

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ МУЛЬТИМЕДИА КОНТЕНТА В IP СЕТЯХ

Афанасьев А.В.

научный руководитель: к.т.н., доцент Власов А.И.

Московский Государственный Технический Университет им.Н.Э.Баумана
кафедра «Проектирование и технология производства ЭА» (ИУ4)
Москва, Российская Федерация

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX FOR MULTIMEDIA CONTENT SERVICES IN IP NETWORKS

Afanasyev A.V.

the scientific chief: Ph.D. Vlasov A.I.

Bauman Moscow State Technical University named after Bauman
Department IU4
Moscow, Russian Federation
alex@icn.bmstu.ru

Аннотация

В связи с активным распространением высокоскоростных IP сетей, таких как, например, офисные и домовые сети, построенные на базе протокола Ethernet, встает вопрос в расширении спектра предоставляемых провайдером услуг. Достаточно привлекательной и очень перспективной услугой является предоставление мультимедиа контента, такого как например цифровое телевидение. Основное внимание уделено выявлению основных проблем, с которыми сталкиваются разработчики решений по организации потокового мультимедийного вещания в IP сетях. Представлена реализация программно-аппаратного комплекса для организации потокового мультимедийного вещания в IP сетях с учетом комплекса ограничительных параметров.

Abstract

Accordance to active growth of high-speed IP networks, such as office and house networks based on Ethernet technology, appears necessity of expansion services spectrum given by the provider. Enough attractive and very perspective service is multimedia content broadcasting, such as digital TV. Attention is given to basic problems revealing of the streamline multimedia broadcasting organization in IP networks. Realization of a hardware-software complex for the streamline multimedia broadcasting organization in IP networks is presented in view of a complex of restrictive parameters.

Введение

В последние годы произошел бурный рост в крупных городах России и зарубежья высокоскоростных IP сетей. В связи с чем возник вопрос не просто в предоставлении доступа пользователей в Интернет, но и предоставления различного рода дополнительных услуг, таких как неограниченный высокоскоростной обмен данными внутри сети, различные информационные ресурсы внутри сети (WEB-форумы, чаты и проч.). Следующим шагом в усовершенствовании услуг таких сетей должно стать предоставление возможности просмотра мультимедийного контента (в частности телевизионных передач), в связи с чем возникает ряд достаточно сложных вопросов. Самым важным вопросом является определение источников контента и формы его представления, максимально удобной для распространения. Другие не менее важные вопросы включают в себя определение схемы предоставления услуги, схемы получения вознаграждения за услугу, схемы ограничения доступа. Без решения этих вопросов бессмысленно создания любых программно-аппаратных средств. Существует ряд готовых решений по организации потокового вещания мультимедиа

контента в сетях от таких производителей как Cisco и другие, но они достаточно дороги (стоимость одного сервера порядка десятков тысяч долларов США). Целью данной работы является разработка бюджетного аппаратно-программного решения для организации предоставления мультимедийного контента в IP сетях. Разработанное программное обеспечение апробировано в рамках Измайловской компьютерной сети студгородка МГТУ им.Н.Э.Баумана.

1. Источники мультимедийного контента

В качестве первого источника мультимедийного контента могут выступать эфирные телевизионные каналы, распространяемые на данной территории. В данном случае не существует никаких лицензионных ограничений на распространение данного контента. Недостатком данного вида контента является его малая интересность для конечного пользователя.

Следующим источником является цифровое эфирное телевидение. Данный вид контента имеет хорошие перспективы, поскольку наше государство поставило цель перехода в ближайшем будущем на цифровое телевидение. Достоинством данного вида контента является его качество и готовность к непосредственному использованию в IP сетях. Недостаток тот же – малая интересность для конечного пользователя.

