

УДК 004.724

Разработка системы для вещания потокового контента с использованием р2р-технологий

Шишканов П.А., Салех Х.М.

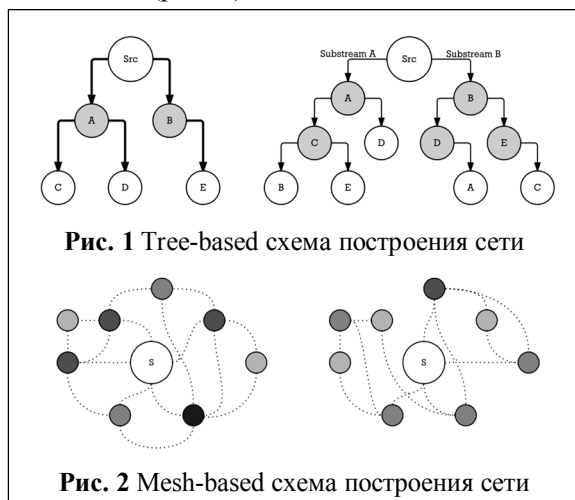
Тема данной работы - разработка системы для передачи потокового контента с применением р2р-технологий. Преимущество разрабатываемой системы – это снижение нагрузки на централизованные узлы системы и поддержание максимального распределения задач между узлами в системе.

Ключевые слова: peer-to-peer сети, потоковое вещание в режиме онлайн, алгоритмы, мобильное приложение.

Введение

С каждым годом объём передаваемых данных в сети Интернет постоянно растёт, и большую часть этого объёма составляет передача потокового медиа-контента при просмотре фильмов и сериалов в режиме реального времени. Если зрители видят, как повышается качество таких сервисов и контента в них, то со стороны сервисов появляются новые задачи по обеспечению надлежащего качества обслуживания клиентов. Одним из способов оптимизации инфраструктур контент-провайдеров является применение р2р-технологий, что позволит переложить часть нагрузки с инфраструктуры компании на устройства зрителей.

В современной литературе принято выделять два вида P2P-сетей: tree-based (рис. 1) и mesh-based (рис. 2).



В tree-based системах узлы выстраиваются в иерархичную схему в виде дерева или нескольких деревьев и при получении новых данных они сразу передаются дочерним узлам. В mesh-based системах связи между уз-

лами строятся хаотичным образом и новые данные пересылаются соседним узлам только при явных запросах. На рис. 3 представлены схемы передачи данных для обеих вариантов построения оверлейной сети.

Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки, которые нужно учитывать при выборе схемы построения оверлейной сети.

На рис. 4 представлены основные виды узлов и связи между ними.

Всего в системе можно выделить два основных вида узлов: ведущий трансляции (Peer B) и зрители (Peer A, C, D). Ведущий трансляции является источником нового контента в сети, в зрители обмениваются этим контентом между собой.

Разработка системы для вещания потокового контента

В качестве существующих решений были рассмотрены научные статьи по следующим системам: Gridmedia [1], Overcast [2], Cool-Streaming [4], LayerP2P [5], StanfordPeer-to-PeerMulticast [8]. В качестве решения для построения готовой оверлейной сети был рассмотрен Scribe [9]. На данный момент не существует готовых решений для организаций трансляций с применением P2P-подхода, то нельзя с уверенностью говорить о том, какой набор применяемых технологий и подходов обеспечит работоспособность системы на высоком уровне. Всю систему можно разделить на несколько уровней и на каждом из них необходимо подбирать наиболее подходящее решение для текущих условий.

Ввиду того, что основной платформой для запуска ПО системы являются мобильные

устройства на базе iOS, то это накладывает ещё больше ограничений и требований к реализации. Так для работы с видеопотоком необходимо использовать аппаратное кодирование/декодирование, так как оно энергоэффективнее и быстрее чем программное решение. На платформе iOS используется современный кодек H.265 (HEVC), который позволяет на 40% эффективнее сжимать видеокадры по сравнению с предыдущей версией H.264. Так же данный кодек позволяет воспроизводить видео в минимальном качестве при наличии только части кадров, а наличие других кадров позволит улучшить качество видео. Низкоуровневый доступ к кодированию/декодированию с помощью фреймворка VideoToolbox позволяет настраивать детальную конфигурацию с учётом условий работы приложения.

