

УДК 004.75:004.77

**РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОСТРОЕНИИ И УПРАВЛЕНИИ
ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ СЕТЕВЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

ВОСТРОВ Г.Н., ГОДЫНСКИЙ М.Г., АТИЕ А.

Одесский национальный политехнический университет

**DISTRIBUTED TECHNOLOGY IN THE DESIGN AND CONTROL OF DYNAMIC
NETWORK COMMUNICATION SYSTEMS**

VOSTROV G.N., GODYNSKY M.G., ATIE A.

Odessa National Polytechnic University

***Аннотация.** Проанализированы проблемы создания систем сетевых коммуникаций на транспортном и прикладном уровнях. Представлены алгоритмы построения и управления распределенными динамическими системами сетевых коммуникаций.*

***Abstract.** The problems of developing network communication systems at the transport and application levels are investigated. The algorithms of construction and management of distributed dynamic network communication systems are presented.*

Развитие и становление информационного общества ознаменовалось появлением самого различного типа коммуникационных сетей: как глобальной сети Интернет, так и созданием многочисленных внутренних сетей Интранет. Такое экспоненциальное развитие технологий не могло не стать причиной появления целого ряда задач и проблем, связанных с динамической природой коммуникаций. Среди наиболее значимых проблем можно выделить [1]:

1. Проблемы выбора технологии построения сетевых коммуникаций, причем не только на физическом уровне, но и на транспортном и прикладном.
2. Проблемы управления трафиком, в том числе связанные с неоднородностью систем коммуникаций на физическом уровне (различие сред передачи данных, будь то оптическое волокно, витая пара, коаксиальные кабели, радиоканалы). Сюда же относятся и вопросы самоорганизации создаваемых систем коммуникаций с целью минимизации влияния на работу систем человеческого фактора.

Указанные проблемы в свою очередь разбиваются на более мелкие подпроблемы, позволяющие более детально исследовать каждый вопрос на необходимом уровне абстракции. Для оценки эффективности их решения служат следующие функциональные критерии коммуникационных систем транспортного и прикладного уровней:

- Надежность;
- Стабильность;
- Масштабируемость и расширяемость;
- Распределенность;
- Обеспечение и разграничение доступа.

В свою очередь к программному обеспечению соответствующих систем дополнительно относят критерии:

- Возможность работы в реальном времени;
- Поддержка мультимедийности;

– Кросс-платформенность.

В данной работе делается попытка обобщить новейшие достижения в сфере телекоммуникаций и создать эффективную схему построения и управления распределенными динамическими системами сетевых коммуникаций на транспортном и прикладном уровнях.

Основой для системы, удовлетворяющей всем указанным критериям, могут служить пиринговые (одноранговые, децентрализованные) сети [2, 3, 4]. В них все узлы (называемые пирами) являются равноправными, и каждый узел является как клиентом, так и сервером. Пиринговые сети обладают рядом достоинств:

- 1) Работоспособность сети сохраняется при любом количестве и сочетании узлов.
- 2) Нет никаких ограничений на количество одновременно подключенных узлов.
- 3) Эффективность работы системы (в том числе, скорость передачи данных) возрастает прямо пропорционально количеству участников сети.
- 4) Создается самоуправляемая топология, где узлы пытаются установить коммуникационные каналы, основанные на метриках времени отклика, т.е. в пределах сети для передачи данных будут выбираться узлы с самыми низкими задержками с целью снижения трафика, проходящего через более медленные узлы и увеличения общей пропускной способности.
- 5) Уменьшается потребность в большой серверной инфраструктуре, и появляется возможность создавать хорошо масштабируемые приложения, которые используют распределенную обработку и хранение данных.

