



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2017, № 1, с.70-77.

Поступила: 16.06.2017

Окончательный вариант: 04.10.2017

© УлГУ

УДК 004.021

Видеоконференции в системах мобильной связи

Смагин А. А.^{1,*}, Мельников О. С.¹

[*smaginaa1@mail.ru](mailto:smaginaa1@mail.ru)

¹УлГУ, Ульяновск, Россия

В данной статье рассмотрены проблемы организации видеоконференцсвязи в системах мобильной связи. Проанализированы виды видеоконференцсвязи и их отличительные особенности. Рассмотрены методы повышения эффективности работы видеоконференцсвязи при использовании устройств с ограниченными ресурсами.

Ключевые слова: видеоконференция, видеочат, системы мобильной связи, мобильные устройства.

Системы мобильной видеоконференцсвязи все ещё остаются малодоступными. Этому есть несколько причин. Во-первых, мощности мобильных устройств зачастую оказывается недостаточно для организации видеоконференцсвязи. Связано это с тем, что в существующих системах видеопоток от каждого абонента кодируется отдельно от других, соответственно принимающей стороне приходится декодировать количество потоков, равное количеству абонентов. Также, в большинстве систем видеоконференцсвязи передача видеопотоков между участниками конференции организована по принципу одноранговой сети (т.е. в обмене видеопотоков не задействуется сервер). Во-вторых, в виду своей специфики, мобильные устройства зачастую передают информацию по каналам связи, качество которых оставляет желать лучшего. В результате возникает проблема синхронизации потоков от нескольких абонентов. В-третьих, нередко проблема, когда пользователи находятся за сетевыми экранами, и чисто физически не могут связаться друг с другом напрямую. В таком случае необходимо использовать STUN/TURN сервера.

Существует несколько режимов видеоконференцсвязи [1]:

- Видеочат. В этом режиме в видеоконференции участвуют только два человека;
- Симметричная видеоконференция. Сеанс проходит при участии 2 и более человек. Все участники одновременно видят и слышат друг друга;

- С активацией по голосу. Участники видят и слышат только выступающего;
- Селекторная видеоконференция. Здесь имеется несколько докладчиков и несколько слушателей;
- Для дистанционного образования. Имеется один докладчик и несколько слушателей. Слушатели видят только докладчика, тогда как докладчик видит всех слушателей;
- Видеотрансляция. Докладчик вещает на широкую аудиторию, но при этом не имеет обратной связи.

В настоящей статье будет рассматриваться симметричная видеоконференция, поскольку она является наиболее общим случаем применения видеоконференцсвязи.

Из существующих систем видеоконференцсвязи можно отметить такие решения, как Skype, Google Hangouts, ooVoo, fring. Всех их отличает возможность осуществления бесплатной видеоконференцсвязи при небольшом количестве участников (не более 12), наличие мобильных приложений [2].

Под устройствами обмена данными с ограниченными ресурсами в настоящей работе понимаются мобильные телефоны под управлением операционной системы Android со следующими характеристиками

- Не более 1 гб оперативной памяти;
- Производительность процессора не более 30000 условных единиц в синтетическом тесте Antutu;
- Радиомодуль без поддержки сетей четвертого поколения 4G/LTE.

В оперативной памяти хранятся видеокадры с разрешениями от QCIF (176 на 144 точки), до FullHD (1920 на 1080 точек). В зависимости от разрешения и количества абонентов изменяются и требования к оперативной памяти. Так, при организации видеоконференцсвязи с участием трех человек с низким разрешением видеокадров, оперативная память должна будет каждую секунду хранить не менее 5 мегабайт. Вычислить это можно таким образом: ширина кадра составляет 176 точек, высота – 144. Каждый пиксел изображения кодируется при помощи 24 бит. Частота кадров составляет 25 Гц. В конференции участвуют три человека. Таким образом получим

$$176_{\text{пкс}} \cdot 144_{\text{пкс}} \cdot 24_{\text{бит}} \cdot 25_{\text{Гц}} \cdot 3_{\text{чел}} = 43794432_{\text{бит}};$$

$$43794432_{\text{бит}} = 5474304_{\text{байт}} = 5346_{\text{кбайт}} = 5,22_{\text{мбайт}}$$

С увеличением количества абонентов, или разрешения видеокадров возрастает объем хранимой информации.

Процессор отвечает за кодирование/декодирование видеокадров. От того, насколько быстро он справляется с поставленными задачами зависит качество видеоконференцсвязи.

