

Построение распределённой мультимедийной виртуальной среды с многоканальной визуализацией медиа-данных на графических акселераторах.

Б.Б. Морозов, Б.С. Долговесов, Б.С. Мазурок, М.А.Городилов
Институт Автоматики и Электростроения СО РАН, Новосибирск, Россия
bsd@iae.nsk.su

Аннотация

Описывается подход к разработке технических решений для создания распределённой мультимедийной виртуальной среды реального времени. Основная задача среды – управление формированием и доставка мультимедийного контента от множественных источников множественным потребителям.

Ключевые слова: мультимедийные среды, реальное время, коммутация, мониторинг.

1. ВВЕДЕНИЕ

Быстрый рост потребностей и научно-технологической базы в сфере приложения разнородных систем реального времени обуславливает постепенный переход от частных решений к универсальным подходам, в частности созданию специфических коммуникативных сред для многих предметных областей. Это требует развития как собственно предметного инструментария, так и общих подходов в обработке данных и коммуникации. Конкретными задачами для аудиовизуальных сред реального времени являются программно-аппаратные решения подготовки и ввода разнотипных многопоточковых данных в распределённую мультимедийную виртуальную среду (РМВС) с соответствующей дальнейшей обработкой и отображением. Насущная потребность в техническом переоснащении отчётливо проявляется в соответствующих предметных областях: системах управления и принятия решений, ситуационного моделирования, мониторинга и управления технологическими процессами; обучающих и тренажёрных системах. Мировая и отечественная практика показывает, что практически любое инновационное техническое решение в этих областях требует проработки новых подходов к построению систем, что ведёт к быстрой эволюции и устареванию стандартов. В частности, развитие современных средств обработки и передачи мультимедийных данных позволяет перейти к новым технологическим решениям для организации многоканального ввода и демонстрации аудиовизуальных данных с помощью специализированных систем управления, ввода, коммутации, мониторинга и вещания.

Суть предложенного здесь подхода в оригинальном способе организации высокопроизводительной цифровой среды передачи медиа-данных с иерархической сетевой архитектурой, распределённым управлением и функциональностью. Физическая среда строится на базе набора типовых устройств ввода, коммутации и визуализации медийных данных для широкого спектра форматов и источников. Такая распределённая среда обеспечивает гибкое

конфигурирование и возможность интерактивного управления процессами посредством подключения соответствующих контроллеров в любом доступном месте среды. Обеспечивается высокая надёжность за счёт распределённой архитектуры, сохраняющей общую работоспособность при выходе из строя отдельных частей.

2. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЙ

2.1 Типовой подход.

Существующие типовые решения для достаточно масштабных (например, многозальных) систем визуализации и мониторинга обычно строятся на основе матричных коммутаторов [1] некомпьютеризованных сигналов и существенно проигрывают предлагаемым новым решениям как по техническим характеристикам (набору ограничений), так и по сложности инсталляции и обслуживания. Кроме того, это обычно совсем не среда, а достаточно жёсткая система, решающая текущую конкретную задачу. С точки зрения технических средств проблемной функциональностью, в частности, является: переключения разноформатных источников без подрывов; генерация мультиоконного отображения (PIP); многоканальное превью видео для удалённого управления; полиэкранное отображение (в частности, видеостены) и т.п. Реализация подобного функционального набора потребует применения самых дорогих моделей матричных коммутаторов с преобразованием форматов (и масштабированием) на каждом канале в комбинации с рядом отдельных специализированных видеопроцессоров (многоканальных, полиэкранных...). Также большие технические и финансовые затраты необходимы для реализации системы и интерфейсов управления средой, как централизованных, так и распределённых. Например, организация центральной аппаратной (удалённой) требует установки крайне дорогостоящих масштабных матричных коммутаторов для обеспечения доступа ко всем источникам и потребителям аудиовизуального контента одновременно с соответствующей многоканальной кабельной разводкой, особенно затратной для аналоговых систем.

2.2 Основы предлагаемого подхода.