Для расчёта объёма передаваемого видео используется следующая формула:

$$\begin{aligned} & \text{pixel across} * \text{pixels down} * \\ & \text{frame rate} * \text{motion rank} * 0.07 = \\ & \text{total size} \quad (1) \end{aligned}$$

Распространённым подходом к передаче потокового видео является использование на транспортном уровне протокола UDP, так при использовании TCP и частой потере пакетов при использовании мобильной сети будет происходить частая повторная пересылка пакетов, что негативно скажется на воспроизведении видеопотока. В тоже время потеря пакетов не является проблемой при потоковом воспроизведении, и их повторная пересылка не требуется. При использовании UDP в сети может возникнуть перегрузка, если клиент своевременно не сможет обраба-

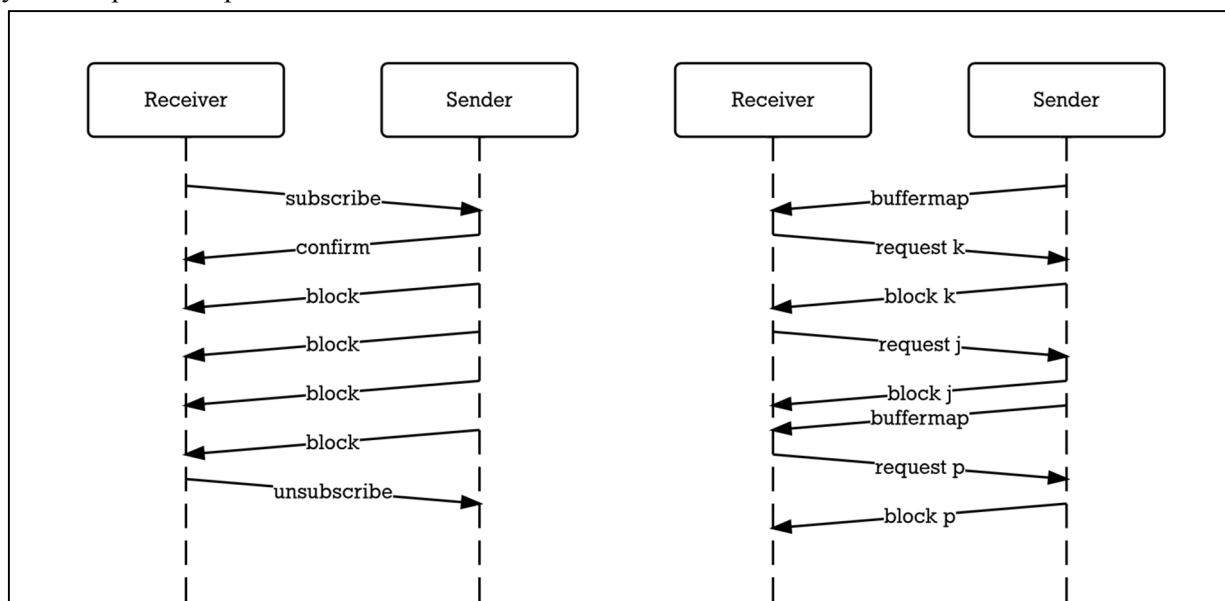


Рис. 3 Схема передачи данных в tree-based и mesh-based системах

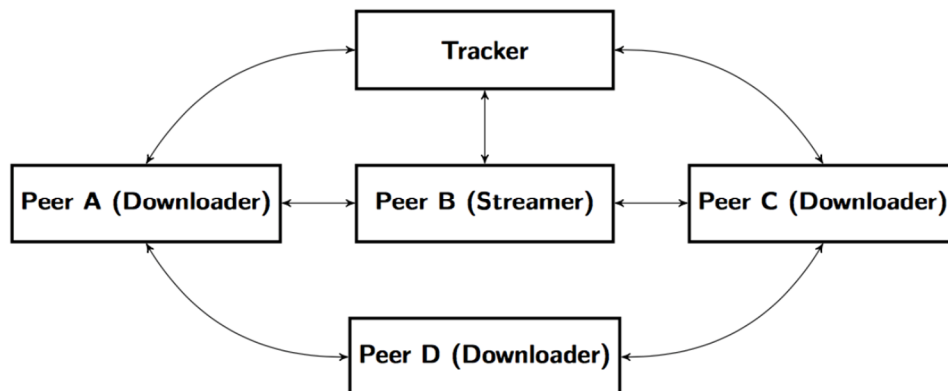


Рис. 4 Архитектура системы

тывать поток данных от отправителя. Для предотвращения этого необходимо использовать алгоритмы управления нагрузкой. Одним из таких алгоритмов является LEDBAT, который учитывает время прохождения датаграммы. Другим решением может быть использование полноценных протоколов на базе UDP, таких как QUIC.

