

ОБМЕН ВИДЕОДАНЫМИ ПОСРЕДСТВОМ ETHERNET

студент гр. 914301 Колосович У. А.

*Научный руководитель - канд. техн. наук Ролич О. Ч.*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

В мире ежедневно растёт количество устройств и платформ с поддержкой видео. Согласно прогнозам, к 2021 году глобальный интернет-трафик увеличится почти в три раза, при этом на видеопотоки будет приходиться примерно 82% от общего объёма трафика [1]. В настоящее время в потребительском видео преобладает формат HighDefinition (HD), но всё более популярными становятся форматы и более высокого разрешения, например 4K.

Целью данной работы является анализ способов передачи видеофайлов по сети Ethernet с поддержкой стандартных протоколов.

Технология Ethernet позволяет объединять устройства в локальные сети и взаимодействовать друг с другом по сетевым протоколам, входящим в стек Ethernet-протоколов, управляющих процессами передачи данных по локальной сети. На рисунке 1 представлена классификация широко используемых частных Ethernet-технологий [2].

Современное оборудование позволяет достигать сетевых скоростей в 40 Гб/с и 100 Гб/с. Такие технологии получили название соответственно 40GbE и 100GbE [3]. Они являются наиболее перспективными для передачи видеопотоков по сети Ethernet.

Наиболее популярным на сегодняшний день потоковым механизмом для доставки интернет-видео является HAS. Данный механизм построен на базе протокола TCP транспортного управления передачей. TCP увеличивает скорость передачи отправителя на постоянную величину, когда ожидающие пакеты надёжно подтверждаются получателем. При потере же подтверждения из-за перегрузки получателя, отправитель повторно передаёт потерянные пакеты, что приводит к снижению скорости передачи. Это пагубно сказывается на соблюдении сроков воспроизведения для обеспечения потоковой передачи видео с низкой задержкой.

Протокол UDP дейстаграмм пользователя в большей степени подходит для приложений с требуемой низкой задержкой передачи данных, нежели TCP.

Но и достоверность передачи по UDP ниже, чем по TCP. В результате были предприняты усилия по гибридизации на транспортном уровне протоколов TCP и UDP с целью объединения надёжности TCP с малой задержкой UDP.

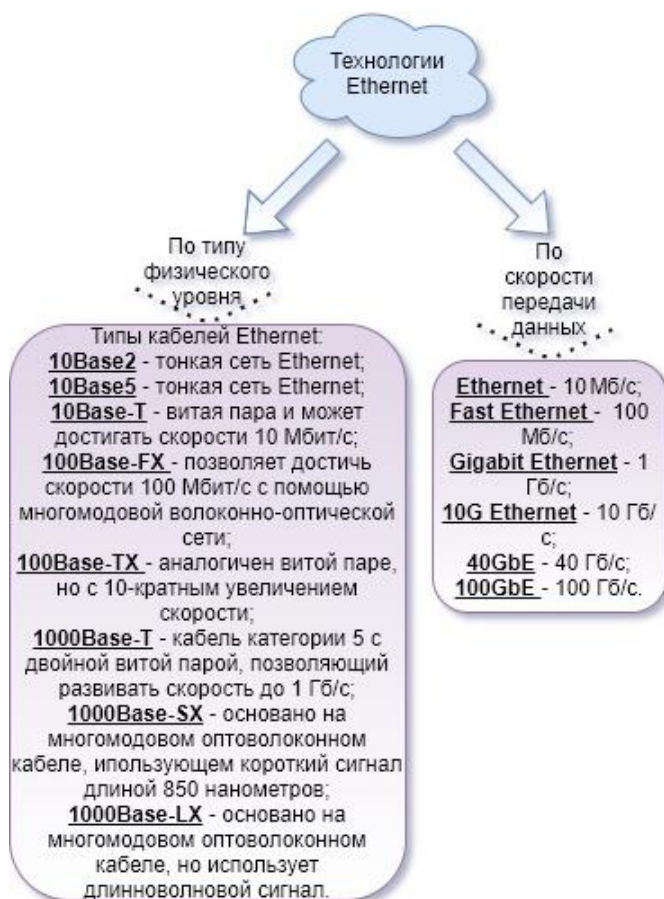


Рис 1. Классификация частных Ethernet-технологий.