Предлагаемый альтернативный подход предполагает использование сжатых (компрессированных) цифровых данных для удалённой передачи в универсальных сетевых средах в комбинации с локальной коммутацией некомпьютеризованных (плоских) сигналов непосредственно на событийных площадках (залах, кабинах, операционных и т.п.). Такие решения позволяют строить уровни иерархии источников и потребителей (в т.ч. мультимплексирование, уплотнение), что позволяет значительно снизить коммуникационные нагрузки по сравнению со схемой

каждый-с-каждым, типовой для систем на матричных коммутаторах. Использование современных высокопроизводительных компьютерных платформ в сочетании с мощными графическими акселераторами позволяет производить в реальном времени произвольные преобразования форматов, микширование, наложения графики, генерацию из набора источников мультимедийных выходных потоков для полиэкранного отображения, в том числе отдельных превью-потоков для мониторинга и управления.

В качестве основной физической среды передачи данных предлагается использовать сеть Ethernet 1 или 10 Gb/s по меди или оптике, в зависимости от расчётных нагрузок и дистанций связи. Эти сети сейчас легко масштабируются без каких-либо переделок конечных источников и потребителей. Это решение кардинально уменьшает затраты на кабельную прокладку и её обслуживание по сравнению с матричной коммутацией.

Можно выделить три необходимых функциональных задачи обработки сигналов для системы коммутации и мониторинга в РМВС. Это:

- ввод медиа-данных в среду;
- преобразования и микширование (генерирование виртуальных источников), как для системы управления, так и для формирования собственно вещаемого медиа-контента;
- итоговое финальное отображение сформированных и выбранных медиа-данных на доступных устройствах вывода.

Собственно управление коммутацией и вообще средой в целом – отдельная задача специализированного ПО управления.

Если производительности современных сетевых решений достаточно для параллельной передачи нескольких десятков видеопотоков высокой чёткости (~15-150 в компрессированном виде [2]), то производительность современных компьютерных платформ ограничена примерно десятью потоками реального времени (обычно меньше десяти, зависит от конкретных условий и форматов данных по текущим оценкам). Это положение требует разработки специфических эффективных решений для организации полнофункциональной коммутации на типовых аппаратно-программных средствах.

Микширование и коммутация (выбор из существующих источников и файлов, наложение графики, составление раскладок или мозаик) в РМВС имеет целью генерацию виртуальных комбинированных источников для дальнейшего использования как для вещания, так и для управления. В качестве более сложного типа «микширования», например, возможно использование погружения различных медийных источников в трёхмерную виртуальную синтезируемую среду посредством применения специальных систем типа «Виртуальный презентер» [3-4]. Такие операции производятся наиболее эффективно с некомпрессированными (плоскими) сигналами, в этом случае также минимальны временные задержки на обработке и переключениях. Работа с компрессированными сигналами в данном случае приводит к потере качества изображения, высоким накладным расходам и дополнительным задержкам. Параллельно производится

коммутация и микширование соответствующих звуковых данных, как в автоматическом режиме, так и с интерактивной настройкой. Для большинства задач, связанных с обработкой звука, производительность современных систем обычно более чем достаточна. (Специализированные конференционные системы, например, в данном случае рассматриваются как отдельные внешние источники-приёмники медиа-данных, клиенты среды).

В рассматриваемом подходе узловым архитектурным решением является использование программно-аппаратных микшеров-коммутаторов разного уровня для организации иерархии. Типовой микшер-коммутатор (на базе персонального компьютера), предназначенный для использования на локальном уровне, может использоваться одновременно для коммутации некомпрессированных (плоских) сигналов на локальные устройства отображения (графические акселераторы с полиэкранным выводом) и для формирования виртуальных источников (в частности, «мозаик» для операторов) с последующей передачей во внешнюю среду (со сжатием). В качестве некомпрессированных сигналов для микширования и коммутации используются как декодированные сетевые мультимедийные потоки из внешней среды, так и сигналы с аппаратных устройств медиа-ввода (видеограбберов и т.п.).