Следующей важной технологией в построении и управлении системами коммуникациями является мультикаст (multicast) – технология групповой адресации [2, 3]. Мультикаст – это специальная форма широко вещания, при которой сетевой пакет одновременно направляется определенному подмножеству адресатов — не одному (юни-каст, unicast), и не всем (бroadкаст, broadcast). Так, при традиционной форме IP-адресации требуется каждому получателю информации послать свой пакет данных, таким образом, одна и та же информация передается много раз. Мультикаст представляет собой расширение IP-адресации, позволяющее направить одну копию пакета сразу всем указанным получателям. При этом множество получателей определяется принадлежностью каждого из них к конкретной группе, а рассылку для конкретной группы получают только члены этой группы.

Дополнительно мультикаст имеет еще несколько важных преимуществ:

- 1) Добавление новых пользователей не влечет за собой необходимое увеличение пропускной способности сети, таким образом, нет ограничений на количество получателей.
- 2) Значительно сокращается нагрузка на посылающий сервер, который больше не должен поддерживать множество двухсторонних соединений. Т.е. данные пересылаются между клиентами в режиме реального времени без маршрутизации через центральный сервер, что дает низкую нагрузку на канал сервера: сервер используется только для поддержания самой топологии сети, для установки соединений и авторизации.
- 3) Позволяет эффективно распределять потоки данных по пиринговой сети. Это могут быть потоки аудио, видео или просто данные, где требуется реал-тайм рассылка изменений состояния. Для таких задач мультикаст подходит лучше, чем простая публикация через сервер.

Графічески схема мультикаста представлена на рисунку 1.

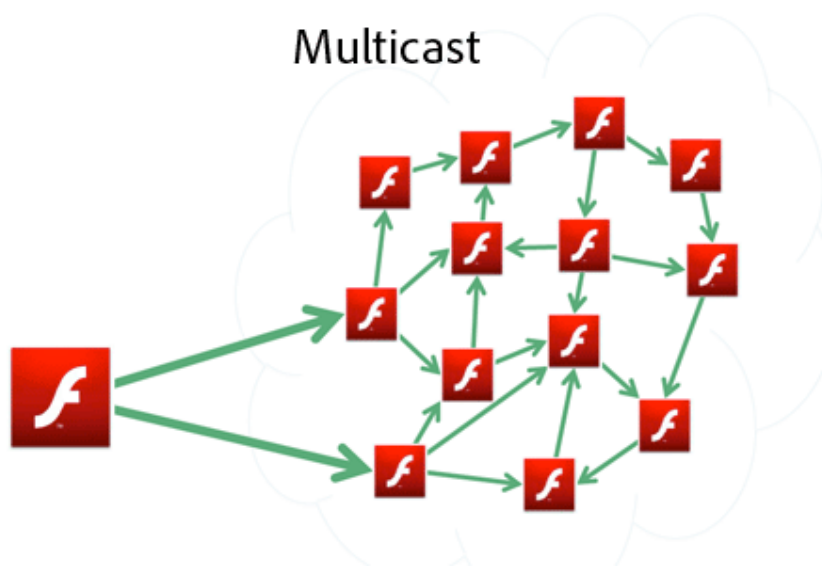


Рисунок 1 – Схема мультикаста

Мультикаст розділяють на мультикаст рівня застосування та вихідний IP-мультикаст (не використовує P2P-з'єднання, а використовує можливості мережевого маршрутування). Мультикаст рівня застосування називають оптимізованим розподіленням потоку серед пірів: він дозволяє розподіляти потоки даних, використовуючи пірингові з'єднання. Нативний IP-мультикаст замість пірингових з'єднань використовує можливості мережевого маршрутування, дозволяючи працювати без серверів та підтримуючи статичну та динамічну адресацію. В основному це використовується в мережах, які підтримують таку можливість (VPN, LAN, внутрішні мережі), що дозволяє повністю виключити доступ до такої мережі ззовні.

Існує можливість комбінувати нативний мультикаст та мультикаст рівня застосування, що називається мультикаст-фьюжн (Multicast Fusion). Для цієї мети обов'язково вимагається наявність сервера. Схема мультикаст-фьюжн представлена на рисунку 2.