Третьим видом источников мультимедийного контента является цифровое спутниковое телевидение, распространяемое в открытом виде (т.н. Free To Air – FTA). Плюсами этого вида контента является отсутствие проблем с лицензированием использования, качество видеоизображения и звука, готовность к использованию в цифровых сетях. Недостаток также существует и он довольно существенный – ограниченность открытых цифровых спутниковых каналов в эфире. В качестве иллюстрации такой ограниченности можно привести таблицу (таблица 1.1) доступных в московском регионе спутников с указанием числа открытых каналов и закрытых каналов.

Четвертым источником контента является цифровое спутниковое телевидение распространяемое в зашифрованном виде. При казалось бы большой схожести с предыдущим источником, в данном случае есть серьезнейшие отличия. Самым важным, что чаще всего оказывается решающим, является проблема лицензирования вещания в цифровых сетях. Необходимо заключение соответствующих договоров с компаниями поставщиками данного телевизионного вещания, а с учетом пока еще малой распространенности вещаний в цифровых сетях, отсутствие механизмов взаимодействия телевизионных компаний и компаний операторов IP услуг, может в принципе отсутствовать возможность легального распространения телевизионных каналов определенного поставщика в цифровых сетях или же неприемлемые условия такового.

Таблица 1.1 Сводная таблица наиболее интересных спутников

Спутник, позиция	Число открытых каналов	Число закрытых каналов
Sirius 2/3, 5°	28	114
HotBird 1/2/4/6, 13°	340	456
Eutelsat Sesat, W4, 36°	16	113
Express A1R, 40°	9	0
Express AM 22, 53°	18	2
Bonum 1, 56°	6	0
Intelsat 904, 60°	10	25

ИТОГО: 427

710

Примечание: хотя представленное здесь общее соотношение открытых и закрытых каналов составляет примерно 2:3, фактически, учитывая направленность некоторых транспондеров спутников не на европейскую часть России, картина гораздо менее радужна [5].

2. Формы представления мультимедийного контента

Наиболее подходящей формой мультимедийного контента, с одной стороны, является формат MPEG2, поскольку является стандартом передачи цифрового телевидения (DVB – digital video broadcast, DVB-S вещание цифрового телевидения через спутник, DVB-T вещание цифрового телевидения через приземные радиоволны, DVB-C вещание цифрового телевидения через кабельную сеть) [2] и для его распространения по цифровым сетям нет необходимости в создании каких либо программных или аппаратных средств по кодированию мультимедийных данных в цифровое представление (в случае закрытых телевизионных каналов необходимо лишь оборудование дешифрации телевизионных потоков некоторым образом). С другой стороны, формат MPEG2 является сильно каналоемким (трансляция одного канала требует от 4 до 10 мегабит/с пропускной способности канала [1]), что ограничивает применение MPEG2 в IP сетях. Ограничение может коснуться или количества абонентов (в случае использовании технологии точка-точка, в стандартной сети 100BaseTX одновременно может работать не более 10 абонентов), или же технологии распространения цифрового потока. Т.е. при использовании MPEG2 как формы представления мультимедийного контента целесообразным является применение технологии точка-многоточка (multicast технологии) [4], в этом случае ограничению подвергается число возможных каналов (при использовании соответствующего оборудования 10-20 каналов транслируемых одним сервером), но никаким образом не ограничивается число абонентов. Более подробно достоинства и недостатки технологии точка-многоточка рассмотрены в следующем разделе.

Таким образом достоинствами представления мультимедийного контента в виде MPEG2 является:

- простота и низкая стоимость оборудования
- высокое качество видеоизображения и звука (не подвергается вторичной компрессии)

Недостатки:

- высокая каналоемкость (4-10 мегабит/с)

При реализации программно-аппаратного комплекса предоставления мультимедийного контента на базе персонального компьютера при использовании источника мультимедийного контента – цифровых спутниковых каналов, вещаемых открыто, может быть использовано оборудование представленное в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Оборудование стандарта DVB-S для применения в комплексах вещания