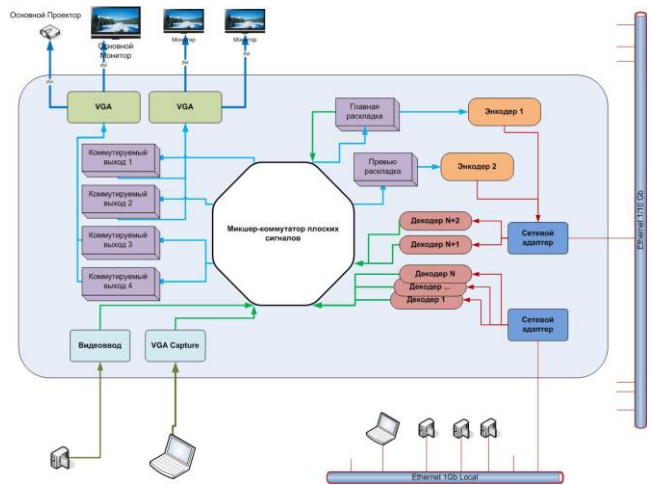


Рисунок 1 Внутренняя логика работы микшера-коммутатора.

В принципе, на локальном уровне эти задачи (помимо кодирования/декодирования) можно решать и с помощью типового оборудования для матричной коммутации, но в этом случае теряется унификация оборудования и гибкость, присущая компьютерным решениям, усложняются протоколы управления.

В случае нехватки производительности для обработки всех необходимых сигналов в конкретном расположении количество локальных микшеров-коммутаторов можно наращивать (масштабировать), либо распределять функциональность по разным рабочим станциям (серверам). Например, возможно сконфигурировать только отображающие, вводные или микширующие сервера в зависимости от требований конкретной задачи. Характерным примером является оперативное конфигурируемое мультимедийное и полиэкранное отображение на больших высокоразрешающих мониторах (видеостенах) для центров управления и мониторинга. Управление всеми локальными

микшерами-коммутаторами осуществляется удалённо, посредством единой стандартизированной физической сетевой среды (Ethernet). Это позволяет легко организовывать удалённое распределённое и/или централизованное управление и контроль, гибко перестраивать конфигурации при любых изменениях требований.

На более высоком уровне иерархии используются коммутаторы потоковых сигналов (сжатых), энкодеры/декодеры, прокси-сервера, и прочее сетевое оборудование. Для управления всеми коммутациями и правами доступа используются управляющие рабочие станции со специализированным программным обеспечением (фактически это могут быть стандартные персональные компьютеры, в некоторых случаях возможно повышенной производительности), которые могут размещаться как локально в событийных/демонстрационных расположениях, так и в выделенных центрах управления. При этом затраты на организацию центров управления кардинально снижаются по сравнению с решениями на базе матричных коммутаторов, так как фактически всё управление строится на базе типовых рабочих станций или даже мобильных и планшетных компьютеров. Нет необходимости в отдельной многоканальной кабельной разводке для нежатимированных сигналов и в центральных матричных коммутаторах.

Отображение и мониторинг аудиовизуальной информации в организованной PMBC возможны на широком спектре цифровых устройств - от персональных компьютеров до телевизионных мониторов с сетевым подключением, сет-топ боксов и мобильных персональных устройств. Главным условием является наличие сетевого подключения и возможность декодирования сжатых медиаданных.

3. ПРИМЕР КОНФИГУРИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Минимальная система для оснащения одного из залов (комнат совещаний) с несколькими источниками видео сигналов высокой четкости (HD) потребует два типа модулей: интегрированный микшер-коммутатор и управляющий модуль.

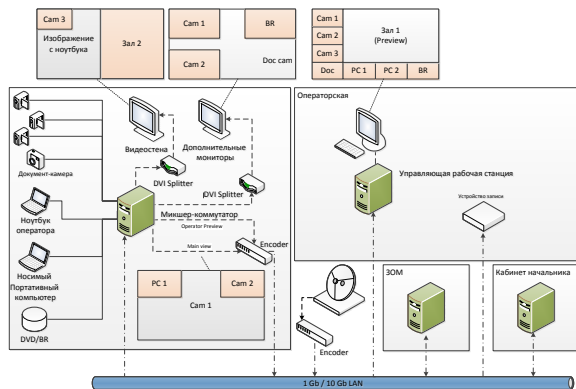


Рисунок 2 Пример конфигурации оборудования.