Предварительные расчеты показали, что минимальным требованием к радио модулю является возможность осуществления им передачи данных на скорости не ниже 10 Мбит/сек.

Предполагается, что видеоконференция должна охватывать несколько десятков (до 3-х) абонентов. Качество сеанса видеоконференцсвязи должно быть на достаточно хорошем

уровне, при этом должны отсутствовать задержки или наложения видеоинформации. Голосовая информация должна быть синхронизирована с видеорядом.

Решение задачи реализации видеоконференцсвязи на ограниченных ресурсах обратна задаче оптимизации и является задачей эффективного использования имеющихся ресурсов.

Идея заключается в привлечении удаленных вычислительных ресурсов на выделенном сервере, где размещены специальные программные средства, которые компенсируют нехватку ресурсов мобильных устройств.

На сервере реализуется задача получения видеокадров от абонентов, их декодирование, формирование общей целостной картинки с последующим кодированием и передачей абонентам. Целостное изображение представляет собой кадр большого формата, содержащий в себе кадры от всех участников конференции.

Рассмотрим существующий метод передачи видеоинформации [3] на примере. В качестве источника видеосигналов использовался персональный компьютер с процессором Intel Core i7-2600k под управлением операционной системы Windows 10, в качестве принимающей стороны использовался мобильный телефон с процессором Qualcomm Snapdragon 820 под управлением операционной системы Android 7.1.1, а также мобильный телефон с процессором MediaTek MT6580 под управлением операционной системы Android 5.0.1

В приложении для персонального компьютера производился захват изображения с устройства ввода (веб-камера), а также передача этого изображения, кодированного в формате MJPEG, на мобильное устройство. Мобильное приложение осуществляло прием изображения по сети и его отображение на экране. Размер исходного изображения составлял 176 на 144 точек. Изображение захватывалось с частотой 25 кадров в секунду. На рисунке 1 представлена зависимость загрузки процессора мобильного устройства от степени сжатия передаваемого изображения и количества абонентов. Первому столбцу соответствует максимальная степень сжатия, последнему столбцу – 50% сжатия соответственно.

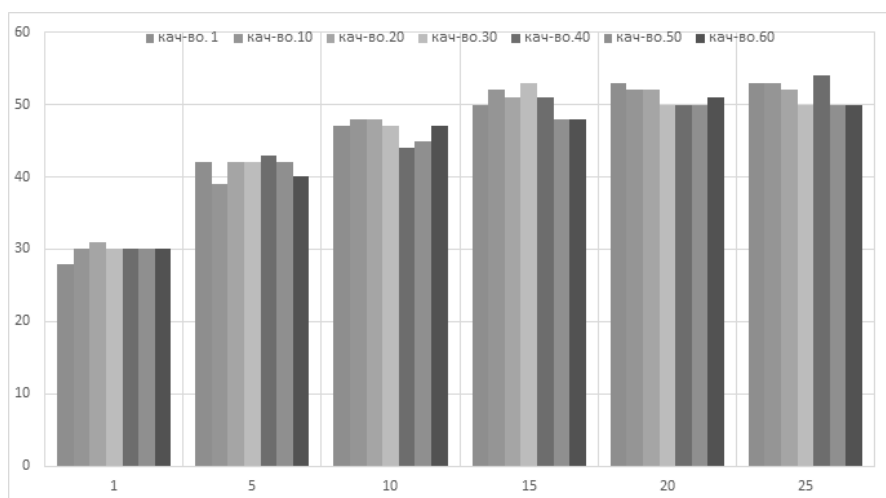


Рис.1. Зависимость нагрузки на процессор от степени сжатия изображения и количества абонентов в одноранговом режиме.

Как можно заметить, с увеличением количества абонентов, растет и нагрузка на процессор. Также стоит отметить, что исходные 25 кадров в секунду первое мобильное устройство выдавало при количестве абонентов меньше, или равном пятнадцати. Второй же мобильный телефон смог поддерживать исходные 25 кадров лишь при 10 абонентах.

Применение промежуточного сервера может решить данную проблему. Идея заключается в следующем. Между абонентами расположен сервер, который осуществляет прием всех видеопотоков от абонентов, декодированием, формированием нового видеопотока большого разрешения, и передачей нового видеопотока всем абонентам.