Производитель	Модель	Краткая характеристика	Примерная цена, \$
Techno Trend	TT-Pcline Budget (SkyStar3)	PCI, программная фильтрация по PID	100
Techno Trend	TT-Pcline Premium (SkyStar1)	PCI, аппаратная фильтрация по PID, аппаратное декодирование MPEG2	200
TechniSat	SkyStar3	PCI, аппаратная фильтрация по PID	100
AverMedia	AverTV DVB-S	PCI, аппаратная фильтрация по PID	109
Vision Plus	VisionDTV SAT-CI	PCI, аппаратная фильтрация по PID, наличие Common Interface – возможность дескрамблирования закрытых каналов	140

Устранение недостатка MPEG2 может быть достигнуто за счет вторичной компрессии (транскодировании) в другой формат представления. В частности может быть использован или другой профиль MPEG2, или использован более перспективный формат MPEG4, позволяющий при том же качестве изображения и звука получать менее каналоемкие цифровые потоки. Учитывая допускаяемый уровень искажения изображения при просмотре мультимедийного контента абонентами (просмотр телевизионных каналов параллельно основной работе, в небольшом окне, редкие включения полноэкранного режима) возможно получить цифровые потоки менее 1 мегабита на канал или на абонента в зависимости от применяемой технологии [1]. С другой стороны существенно изменяются требования к аппаратной или программно-аппаратной части в плане необходимости организации декодирования исходного MPEG2 потока и кодировании его с заданными параметрами в MPEG4 в реальном масштабе времени.

В качестве модификации представленной схемы может выступать схема кодирования в MPEG4 не цифрового потока, а аналогового сигнала получаемого или от внешних источников (спутниковые ресиверы, видеомагнитофоны и проч.), так и из внутренних источников (тюнеры, микросхемы декодирования NTSC/PAL/SECAM сигнала [3]). В данном случае исключаются схемы декодирования MPEG2, но это «компенсируется» необходимостью получения и декодирования аналогового сигнала.

В итоге получаем, что достоинством MPEG4 является низкая каналоемкость (менее 1 мегабита), а недостатком – ухудшенное качество изображения и/или звука, высокие требования к программно-аппаратной части (дорогое оборудование, сложный комплекс программного обеспечения).

При выборе формы представления MPEG4 или «ухудшенного» MPEG2 в качестве оборудования аппаратного кодирования может быть использовано оборудование, представленное в таблице 2.2.

Таблица 2.2 Оборудование аппаратного кодирования PAL/SECAM/NTSC сигнала

Производитель	Модель	Краткая характеристика	Примерная цена, \$
ProVideo	PV-240	MPEG-4 ACE, звук 8kbit, 4 канала, 352*288 - PAL, 352*240 - NTSC	450
ProVideo	PV-250	MPEG-4 ACE, звук 8kbit, 4 канала, 704*288 - PAL, 704*240 - NTSC	900
VITEC Multimedia Technology	VM2 Pro	MPEG-2 кодер (PS/TS), SDI/YUV/S-Video/Composite входы, профили 4:2:2 до 50 Mbit/s (I frames), 4:2:2 до 25 Mbit/s (IBP frames), 4:2:0 до 15 Mbit/s (IBP frames)	6000
Pinnacle Systems	MovieBox USB	USB, MPEG-2, Studio 9	250
V One Multimedia Pte Ltd.	Snazzi VideoMaker	USB, MPEG-1/2/4&DivX	260

3. Схемы предоставления мультимедийных услуг

Существует две основные схемы распространения цифровых потоков по IP сетям, обладающих своими достоинствами и недостатками: технология точка-точка (unicast), технология точка-многоточка (multicast) [4].

В случае использовании unicast технологии

При решении вопроса относительно схемы предоставления мультимедийных услуг необходимо учитывать сложившуюся обстановку внутри IP сети, количество пользователей сети, количество потенциальных пользователей мультимедийных услуг.

Принципиально может сложиться две ситуации – мультимедийные услуги должны быть приложением и простым расширением функциональности базовой IP сети (сети предприятий, офисов) и мультимедийные услуги как отдельный вид предоставляемых услуг внутри сети. Основное различие этих ситуаций – отсутствие и наличие необходимости организации системы разделения доступа к мультимедиа услугам.

