадров превью для отображения. Эти данные передаются в видеоконтейнер в качестве дополнительной информации.

## Результаты тестирования

Для тестирования алгоритма формирования потока кадров фиксированного размера, содержащего мозаику кадров изображений всех источников, использовались: библиотека FFmpeg, формат видеоконтейнера MP4, видеокодек H264, протоколом передачи данных RTMP. Для передачи дополнительной информации о мозаике кадров использовался отдельный поток данных. Для реализации удаленного вызова процедур использовался протокол JSON-RPC.

**Свободное место в видеоконтейнере.** Так как при упаковке графических окон сохраняется соотношение сторон, использование всего доступного свободного места в видеоконтейнере бывает невозможным.

Была проведена серия статистических тестов количества оставшегося свободного места в видеоконтейнере. В контейнер размером  $1920 \times 1080$  упаковывались прямоугольники с соотношением сторон

4:3 либо 16:9. Было выявлено, что алгоритм обеспечивает использование не менее 75% места в контейнере. На рис. 1 приведен график одного из таких тестов.

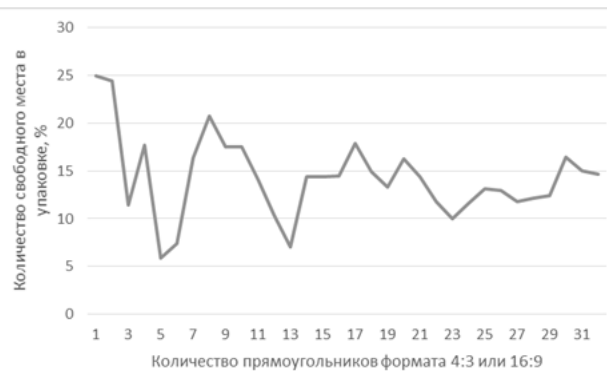


Рис. 1: Пример графика зависимости количества свободного места в видео контейнере от количества упакованных окон.

**Графические артефакты при упаковке.** Проведена серия тестов графических искажений при упаковке графических окон. Для этого была использована величина пикового соотношения сигнала к шуму (PSNR) [2]. Пример подобного теста представлен на рис. 2. Можно отметить, что среднее значение величины PSNR находится в районе 50 Db.



Рис. 2: График пикового соотношения сигнала к шуму для одного видеопотока, упакованного предложенным методом.

В результате тестирования выявлено, что на границах стыковок кадров при динамических изменениях присутствуют артефакты в виде небольших искажений квадратной формы (не более 5Db). Это обусловлено тем, что кодек H264 кодирует информацию в изображении небольшими блоками (например,  $16 \times 16$  пикселей). В таком случае, если сделать размеры кадров изображения кратными 16 пикселям, можно добиться исчезновения данного искажения.

Следует отметить, что разница в значении PSNR, вызванная этим искажением, незначительна и составляет порядка 1 Db.

## Заключение

Для удаленного управления отображением видеоданных предложен эффективный метод организации удобного пользовательского интерфейса. Для отображения превью интерфейса, соответствующих входным источникам данных, формируется ограниченный поток данных для передачи по сети, не зависящий от количества источников. Метод обеспечивает в реальном времени предварительный просмотр входных источников и оперативный вывод требуемых видеоданных для отображения на полиэкранных средствах. Кроме того, данный подход не накладывает существенных ограничений на производительность компьютера оператора и не требует дополнительных аппаратных средств, что позволяет использовать планшетные компьютеры.

## Литература

- [1] Морозов Б.Б., Долговесов Б.С., Мазурок Б.С., Городилов М.А. Построение распределенной мультимедийной виртуальной среды с многоканальной визуализацией медиаданных на графических акселераторах // Программирование. – 2014. №4. – С.55–63.
- [2] Gibson J. Concurrent autonomous video-lecturing system applicability study // Theseus, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. – 2013.
- [3] Binotto A.P.D. A Real-time Collaborative Tele-ultrasonography // Potentials, IEEE (Volume 31, Issue 6). – 2012.
- [4] Wikipedia: Peak signal to noise ratio // [https://en.wikipedia.org/wiki/Peak\\_signal-to-noise\\_ratio](https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio).

## Об авторах

Долговесов Борис Степанович – кандидат технических наук, заведующий лабораторией синтезирующих систем визуализации ИАиЭ СО РАН.  
Его адрес: [bsd@iae.nsk.su](mailto:bsd@iae.nsk.su)

Городилов Михаил Андреевич – научный сотрудник лаборатории синтезирующих систем визуализации, инженер-программист.  
Его адрес: [gorodilovm@gmail.com](mailto:gorodilovm@gmail.com)

Радостев Александр Хосе – магистрант НГУ.  
Его адрес: [dargerog@mail.ru](mailto:dargerog@mail.ru)