Сервер представляет собой программное средство, включающее в себя следующие модули:

- Модуль работы с сетью. Осуществляет обработку входящих и исходящих соединений, а также контролирует целостность передаваемых данных;
- Модуль работы с базой данных. Отвечает за авторизацию и аутентификацию абонентов;
- Модуль работы с видео и звуковыми данными. Занимается кодированием и декодированием входных/выходных данных;
- Ядро сервера. Отвечает за взаимодействие всех вышеперечисленных модулей.

На рис. 2 изображена диаграмма развертывания сервера.

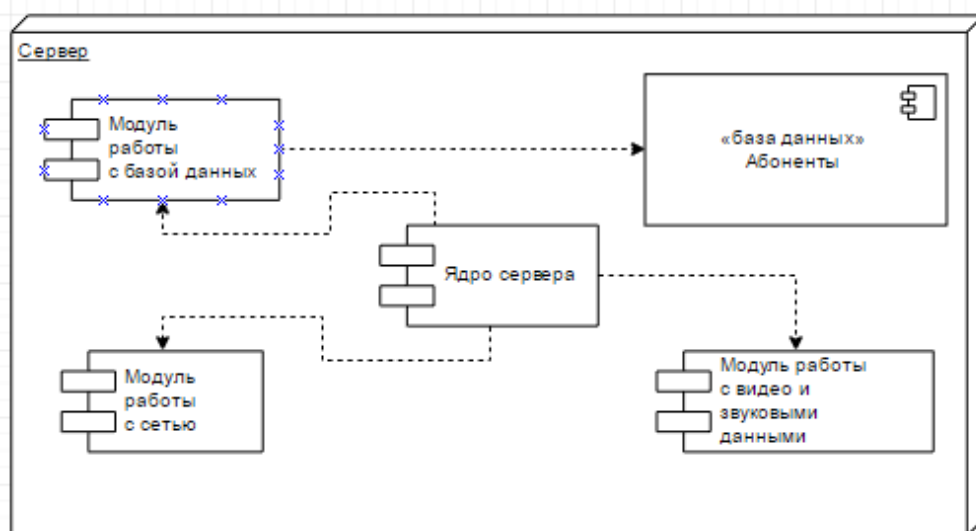


Рис.2. Диаграмма развертывания сервера.

На рис. 3 изображена принципиальная схема видеоконференции. Система работает по топологии «Звезда». К серверу подключены 4 клиента. Непосредственно друг с другом клиенты не взаимодействуют.

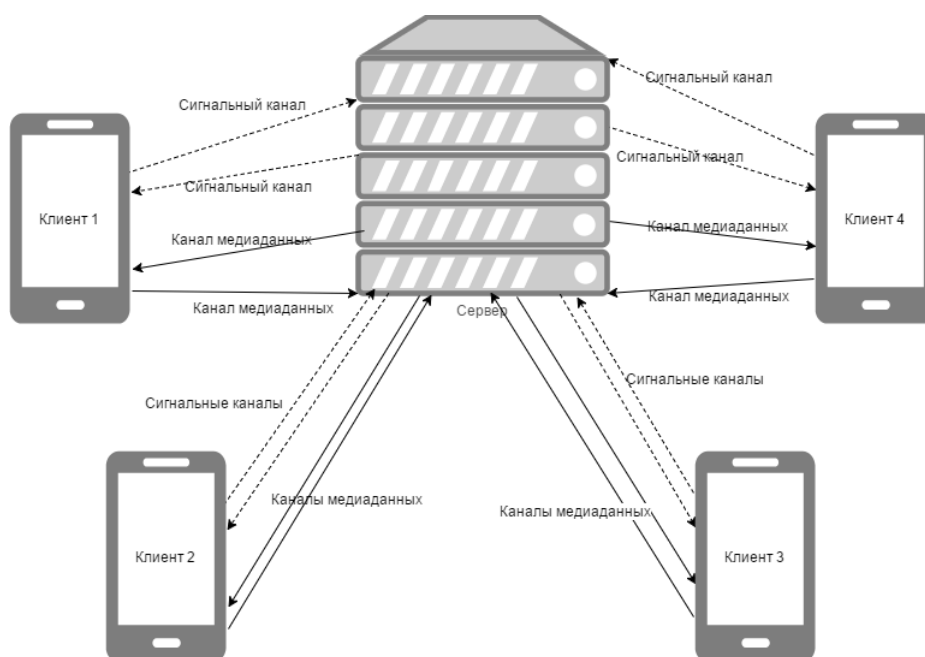


Рис.3. Принципиальная схема видеоконференции.

На рис. 4 изображен обобщенный алгоритм работы системы видеоконференцсвязи.