Управляющий модуль состоит из персонального компьютера с двумя мониторами (для интерфейса управления и многоканального мониторинга, соответственно) и программного обеспечения, которое позволяет осуществлять

контроль над отображаемыми источниками и настройкой коммутации.

Модуль микшера-коммутатора состоит из персонального компьютера с установленными устройствами видеозахвата соответствующего формата и специального ПО. К этому модулю подключаются видео-камеры и другие источники сигналов. Также подключение источников возможно через высокоскоростную локальную сеть. Задача этого модуля состоит в генерации нескольких выходных аудио-видео потоков в виде настраиваемых раскладок-мозаик для вывода их через HDMI/DVI или в сеть. Один из этих видео потоков предназначен для предпросмотра всех входных источников микшера-коммутатора для удалённой настройки режимов микширования. Второй поток предназначен для последующей записи и вещания в сеть. Остальные - для отображения на локальных устройствах (видеостенах, ЖК мониторах).

Количество входных источников обрабатываемых одновременно на одном микшере коммутаторе ограничено (обычно менее десяти потоков высокой четкости). Сгенерированные аудио-видео потоки можно просматривать практически на любом компьютере, подключённом к высокоскоростной локальной сети, с установленным программным обеспечением для воспроизведения сетевых аудио-видео потоков. В частности, это могут быть и мобильные устройства. При необходимости использования специфических форматов (Например, для беспроводного вещания на устройства типа iPad или iPhone) могут использоваться дополнительные прокси-сервера для преобразования форматов вещания.

При необходимости одновременного мониторинга и управления вещанием в нескольких залах возможна установка отдельного микшера-коммутатора в центре управления (операторской) сконфигурированного исключительно для отображения максимального числа источников на одном или нескольких больших мониторах высокого разрешения (режим видеостены).

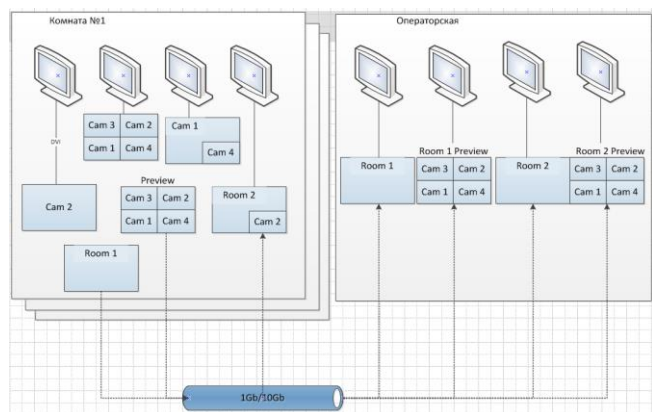


Рисунок 3 Пример возможных наборов раскладок для отображения и мониторинга

В графическом интерфейсе управления оператору могут визуализироваться не только «результатирующая» и «превью» раскладки микшера-коммутатора, но и текущие результирующие назначения всех выходных воспроизводящих устройств в зале (комнате). Коммутация может осуществляться в интерфейсе оператора простым перетаскиванием изображения доступного источника на

соответствующий выход (мышкой или с помощью сенсорного экрана).



Рисунок 4 Пример генерируемых раскладок (мозаик) в интерфейсе управляющего ПО

4. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Особенности аппаратной и программной реализации технических решений для создания среды частично рассмотрены в отдельной статье (в настоящий момент не опубликована), посвящённой эффективным и надёжным методам работы с потоковыми данными средствами персонального компьютера.

Интересными представляются также работы по созданию новых стандартов и средств работы с мультимедийными данными в сетевой среде. В частности, стандарт рабочей группы 802.1 Audio Video Bridging (AVB) института IEEE [5]. Этот стандарт предназначен для передачи (и трансляции) в сетях Ethernet синхронных потоковых данных с малыми задержками. Основное предназначение – передача телевизионных сигналов без потерь аналогично HD-SDI, но в сетях Ethernet. Очевидно, что в рамках этого стандарта возможна и передача сжатых данных с гарантированными временными характеристиками, что может быть ключевым требованием для части возможных приложений PMBC, как в пределах локальных расположений, так и среды в целом. Проблема использования на практике заключается в том, что в настоящий момент доступное оборудование, поддерживающее стандарты AVB фактически отсутствует на рынке. Консорциумы производителей только объявляют о начале поддержки этого стандарта. Тем не менее, в предложенном подходе к построению PMBC переход на новое или совместное использования оборудования текущих и новых стандартов не должно вызывать существенных трудностей за счёт гибкости и универсальности средств управления средой.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Одним из существенных преимуществ описываемого подхода является возможность постепенного и поэтапного наращивания и совершенствования как системы в целом, так и её частей. Так как аппаратно архитектура базируется на стандартном модульном оборудовании широкого профиля,