В случае unicast технологии организация разделения доступа реализуется достаточно просто стандартными методами. В частности может быть организован доступ к серверу мультимедиа контента с использованием паролей доступа.

В случае применения multicast технологии все не так просто. Ограничения доступа к трансляции принципиальна возможна, но ее реализация достаточно сложна. В качестве примера такой организации можно привести пример организации разделения доступа к закрытым спутниковым каналам, хотя есть небольшие отличия. В частности в IP сетях нет необходимости создавать аппаратные решения для шифрования/дешифрования цифровых потоков [2], а возможна чисто программная реализация этих функций.

4. Реализация аппаратно-программного комплекса предоставления мультимедиа услуг

В качестве отправной точки для разработки аппаратно-программного комплекса предоставления мультимедиа услуг (далее АПК) выступали:

- ограничения, накладываемые возможной пропускной способностью локальной вычислительной сети, построенной на базе неинтеллектуального оборудования 100BaseTX;
- ограничения, связанные с источниками мультимедийного контента;
- необходимость защиты от доступа к системе с рабочих станций не авторизованных в локальной вычислительной сети (подключенных через прокси или NAT);
- финансовые ограничения.

В результате анализа доступных вариантов реализации, учитывая накладываемые ограничения была выбрана модель программного обеспечения, включающая в себя следующие компоненты: источник мультимедийного контента – открытые и закрытые (при условии подписания соответствующих договоров с контент-провайдерами), форма представления – MPEG4 (кодирование PAL сигнала), схема предоставления мультимедийных услуг – технология точка-точка с организацией аутентификации, авторизации и аккаунтинга. Построение АПК было решено реализовывать на базе персонального компьютера архитектуры i386 под операционную систему Microsoft Windows. В качестве дополнительного оборудования (оборудования кодирования PAL сигнала) используются платы аппаратного MPEG4 кодирования ProVideo PV-240, с помощью которых возможно реализовать до 24 одновременных кодируемых каналов. Структурная схема выбранная реализация аппаратной части АПК представлена на рис.4.1. В качестве пояснения выбранной структуры программной части, на рис.4.2 представлены варианты использования АПК.