Проведённое экспериментальное исследование потоковой передачи HDVoDStreaming с низкой задержкой, вследствие применения гибкого двойного протокола TCP-UDP, именуемого FDSP с изображённой на рисунке 2 архитектурой, сочетает характеристики высокой надёжности TCP и низкой задержки UDP [4]. FDSP доставляет наиболее важные части видеоданных через TCP, а остальные – через UDP. Для регулирования количества данных, передаваемых по TCP, используется шкала BP приоритизации битового потока. BP настраивается в зависимости от уровня перегрузки сети. Потоковая передача на основе FDSP обеспечивает меньшее время и меньше случаев повторной буферизации, чем потоковая передача на основе TCP, а также меньшие потери пакетов, нежели потоковая передача на основе UDP. FDSP с BP характеризуется высоким качеством видео с малой задержкой.

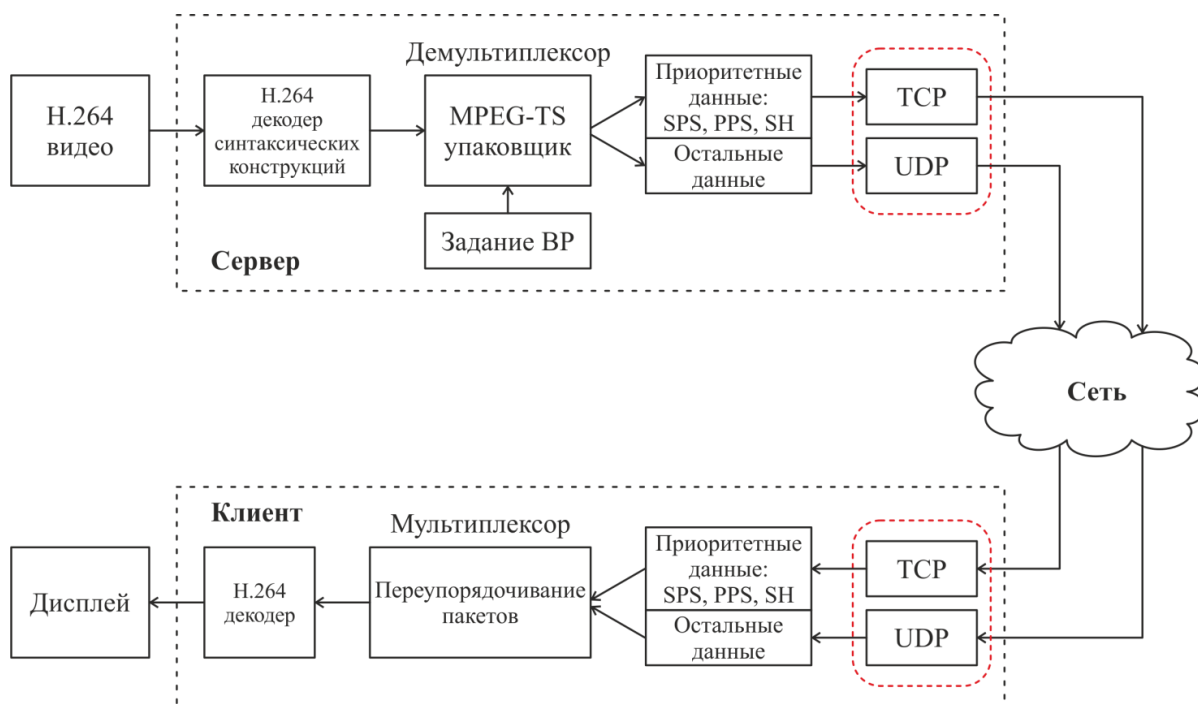


Рис 2. Архитектура FDSP.