На транспортному рівні для більш ефективного управління комунікаційними системами переважно використовують UDP-з'єднання. Вони надають наступні переваги:

- зменшується час реакції між клієнтами та сервером;
- відсутня повторна відправка втрачених пакетів даних;
- скорочується час реакції на запити;
- підвищується надійність з'єднання;
- гарантується висока продуктивність потокової передачі мультимедійного контенту в режимі реального часу.

Multicast Fusion

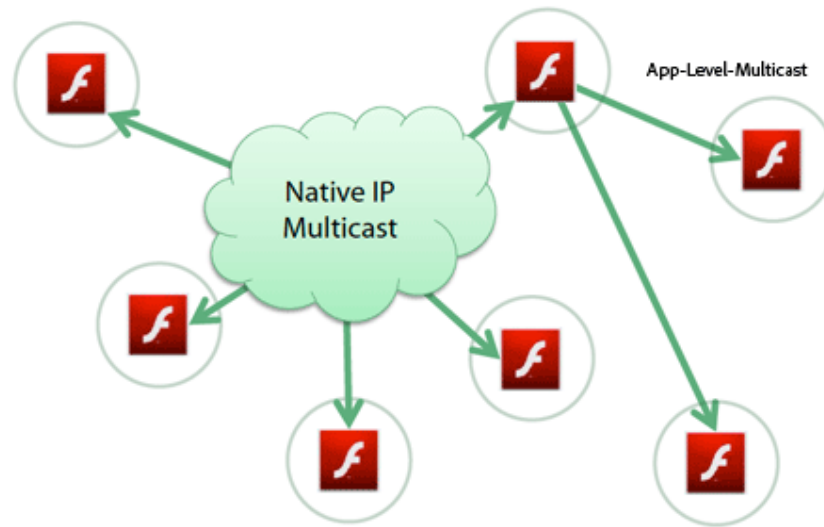


Рисунок 2 – Схема мультикаст-фьюжн

Соединить возможности пиринга, мультикаста и UDP-соединений позволяет протокол RTMFP (Real-Time Media Flow Protocol) [2, 3, 4]. Кроме преимуществ описанных выше технологий среди достоинств RTMFP следует отметить:

1) Быстрое восстановление соединения после кратковременных сбоев, например, при прерывании связи беспроводной сети. После возобновления соединения все сетевые функции восстанавливаются мгновенно.

2) Активные сетевые модули сохраняются даже при смене IP-адреса. Например, соединение не прервется, если ноутбук переключить из режима беспроводного соединения в режим проводного. Это критически важное требование для информационного взаимодействия или применения технологий в режиме реального времени.

3) Организация групп [2, 3], основными характеристиками которых являются:

- создание общих механизмов для передачи данных набору клиентов;
- высокая масштабируемость;
- оптимизация соединений (в частности, для передачи данных от многих издателей при низкой скорости передачи данных);
- собственное управление доступом (в том числе на основе паролей);
- мультикаст;
- система уведомлений, отправляемых каждому узлу группы;
- направленная маршрутизация. например, сообщения могут быть направлены всем соседям, ближайшему к определенному групповому адресу соседу или определенному узлу. Основное преимущество направленной маршрутизации – то, что она позволяет издателю отправить данные определенным узлам в пределах группы;
- объектная репликация для тиражирования данных узлам группы. Объектная репликация автоматически управляется узлами в пределах пиринговой сети. Преимущество использования объектной репликации — то, что любой запрос репликации дан-

ных в конечном счете достигнет всех узлов сети. Эта функция — идеальный кандидат к применению в ситуации, когда совместно используемые данные должны быть распределены множеству клиентов;

- отсутствие ограничений на количество одновременно подключенных клиентов.

4) Поддержка передачи мультимедийной информации в высоком качестве: зависит только от скорости интернет-соединения узлов.