Сразу после запуска сервер начинает ожидать подключения. При подключении новому пользователю будет предложено либо войти, либо зарегистрироваться. После успешной регистрации и входа, пользователь сможет создать, или присоединиться к конференции. Сразу после входа в конференцию клиентское приложение начинает передачу видео и аудиоинформации на сервер. Сервер собирает эту информацию, декодирует, формирует целостное изображение, после чего кодирует его и рассылает обратно каждому пользователю.

По разработанному алгоритму была составлена программа на языке программирования C++. Эта программа может располагаться на выделенной аппаратной платформе под управлением ОС Windows, Linux на арендованных вычислительных мощностях. Таким приложением смогут воспользоваться пользователи, у которых имеется мобильный телефон со следующими характеристиками:

- ОС Android версии 4.0 и выше;
- ОЗУ не менее 1 Гб;
- Процессор не хуже MediaTek MT6580;
- Возможность телефона работать в сотовых сетях 3G.

Во втором примере использовались те же 2 приложения, но работающие по другому методу. Приложение для персонального компьютера формировало из малых кадров размером 176 на 144 точки изображение размером 1280 на 720 точек, кодировало его, а затем осуществляло отправку в мобильное приложение.

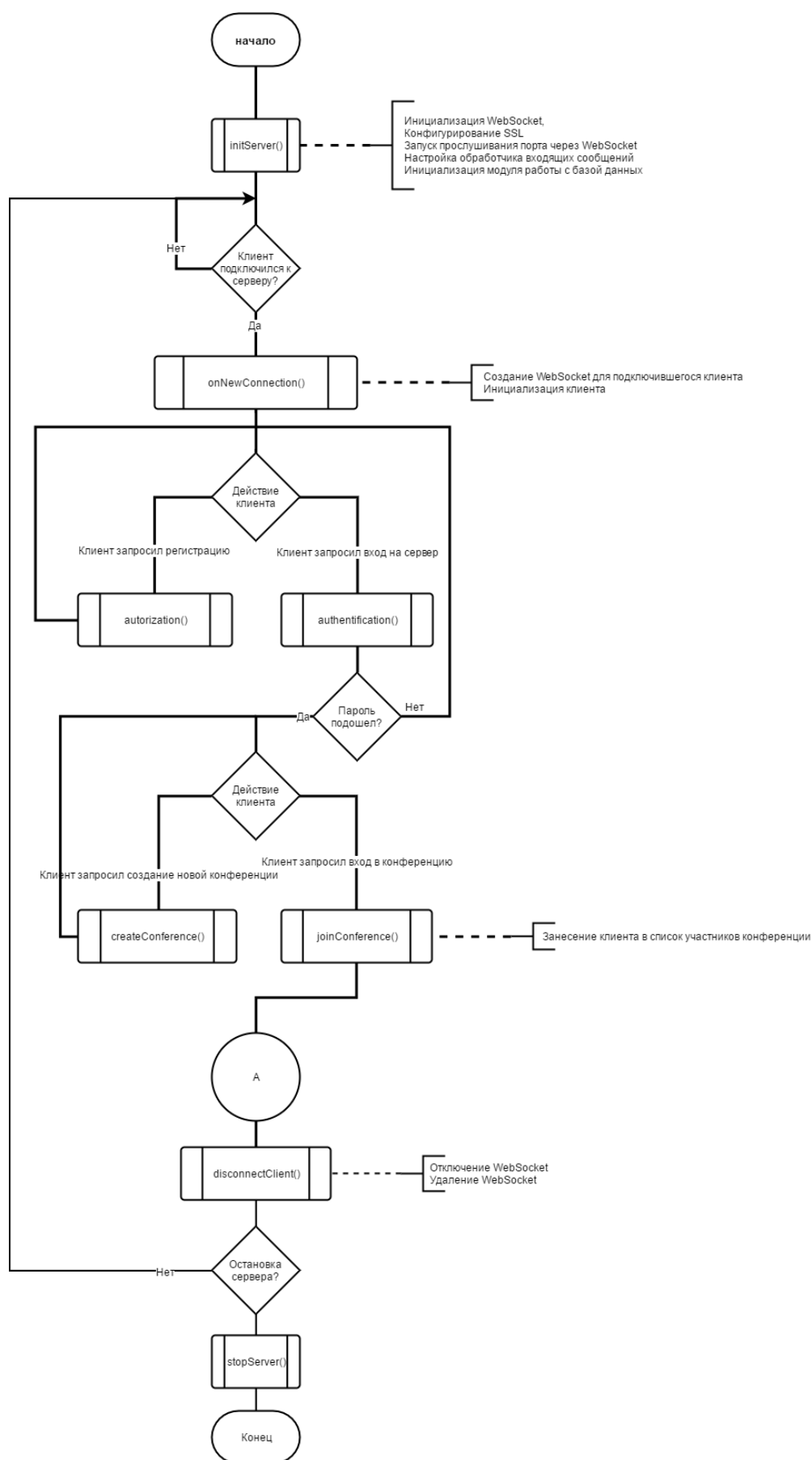


Рис.4. Обобщенный алгоритм работы системы видеоконференцсвязи.



Рис.5. Алгоритм работы видеоконференции

На рисунке 6 представлена зависимость нагрузки на процессор от количества абонентов.

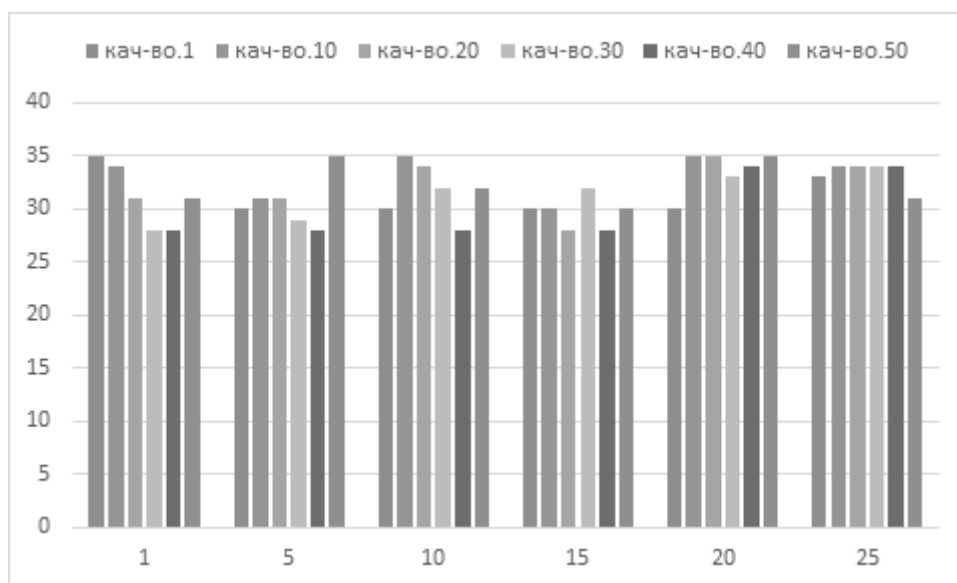