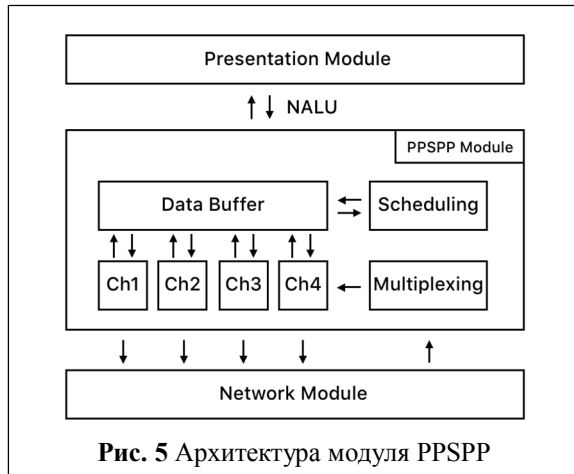


Рис. 5 Архитектура модуля PPSPP

Основным модулем при реализации ПО для мобильного приложения является модуль, отвечающий за построение оверлейной сети и алгоритм передачи данных между узлами. Реализация данного модуля является общей для ПО на разных платформах и написан на языке C.

Схему данного модуля можно видеть на рис. 5.

На каждом из устройств присутствует свой буфер с данными, которые туда поступают из двух источников: от других узлов (для зрителей) и с камеры устройства (для ведущего). При поступлении новых данных трансляции узел оповещает соседние узлы о наличии новых данных и отправляет их в случае получения запроса. Взаимодействие с другими узлами происходит посредством каналов – логических сущностей, по которым передаются данные между двумя узлами. С точки зрения транспортного протокола все сообщения приходят на один сокет, а на основе данных из сообщения распределяется в нужный канал. Для непрерывного вещания необходимо контролировать состояние буфера кадров трансляции и запрашивать как можно быстрее наиболее важные фреймы. Для этого реализован отдельный подмодуль Scheduling.

Для воспроизведения потока видео на платформе iOS существует готовое решение в стандартной библиотеке, которому необходимо предоставлять последовательность фреймов (I, P, B-frame) и настройки закодированного видео (SPS, PPS). В общем виде

