
THE ANALYSIS OF THE LINK OF THE MULTISERVICE NETWORK BY TRANSFER OF THE SINGLE-ADDRESS AND MULTIPLE-ADDRESS STREAM

Garipova L.R., Kireeva N.V.

Analysis of converged networks that support both traditional data through unicast connections and multi-cast traffic. Joint transfer unicast and multicast traffic and interference characteristics of these compounds.

Keywords: multi-link network, unicast traffic, multicast traffic stream.

Гарипова Лилия Равилевна, аспирант Кафедры «Мультисервисные сети и информационная безопасность» (МСИБ) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. (80846) 333-53-50; 8-927-710-67-17. E-mail: garip4ik555@mail.ru

Киреева Наталья Валерьевна, к.т.н., доцент Кафедры МСИБ ПГУТИ. Тел. (8-846) 332-41-35; 992-77-74. E-mail: zepelinSN@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 621.397.2.037.372

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МОНИТОРИНГА IPTV МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Карякин В.Л., Карякин Д.В., Косенко С.Г.

Обсуждаются перспективы слияния традиционного цифрового телевизионного вещания и компьютерных технологий IPTV вещания в мультисервисных сетях передачи данных. Отмечается важность мониторинга качества передачи информации в цифровых телевизионных системах и сетях. Рассмотрены принципы IPTV вещания в сетях передачи данных. Приводится описание разработанной модели мониторинга IPTV, являющейся инструментом для исследования и выработки механизмов управления качеством телевизионного вещания в компьютерных сетях передачи данных. Даны результаты оценки качества IPTV вещания в зависимости от параметров транспортной среды.

Ключевые слова: цифровое телевизионное вещание, технологии IPTV вещания, мультисервисные сети, модель мониторинга IPTV, управление качеством вещания.

Введение

В настоящее время перспективы перехода на цифровое телевизионное вещание не вызывают сомнений благодаря очевидным преимуществам цифровых методов передачи информации перед аналоговыми методами [1]. В России разработана и уже осуществляется концепция поэтапного перехода к цифровому телерадиовещанию. Наряду с традиционным эфирным, кабельным и спутниковым телевидением успешно внедряются компьютерные технологии телевизионного вещания (TV)

с использованием протокола IP (IPTV) в мультисервисных сетях передачи данных [2-3].

Компьютерные технологии позволяют при одном физическом подключении получать сразу три обширных сервиса: Internet, IP-телефонию и IPTV. Эти технологии получили название Triple Play. Triple Play позволяет провайдеру существенно поднять доходность своей сети и снизить суммарный простой связей.

Компьютерные технологии IPTV предоставляют широкий набор принципиально новых мультимедийных интерактивных услуг: «Видео по запросу» (VoD), «Домашний кинотеатр» (nVoD), «Персональный видеоманитофон» (PVR) и др.

Однако для обеспечения высокого качества предоставляемых услуг необходимо осуществлять непрерывный мониторинг качества передачи информации в цифровых телевизионных системах и сетях [1].

Контроль качества вещания

Структура цифровых телевизионных сигналов такова, что минимальные ухудшения условий распространения в канале обычно не оказывают заметного влияния на качество изображения или звука. Лишь при достижении критической точки – качество моментально падает до недопустимого уровня, что приводит к кратковременным или длительным техническим остановкам в вещании.

Операторам цифрового телевизионного вещания (ЦТВ) необходимы средства и методы измерений, позволяющие оценивать вероятность ошибок, качество принимаемого сигнала, запасы устойчивого телевизионного вещания с целью своевременного устранения возможных неисправностей, не допуская технических остановок [1].

Использование распределенного мониторинга, осуществляемого на всех этапах вещания ЦТВ (формирование и обработка видеосигналов, распространение и прием), позволяет обеспечить операторов полной информацией о состоянии сети цифрового вещания и своевременно предупредить их о возможных проблемах. Несмотря на то что системы мониторинга уже успешно используются в эфирных сетях, методы мониторинга IPTV еще недостаточно изучены благодаря специфике передачи телевизионной информации в компьютерных сетях передачи данных.

Специфика предоставления сервиса

Рассмотрим некоторые особенности предоставления сервиса IPTV:

- являясь услугой по требованию (для начала просмотра необходимо отправить запрос в сеть), ее предоставление критично к времени отклика в сети;
- на качество предоставления услуги значительное влияние оказывает активность абонентов, которые находятся в единой IP-сети;
- для обеспечения устойчивого телевизионного вещания требуется запас производительности сети, поскольку нагрузка на сеть зависит от многих факторов, в частности, от времени суток, дня недели, и изменяется в широких пределах.