Рис.6. Зависимость нагрузки на процессор от степени сжатия изображения и количества абонентов при использовании промежуточного сервера.

Первому столбцу соответствует максимальный уровень сжатия, последнему – 50% сжатие.

В данном случае нагрузка на процессор в среднем держалась на уровне 30%. Влияния количества абонентов на частоту кадров выявлено не было на обоих мобильных устройствах.

Требования к физическому серверу, для развертывания системы видеоконференцсвязи:

- Процессор не хуже Intel Core-i5 2500;
- Не менее 4 гб ОЗУ;
- Сетевой адаптер со скоростью передачи данных не менее 100 Мбит/сек;
- Жесткий диск не менее 2 гб.

Также использование выделенного сервера позволит обойтись без использования STUN/TURN серверов в случае, если один или несколько абонентов находятся за сетевыми экранами.

На основании данного эксперимента можно сделать вывод о возможности применения подхода с использованием промежуточного сервера при разработке и реализации систем мобильной видеоконференцсвязи.

Список литературы

1. TrueConf [Электронный ресурс]: Видеоконференцсвязь - преимущества, способы внедрения, режимы, применение: электрон. журн. 2016. URL: <https://trueconf.ru/videokonferentssvyaz/> (дата обращения 18.05.2017).
2. Fast Salt Times [Электронный ресурс]: Топ-10 бесплатных сервисов для видеосвязи. 2015. URL: <http://fastsalttimes.com/sections/obzor/386.html> (дата обращения 18.05.2017).
3. Mind. Интеллектуальные коммуникации [Электронный ресурс]: Возможности и ограничения WebRTC для многоточечной ВКС – Mind. 2014. URL: <https://www.mind.com/company/news/mind-webrtc-technology/> (дата обращения 18.05.2017).