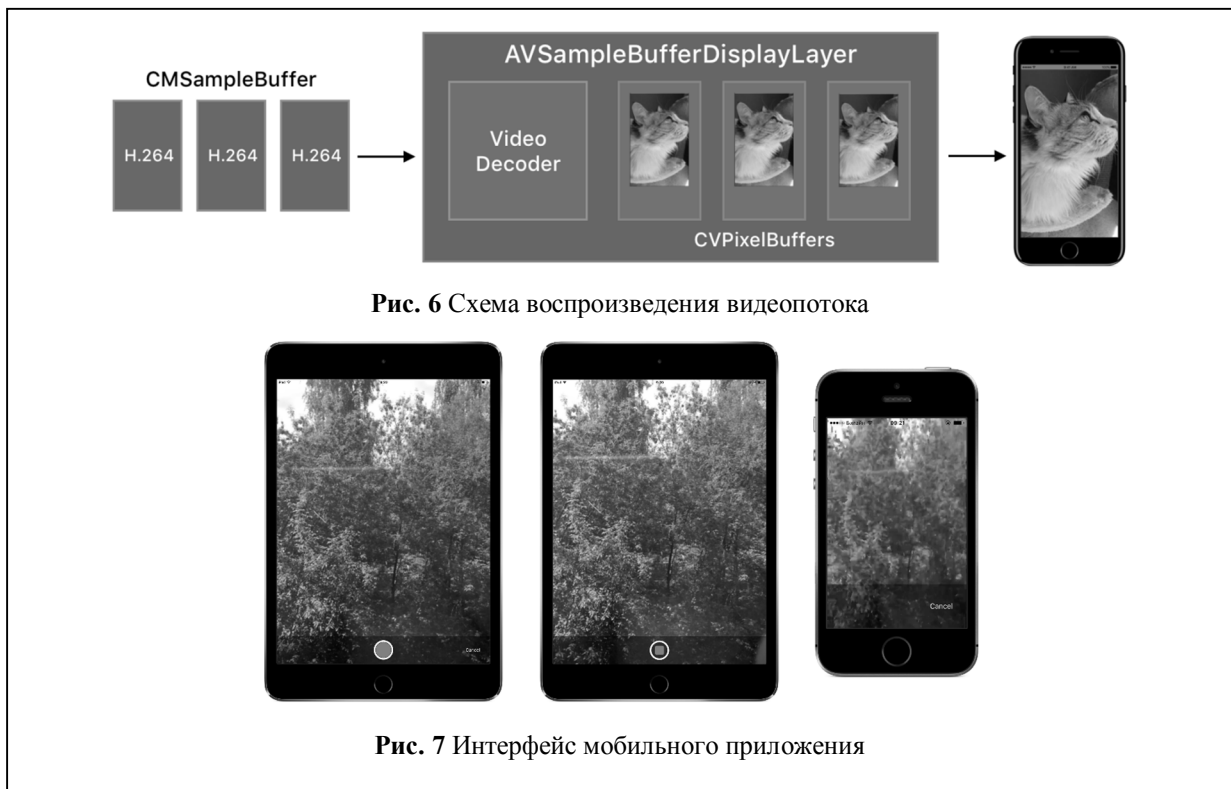


Рис. 6 Схема воспроизведения видеопотока

Рис. 7 Интерфейс мобильного приложения

схема данного процесса представлена на рис. 6.

Интерфейс мобильного приложения представлен на рис. 7.

Основным требованием к работе системы на ранних этапах разработки было выбрано удовлетворительное качество видео при отсутствии задержек при воспроизведении. При тестировании системы на 4-х узлах данное требование было удовлетворено, и разработка была продолжена для реализации других задач.

Заключение

На данный момент реализован модуль для захвата видео с камеры устройства, его подготовка к передаче по сети и наоборот, воспроизведение полученных данных на устройстве зрителей; модуль для решения P2P-задач, которые заключаются в построении оверлейной сети и алгоритма обмена данными. В качестве недостатков текущей системы можно отметить нерассмотренные вопросы о безопасности обмена данными в сети, механизма обнаружения новых участников (tracker, DHT, PEX) и преодоление NAT.

Литература

1) Gridmedia: A Practical Peer-to-Peer Based Live Video Streaming System / L. Zhao, J. g. Luo, M. Zhang // 2005 IEEE 7th Workshop on Multimedia Signal Processing. 2005. Oct. 1-4.

2) Overcast: Reliable Multicasting with on Overlay Network / John Jannotti, David K. Giord, Kirk L. Johnson // Proceedings of the 4th Conference on

Поступила 25 июня 2017 г.

The theme of this work is the development of a system for the transmission of streaming content using p2p-technologies. The advantage of the system being developed is the reduction of the load on the centralized nodes of the system and the maintenance of the maximum distribution of tasks between the nodes in the system.

Key words: peer-to-peer network, live video streaming, Mesh-based.

Шишканов Павел Александрович – магистрант ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», разработчик ПО ООО «БСЦ Владимир».

E-mail:

Салех Хади Мухаммед - кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и программной инженерии ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Symposium on Operating System Design & Implementation - Volume 4. OSDI'00. Berkeley, CA, USA: USENIX Association, 2000.

3) Scalable Application Layer Multicast / Banerjee Suman, Bhattacharjee Bobby, Kommareddy Christopher. // Proceedings of the 2002 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communications. SIGCOMM '02. New York, NY, USA: ACM, 2002. №. 205 217.

4) CoolStreaming/DONet: A Data-driven Overlay Network for Peer-to-Peer Live Media Streaming / Xinyan Zhang, Jiangchuan Liu, Bo Li // in IEEE Infocom. 2005.

5) LayerP2P: Using Layered Video Chunks in P2P Live Streaming / Z. Liu, Y. Shen, K. W. Ross // IEEE Transactions on Multimedia. 2009. Nov. 11, 7. №. 1340 1352.

6) Challenges, Design and Analysis of a Large-scale P2P-vod System / Yan Huang, Tom Z.J. Fu, Dah-Ming Chiu // SIGCOMM Comput. Commun. Rev. New York, NY, USA, 2008.

7) Scribe: a large-scale and decentralized application-level multicast infrastructure / M. Castro, P. Druschel, A. M. Kermarrec // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2002. Oct. T. 20, № 8. 1489-1499.

8) Stanford Peer-to-Peer Multicast (SPPM) - Overview and recent extensions / J. Noh, P. Baccichet, F. Hartung // 2009 Picture Coding Symposium. 2009. May. C. 1-4.

9) Clubbing with the peers: A measurement study of BitTorrent live / Ruckert J., Knierim T., Hausheer D. // 14-th IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing. 2014. Sept. C. 1-10.

10) Scamp: Peer-to-Peer Lightweight Membership Service for Large-Scale Group Communication / Ganesh Ayalvadi J., Kermarrec Anne-Marie, Masouli e Laurent. // Networked Group Communication: Third International COST264 Workshop, NGC 2001 London, UK, November 7 9, 2001.

E-mail: hadimsaleh@gmail.com.