которое сейчас стремительно развивается и функционально, и технически при этом дешевле, то есть уверенность в возможности решения разнообразных возникающих задач. Также, распределённость архитектуры приводит к большей её надёжности в целом, так как фактически отсутствуют ключевые узлы, выход из строя которых может привести к полной неработоспособности системы; высокая взаимозаменяемость оборудования, ремонтпригодность и модифицируемость даже «своими силами» (без необходимости вызова сторонних специалистов).

Предложенный подход к построению PMBC демонстрирует новизну разработки в части средств управления средой в сочетании с практической реализуемостью. Видны существенные преимущества подхода для практических целей. Потенциально развитие подобных подходов должно привести к появлению стандартов на технические решения для PMBC, в том числе промышленных.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ерохин А.В., Фрадкин Б.Г., Левин И.И., Рыжих О.А. Матричный Коммутатор // Патент на изобретение № 2103729 Официальный бюллетень Роспатента «Изобретения. Полезные модели» 27.01.1998
- [2] Виктор Дворкович, Михаил Чобану. Проблемы и перспективы развития систем кодирования динамических изображений ([HTTP://MEDIAVISION-MAG.RU/UPLOADS/02%202011/55-57%2002_2011.PDF](http://mediavision-mag.ru/uploads/02%202011/55-57%2002_2011.pdf))
- [3] Долговесов Б. С., Морозов Б. Б., Тарасовский А. Н., Пархоменко И. Н. Система обучения и презентаций с использованием технологии «погружения» лектора в интерактивную виртуальную среду // Труды международной конференции VEonPC'2006 (Алтай 6-10 июля, Протвино 17-18 ноября 2006) и третьей научной конференции СИМ'2006 (Москва, июнь-июль 2006), ИФТИ, Москва, 2006, с.99–102.
- [4] Долговесов Б.С., Лаврентьев М. М., Морозов Б. Б. Интерактивный обучающий комплекс на основе технологии интегрированной виртуальной среды // Труды XVIII Всероссийской научно-методической конференции Телематика'2011 (Санкт-Петербург, Россия, СПб ГУИТМО, 20–23 июня 2011). СПб ГУИТМО, т. 1. С. 138–139.
- [5] IEEE 802.1 Audio/Video Bridging Task Group Audio Video Bridging ([HTTP://www.ieee802.org/1/pages/avbridges.html](http://www.ieee802.org/1/pages/avbridges.html))

Development of Distributed Multimedia Virtual Environment with multichannel visualization of multimedia data by graphic accelerators.

Abstract

An approach to the development of technical solutions for the creating of a real-time Distributed Multimedia Virtual Environment is described. The main objective of the environment - control the formation and delivery of multimedia content from multiple sources to multiple recipients.

Keywords: *multimedia environment, real-time, commutation/switching, monitoring.*

About the author

Boris B. Morozov is a scientific researcher of Software Systems for Computer Graphics Laboratory at Institute of Automation and Electrometry SB RAS. His contact email is bbm@sl.iae.nsk.su

Boris S. Dolgovesov (Ph.D.) is a head of Synthesizing Visualization Systems Laboratory at Institute of Automation and Electrometry SB RAS. His contact email is bsd@iae.nsk.su

Boris S. Mazurok is a scientific researcher of Synthesizing Visualization Systems Laboratory at Institute of Automation and Electrometry SB RAS. His contact email is boris@albatros.iae.nsk.su

Mikhail A. Gorodilov is a Ph.D. student at Institute of Automation and Electrometry SB RAS. His contact email is gorodilovm@gmail.com