Услуга IPTV чувствительна к любым нарушениям в сети (0,5% потерь пакетов уже различим визуально [5]). Возможна ситуация, когда в одной точке сети изображение будет идеальным, в другой с помехами, а в третьей вовсе отсутствовать.

Возникает необходимость проектирования системы мониторинга IPTV, способной контролировать не только качество мультимедиа-поток на всех этапах вещания, но и качество работы оборудования транспортной сети [4].

Разработка модели системы мониторинга

Построение эффективной системы мониторинга требует глубокого анализа работы услуги IPTV, разработки блоков контроля, их отладки и многократной проверки качества вещания при различных конфигурациях транспортной сети. Про-

ведение исследований наиболее эффективно на испытательном тестовом стенде, реализованном на программном уровне, то есть испытания на модели системы мониторинга IPTV.

Использование в качестве тестового стенда реальной транспортной сети нецелесообразно по нескольким причинам:

- для реальной транспортной сети, используемой в качестве тестового стенда, необходимо выделять специально оборудованные помещения;
- усложняется процесс формирования требуемой конфигурации сети и настройки оборудования;
- значительно увеличивается время на проведение исследовательских работ;
- покупка сетевого и вещательного оборудования требует значительных финансовых затрат.

Система IPTV на базе программной модели лишена отмеченных недостатков и позволит решать весь спектр задач, возникающих на этапе разработки и отладки реальной системы мониторинга.

Рассмотрим типовую схему сети IP-телевидения (рис. 1), чтобы определить ключевые моменты, необходимые для построения модели мониторинга IPTV.

Информация в сеть IPTV может поступать от систем спутникового, кабельного телевидения, с серверов «Видео по запросу», «Домашний кинотеатр», «Персональный видеоманитонфон» и от других аудиовизуальных источников.

Далее происходит определение протоколов и параметров источников вещания в сети. Для идентификации информации каждой программе назначается уникальный код (IP-адрес/порт), обеспечивающий доступ к ее просмотру. Для информирования абонентов о содержании TV программ используется сервер анонсов.



Рис. 1. Типовая схема сети IPTV

Просмотр TV программ пользователями осуществляется с помощью телевизионной приставки STB (Set-Top Box) или компьютера с соответствующим программным обеспечением для обработки мультимедиаграфика.

Исходя из рассмотрения принципа работы типовой схемы IPTV можно составить структурную схему модели мониторинга оказываемой услуги (см. рис. 2).



Рис. 2. Структурная схема модели мониторинга IPTV мультисервисной сети передачи данных

В соответствии со структурной схемой (см. рис. 2) мониторинг качества предоставляемой услуги IPTV должен осуществляться на всех этапах цифрового телевизионного вещания от источника информации до потребителей. Рассмотрим более подробно модель мониторинга IPTV, реализованную на программном уровне.

Описание модели и ее техническая реализация

Модель строится по модульному принципу, что позволяет разрабатывать и настраивать отдельные ее части независимо друг от друга.

Блок «Источники контента» объединяет набор TV программ, предназначенных для организации вещания IPTV. При этом возможно использовать:

- программы, созданные с использованием стандартных универсальных плееров, способных воспроизводить любые существующие на сегодняшний день форматы аудио- и видеофайлов;
- спутниковые и кабельные источники информации;
- программы TV с серверов VoD, nVoD, PVR и информацию с сервера анонсов программ.

Блок «Модель транспортной сети» выполняет эмуляцию транспортной сети. Рассмотрим подробнее работу данного блока.

Транспортная сеть строится с использованием симулятора GNS3 (Graphical Network Simulator) [6], который осуществляет виртуализацию реального оборудования (см. рис. 3).

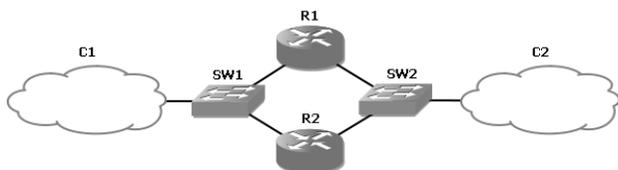


Рис. 3. Пример эмуляции транспортной IP-сети в GNS3

Ядро программы – Dynamips эмулирует аппаратную часть оборудования, непосредственно загружая и взаимодействуя с реальными образами многозадачной операционной системы Cisco IOS (Internetwork Operating System), выполняющей функции сетевой организации, маршрутизации, коммутации и передачи данных. Текстовая надстройка Dynagen упрощает этап построения и настройки виртуальных сетей, а графическая оболочка GNS3 позволяет использовать метод визуального моделирования (см. рис. 4) при проведении исследований.