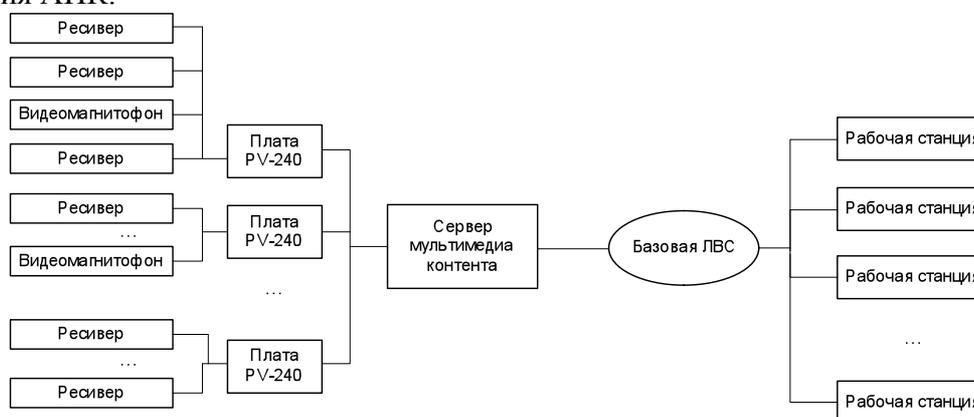


Рисунок 4.1 Структурная схема аппаратной части АПК

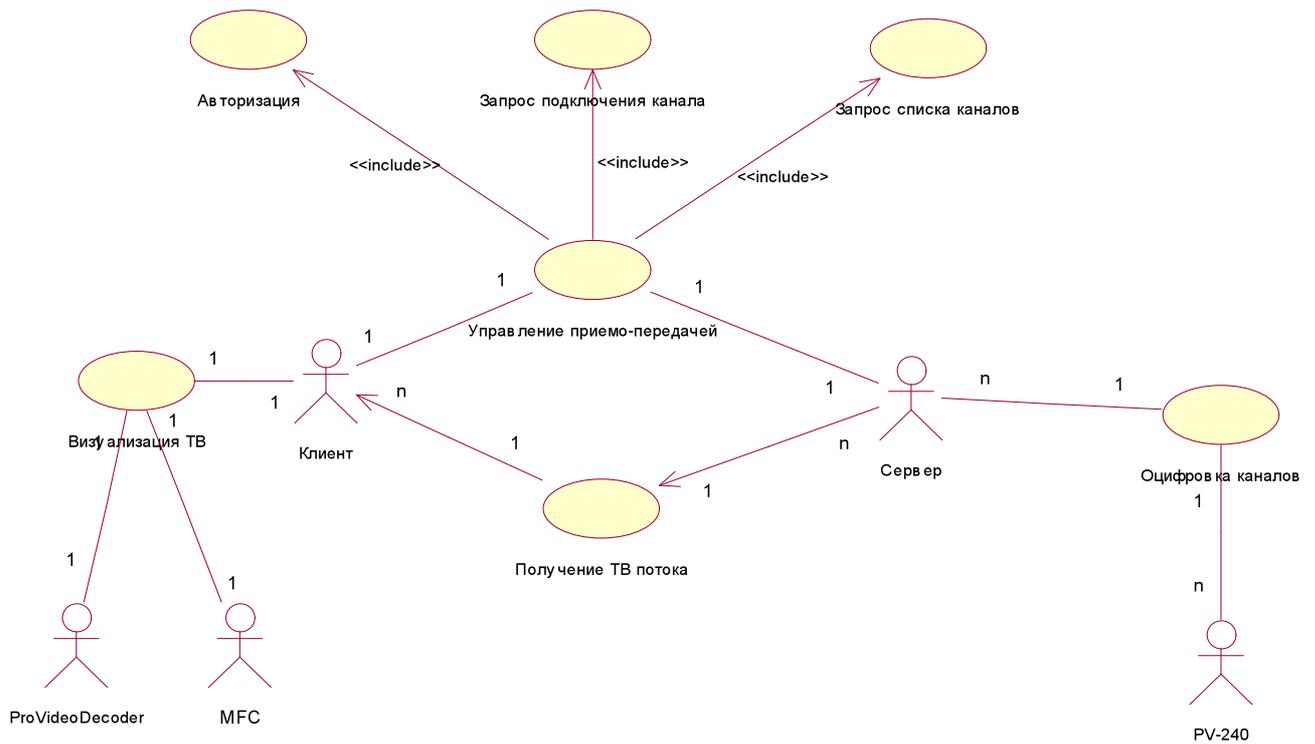


Рисунок 4.2 Варианты использования АПК

Выбранное аппаратное обеспечение (плата аппаратного кодирования) наложило свои ограничения на собственно формат представления и на качество оцифровки мало подающееся улучшению/ухудшению. В качестве источника PAL сигнала использовались спутниковые ресиверы и видеоманитофоны. Получаемое качество изображения и звука оказалось коммерчески приемлемым.

Для удовлетворения необходимости защиты доступа к системе с неавторизованных рабочих станций, был разработан специализированный протокол передачи мультимедийного контента и управления этой передачей, иллюстрируемый рис.4.3.