Проведены исследования и реализованы процедуры, направленные на уменьшение задержки, вызванной сегментацией видео. Клиент поддерживает видеобuffer из двух или более сегментов, обычно по 10 секунд каждый, что приводит к задержке в 20 и более секунд. Снижение размера сегмента до нескольких секунд может уменьшить размер буфера воспроизведения у клиента, что, в свою очередь, снизит и задержку в передаче видеоданных. Однако это увеличивает общее количество сегментов и, следовательно, количество HTTP-запросов, которые клиент отправляет на сервер для получения видеосегментов. Подобные запросы используют важную полосу пропускания в размере одного времени приёма-передачи на сегмент видео.

Также проведён анализ передачи видеоданных по протоколу UDP. UDP транслирует принятые данные в буфер приёма сокета. Если буфер приёма сокета переполнен, то пакет отбрасывается. Размер буферов сокетов дейтаграмм по умолчанию составляют 9216 и 41920 байт соответственно. От размера буфера сокета зависит объём данных, которые могут быть в него помещены. Значение максимального размера буфера ограничивает объём памяти, который может быть выделен буферу сокета. То есть, если в сети Ethernet кластер размером 2048 байт может содержать не более 1500 байт данных, то значение максимального размера буфера должно быть в 1,37 раз больше указанного размера буфера сокета. Рекомендуется, чтобы значение максимального размера буфера было как минимум в 2 раза больше размера самого большого буфера сокета. Максимальный размер

пакета UDP составляет 64 КБ. Если приложение отправляет блоки данных большего размера, оно может самостоятельно разбить их на дейтаграммы. Поэтому, в подобном случае в целях устранения потерь видеоданных рекомендуется воспользоваться протоколом TCP.

Рекомендации в сокращении видеозадержки в процессе передачи видеоданных через Ethernet включают в себя модификации на транспортном уровне. При этом важные пакеты передаются через TCP-соединения более высокого качества и, следовательно, менее подвержены повторной передаче. Этот способ решает проблему задержки на транспортном уровне, но на прикладном уровне всё же присутствует значительная задержка из-за типичных размеров видеосегментов в HAS [4, 5].

Результаты общего сравнительного анализа протоколов TCP, UDP и FDSP как сочетания протоколов TCP-UDP представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты сравнения протоколов TCP, UDP, FDSP.

| Характеристика | TCP | UDP | FDSP |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Надёжность | Надёжный | Ненадёжный | Надёжный |
| Установка соединения | Протокол с установлением соединения | Протокол без установления соединения | С установкой соединения посредством TCP для передачи более важных данных |
| Повторная передача сегментов | Есть | Нет | Есть повторная передача более важных данных по TCP, остальные данные без повторной передачи по UDP |
| Скорость передачи сегментов | Низкая | Высокая | Проблема задержки решается на транспортном уровне, на прикладном она существует |

FDSP ортогонален адаптивной потоковой передаче и, таким образом, может использоваться в качестве транспортного протокола для современных систем доставки видео на основе сегментов. Исходя из сравнительной таблицы 1, FDSP эффективен в достижении баланса между задержкой и качеством изображения, и имеет преимущество перед протоколами UDP и TCP.

Литература

1. Прогнозируется трёхкратное увеличение IP-трафика к 2021 году [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://giprosvjaz.by/ru/pv/news/prognoziruetsya-trekhkratnoe-uvvelichenie-1352>.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 960 с.
3. Что такое Ethernet. Классификация [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://hpc.by/ethernet>.
4. Gatimu, K. Experimental study of low-latency HD VoD streaming using flexible dual TCP-UDP streaming protocol / Kevin Gatimu, Arul Dhamodaran, Taylor Johnson, Ben Lee [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/323861272_Experimental_study_of_low-latency_HD_VoD_streaming_using_flexible_dual_TCP-UDP_streaming_protocol#pf2.
5. Flexible Dual TCP/UDP Streaming for H.264 HD Video Over WLANs [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://web.engr.oregonstate.edu/~benl/Publications/Conferences/ICUIMC2013.pdf>.