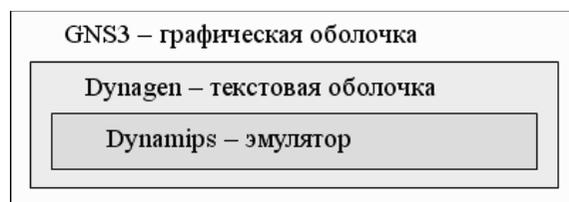


Рис. 4. Схема взаимодействия модулей в симуляторе GNS3

Таким образом, симулятор GNS3 является эффективным инструментом виртуализации сетей с сохранением функциональных свойств оборудования.

Блок «Потребители контента» позволяет подключиться измерительному TV приемнику к любому участку транспортной сети для оценки качества цифрового телевизионного вещания.

Взаимодействие источников и потребителей информации с транспортной IP-сетью в модели происходит через объекты C1, C2 (см. рис. 3) симулятора GNS3.

Блок «Система мониторинга и управления» осуществляет контроль, сбор и анализ параметров работы IPTV на всех этапах цифрового телевизионного вещания от источника информации до потребителей.

Разработанный испытательный тестовый стенд реализован программно на персональных компьютерах, каждый из которых выполняет функции отдельного блока модели мониторинга IPTV мультисервисной сети передачи данных (см. рис. 2).

Пример работы модели

Проведем на конкретном примере исследование услуги IPTV с помощью данной модели.

Транспортная сеть строится в симуляторе GNS3 по следующей схеме (см. рис. 5): два последовательно соединенных виртуальных маршрутизатора (R1, R2) подключены к объекту C1.

Остальные интерфейсы объекта устанавливают связь с реальными сетевыми адаптерами компьютера: eth0 подключен к источнику вещания, eth1 – к приемнику (источник информации и приемник находятся в разных подсетях).



Рис. 5. Пример работы модели мониторинга IPTV

В качестве источника и приемника вещания используются компьютеры с универсальными мультимедиа-плеерами [7] VLC Multimedia Player, один из которых предназначен для передачи информации в IP-сеть, а другой для приема. В данном примере вещание осуществляется по протоколу MPEG-2. Плеер VLC формирует транспортный поток, состоящий из пакетов TS. Далее пакеты TS стандарта MPEG-2 в инкапсуляторе преобразуются в пакеты протокола пользовательских датаграмм UDP (User Datagram Protocol), которые транслируются по IP-сети (см. рис. 6).

Для организации сервера анонсов используется программное обеспечение MiniSapServer [8]. Мультикаст-трафик источника информации через интерфейс eth0 объекта C1 поступает на маршрутизатор R1 и перенаправляется на маршрутизатор R2. Откуда через интерфейс eth1 объекта C1 доставляется на приемник.

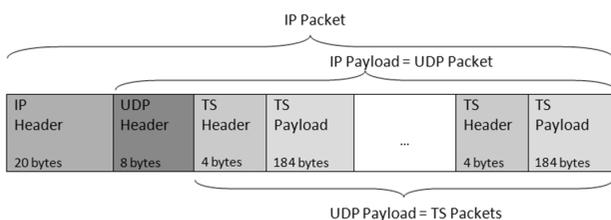


Рис. 6. Инкапсуляция транспортного потока в IP-сеть

Система мониторинга и управления имеет доступ ко всем участкам модели для настройки конфигурации и сбора статистики.

Результаты моделирования

Видеосервер осуществляет вещание мультикасттрафика (в качестве источника выбран файл длительностью 200 С и средней скоростью передачи данных 512 Кбит/С). На приемной стороне происходит отображение полученного видеозображения и звука.

Система мониторинга фиксирует все принятые транспортные пакеты TS, обрабатывает их и выявляет возникающие ошибки.

Изменяя полосу пропускания сети (например, на интерфейсе Fa0/0 маршрутизатора R2) можно оценить процент ошибок в принятом потоке (см. рис. 7).

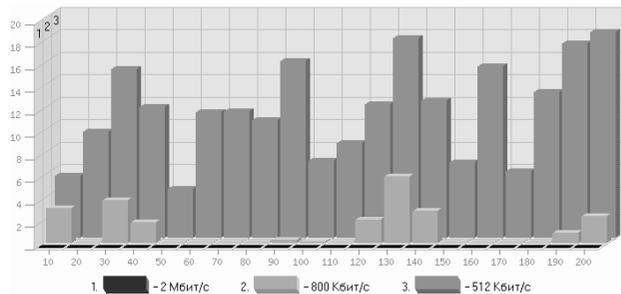


Рис. 7. Зависимость процента ошибок в видеопотоке от полосы пропускания сети

Из графика видно, что при большом запасе в полосе пропускания (2 Мбит/С) видеопоток принимается без потерь – ошибки отсутствуют. Недостаточный запас (800 Кбит/С) приводит к появлению ошибок на интервалах времени с повышенной скоростью передачи данных. Использование полосы пропускания, равной средней скорости видеопотока (512 Кбит/С), ведет к значительному числу ошибок.