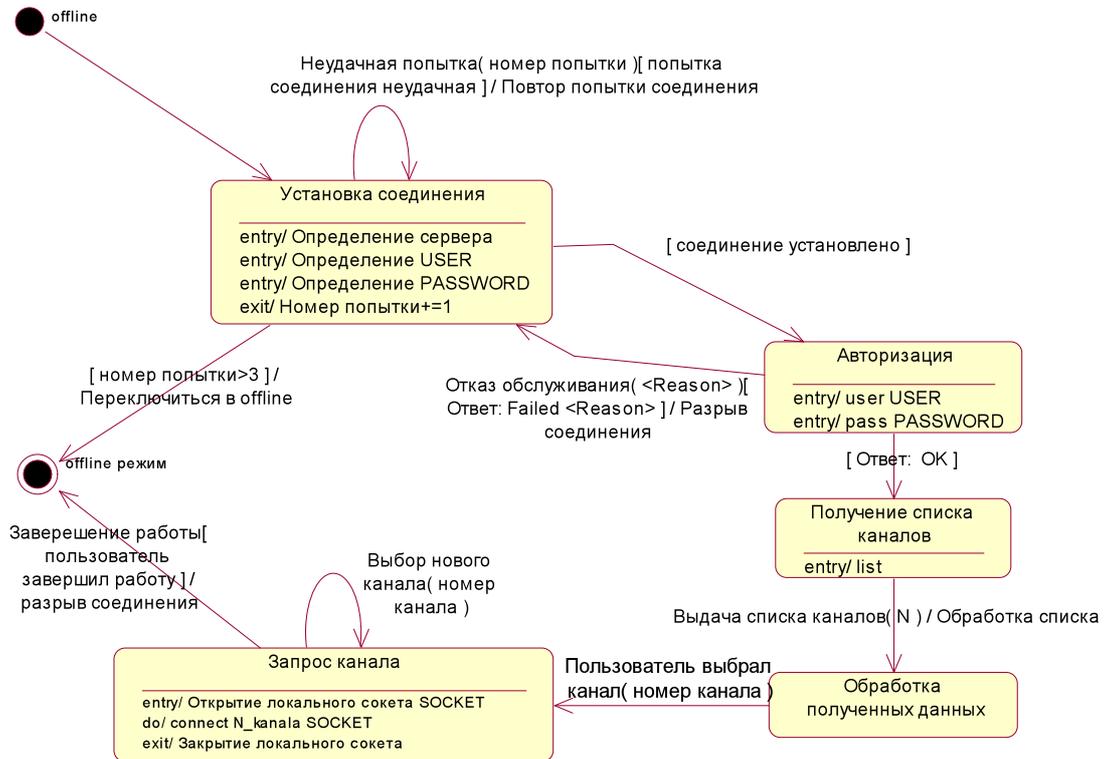


Рисунок 4.3 Протокол передачи и управления передачей мультимедийным контентом

Выводы

В работе были подробно рассмотрены вопросы реализации аппаратно-программных комплексов предоставления мультимедийных услуг. Классифицированы и определены достоинства и недостатки источников мультимедийного контента, форм представления этого контента в цифровой среде, а также различных схем – точка-точка и точка-многоточка, - предоставления мультимедийных услуг в цифровых сетях.

В рамках работы был разработан комплекс программного клиент-серверного обеспечения АПК предоставления мультимедийных услуг с возможностью обеспечения до 50-80 (в зависимости от загруженности сети) одновременно работающих клиентов в рамках стандартной локальной вычислительной сети построенной на базе неинтеллектуального оборудования стандарта 100BaseTX.

Работа комплекса была апробирована в рамках Измайловской компьютерной сети студгородка МГТУ им.Н.Э.Баумана. В рамках тестирования АПК было окончательно подтверждено коммерчески приемлемое качество получаемого мультимедийного контента при различных нагрузках базовой сети.

Общая стоимость использованного оборудования в АПК с возможностью одновременной трансляции 4 каналов составила около 1000 долларов США, что дает большие перспективы по распространению АПК в других информационных сетях

Литература

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002
2. Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. - М., Сайрус системс, 2001
3. SECAM, PAL, NTSC... // Stereo&Video Июнь 2000
http://www.stereo.ru/whatiswhat.php?article_id=168
4. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ipmulti.htm
5. <http://www.lyngsat.com>