5) Безопасность: пакеты кодируются в реальном времени с помощью уникальных для каждой сессии 128-битных ключей AES-шифрования с использованием метода обмена ключами Диффи-Хеллмана. Клиенту требуется знать имя потока, а также одноранговые идентификационные данные протокола. Идентификационные данные имеют 256-битовую структуру, взаимосвязанную с идентификационными данными протокола. Помимо этого, протокол должен одобрить одноранговый запрос непосредственно перед соединением. Также поддерживается доступ на основе паролей и ключей.

Однако RTMFP обладает тем недостатком, что в ряде случаев из-за особенностей топологии на сетевом уровне (например, в случае нахождения пользователей за сложными NAT-маршрутизаторами) нет возможности присоединить новые узлы. В этом случае на помощь приходит другой протокол, RTMP (Real-Time Media Protocol) [4], основанный на TCP-соединениях. Он не поддерживает пиринга и мультикаста, но позволяет соединяться по модели “точка - точка” с использованием сервера.

В разработанном программном обеспечении удалось соединить возможности пиринга, мультикаста, RTMFP и RTMP, и создать систему, адаптирующуюся к топологии сети. Также система включает следующие дополнительные возможности:

1) Кроссплатформенность (поддержка Windows, Mac OS, Linux/Unix, Android, Apple iOS).

2) Доступ к серверу только по определенному набору ключей.

3) В качестве медиа-источников для передачи могут использоваться:

- микрофоны (при передаче аудио-данных используются вокодеры speex и netlmoser).

- камеры (в том числе виртуальные камеры и ip-камеры, работающие по протоколу mjpeg).

- видео-файлы в формате flv.

- аудио-файлы в формате mp3.

- изображения во всех популярных форматах.

- флеш-ролики.

4) Запись видео в формате FLV и в виде изображений.

5) Обмен сообщениями в чате.

6) Обмен файлами любого размера.

7) Обмен графической информации с помощью общей доски.

8) Получение разнообразной статистики по качеству соединения и другим параметрам.

9) Управление параметрами передачи (качество видео, аудио, допустимые задержки и т.п.) независимо для каждого из абонентов (как для передающих данные, так и для принимающих).

10) Детальная настройка каждого используемого параметра, в том числе возможность загрузки профилей готовых конфигураций из XML или других типов файлов.

Однако, как видно из предыдущего описания, возможности используемых технологий и сама архитектура программного обеспечения позволяет разработанной системе легко расширяться на основе добавления модулей, плагинов и т.п. Это позволяет, например, реализовывать дополнительную функциональность в виде возможности моделирования, планировщика трансляций, разнообразных математических алгоритмов для анализа и обработки данных и т.д.

Таким образом, подобная система может эффективно использоваться в следующих направлениях:

- 1) Проведение широковещательных онлайн-трансляций, видеоконференций.
- 2) Интернет-телевидение, получение видео по запросу.
- 3) Закрытые бизнес-сети.
- 4) Телемедицина.
- 5) Образовательные программы, системы дистанционного обучения, вебинары.
- 6) Системы опросов.
- 7) Системы наблюдения.
- 8) Природо-охранные мероприятия.

В настоящий момент разработанная система тестируется и используется в рамках образовательных программ Малой академии наук Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tony T. Lee. Principles of Broadband Switching and Networking / Tony T. Lee, Soung C. Liew. – A John Wiley & Sons, Inc., Publication, Canada, 2010. – 478 p.
2. Matthew Kaufman. P2P on the Flash Platform with RTMFP – Adobe Systems Incorporated / Matthew Kaufman. – Adobe Max conf. – 2009. – 86 p.
3. Matthew Kaufman. RTMFP Overview – Adobe Systems Incorporated / Matthew Kaufman. – IETF77 TSV AREA. – 2009. – 57 p.
4. Brian Lesser. Player-to-Player Communications with RTMFP – Adobe Systems Incorporated / Brian Lesser. – FITC. – 2009. – 44 p.