Выводы

1. Разработанная модель мониторинга IPTV мультисервисной сети передачи данных, реализованная в виде испытательного тестового стенда, является эффективным инструментом по проведению исследований сервиса IP-телевидения.

2. Модель мониторинга IPTV позволяет:

- исследовать качество предоставляемого IPTV сервиса в режиме реального времени для выявления возможных причин возникновения ошибок;
- собирать подробную статистику качества предоставляемых услуг за длительное время для выработки механизмов по управлению качеством вещания в сетях передачи данных.

3. Предлагаемый метод исследования позволяет оперативно изменять конфигурацию и параметры сети передачи данных, заменять

при необходимости виртуальные блоки на реальное оборудование.

4. В дальнейшем разработанная модель позволит дать рекомендации по повышению эффективности систем мониторинга реальных IPTV сетей передачи данных и, как следствие, обеспечить широкое внедрение цифрового телевизионного вещания в мультисервисных сетях.

Литература

1. Карякин В.Л. Цифровое телевидение. М.: Солон-Пресс, 2008. – 272 с.
2. Масленников И.О. Перспективы развития IPTV в России // Электросвязь, № 2, 2007. – С.7-8.
3. Ширяев Д. Построение мультисервисной сети IPTV. URL: <http://infosfera.sfo.ru> (дата обращения 10.12.10)
4. Косенко С.Г., Карякин Д.В. Исследование параметров оценки качества IPTV // Сб. трудов МНПК «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2010». Одесса: Черноморье, 2010. – С. 78-85.
5. Availability H. White paper – Network Management Solution: Optimize Infrastructure for IPTV Services. URL: <http://www.cisco.com> (10.12.10).
6. GNS3. URL: <http://www.gns3.net> (10.12.10).
7. VideoLAN: Free Multimedia Solutions. URL: <http://www.videolan.org> (10.12.10).
8. MiniSAPServer. URL: <http://wiki.videolan.org/MiniSAPServer> (10.12.10).

DEVELOPMENT OF MODEL FOR MONITORING IPTV MULTISERVICE DATA TRANSMISSION NETWORK

Karjakin V.L., Karjakin D.V., Kosenko S.G.

Perspective of merging traditional digital TV and IPTV broadcasting in multi-service data networks. Notes importance of monitoring the quality of transmission information in digital television systems and networks. Principles of IPTV broadcasting in data networks. Description of the model for monitoring IPTV, which is a tool for research and development of mechanisms for quality control of television broadcasting in computer data networks. Results of assessing quality of IPTV broadcast depending on the parameters of the transport network.

Keywords: digital television broadcasting, technology IPTV broadcasting, multiservice networks, a model for monitoring IPTV, quality control of broadcasting.

Карякин Владимир Леонидович, д.т.н., профессор Кафедры «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-927-600-28-94. E-mail: karyakin@psati.ru

Карякин Дмитрий Владимирович, к.т.н., начальник отдела Информационно-программного обеспечения (ИПО) ПГУТИ. Тел. 8-927-725-16-41. E-mail: dm@psati.ru

Косенко Сергей Геннадьевич, инженер-программист отдела ИПО ПГУТИ. Тел. 8-917-118-41-11. E-mail: ks@psati.ru

УДК 004.7:621.39

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЗАДЕРЖЕК ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ПАКЕТОВ ПО СЕТИ С КОЛЬЦЕВОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

Гавлиевский С.Л.

Кольцевая топология нашла широкое применение при построении сетей широкополосного доступа к услугам Internet. В статье приведены результаты расчетов характеристик сети, выявлены «узкие» места, рассмотрены варианты улучшения характеристик качества обслуживания

Ключевые слова: вероятностно-временные характеристики, маршрутная таблица, математическая модель, очереди, задержки, система нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ).

Математическая модель

В [1-4] приведена СНАУ, описывающая потоки на ветвях сети в стационарном режиме при использовании одного класса обслуживания

$$\lambda = \lambda_0$$

$$\begin{cases} P^{(l)} = f_p(M, \pi), & \forall l \in \overline{[1, n_u]} \\ N^{(l)} = f_N(P^{(l)}), & \forall l \in \overline{[1, n_u]} \\ \lambda = f_\lambda(P^{(l)}, N^{(l)}, \Lambda, \pi), \forall l \in \overline{[1, n_u]} \\ \pi = f_\pi(\lambda), \end{cases}$$