

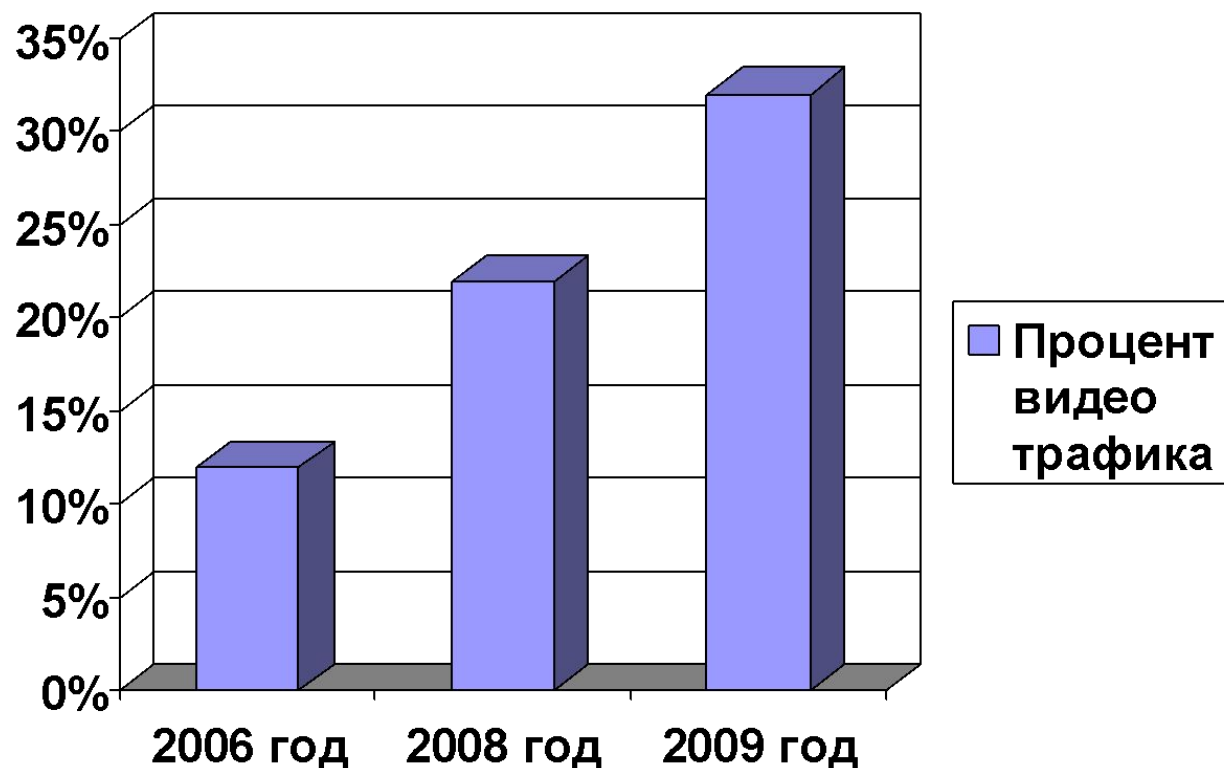
Исследование качества передачи цифровых видео потоков в беспроводных сетях

Докладчик: Евгений Сагатов (sagatov@ya.ru)

Самарский Государственный
Аэрокосмический Университет

2009

Актуальность работы



* Без учета P2P сетей

* По данным Cisco

Особенности беспроводных сетей

- Быстрая и случайная смена показателей качества сети
- В периоды плохого качества связи наблюдается высокий процент потерь пакетов и значительная величина сетевого джиттера

Предшественники

- Prasad Calyam, Mukundan Sridharan, Weiping Mandrawa, Paul Schopis, Performance Measurement and Analysis of H.323 Traffic, конференция SIGCOMM'04.
- Andrei Sukhov, Prasad Calyam, Warren Daly, Alexander Ilin, Towards an analytical model for characterising behaviour of high-speed VVoIP applications, конференция TERENA 2005.

Задача работы

- Добиться, чтобы большие потери пакетов и ограничения беспроводных сетей не приводили к ухудшению качества передачи видео реального времени.

Параметры качества сети

- пропускная способность (www, iperf, AVBand)
- задержка при передаче пакета (ping, Wireshark, iperf)
- **пакетный джиттер*** (вариация задержки) (Wireshark)
- **количество потерянных пакетов*** (Wireshark)
- количество пакетов с ошибками (Wireshark)

* Руководствуясь RFC-2544, RFC-4445, RFC-1889, ITU-T P.910, ITU-T P.911, ITU-T P.912, ITU-T P.920, ITU-R BT.500-11, а так же исследованиями Прасада Каляма

Исследуемые кодеки

- **DivX** (алгоритм сжатия видео MPEG-4)
- **WMV** (алгоритм сжатия видео WMV3)
- **MPEG2** (алгоритм сжатия видео MPEG-2)

* Трансляция видеопотоков реального времени выполняется с помощью бесплатного мультиплатформенного средства **VideoLan server** с открытыми исходными кодами, а получение и запись видеопотоков в файл производится VideoLan плеером.

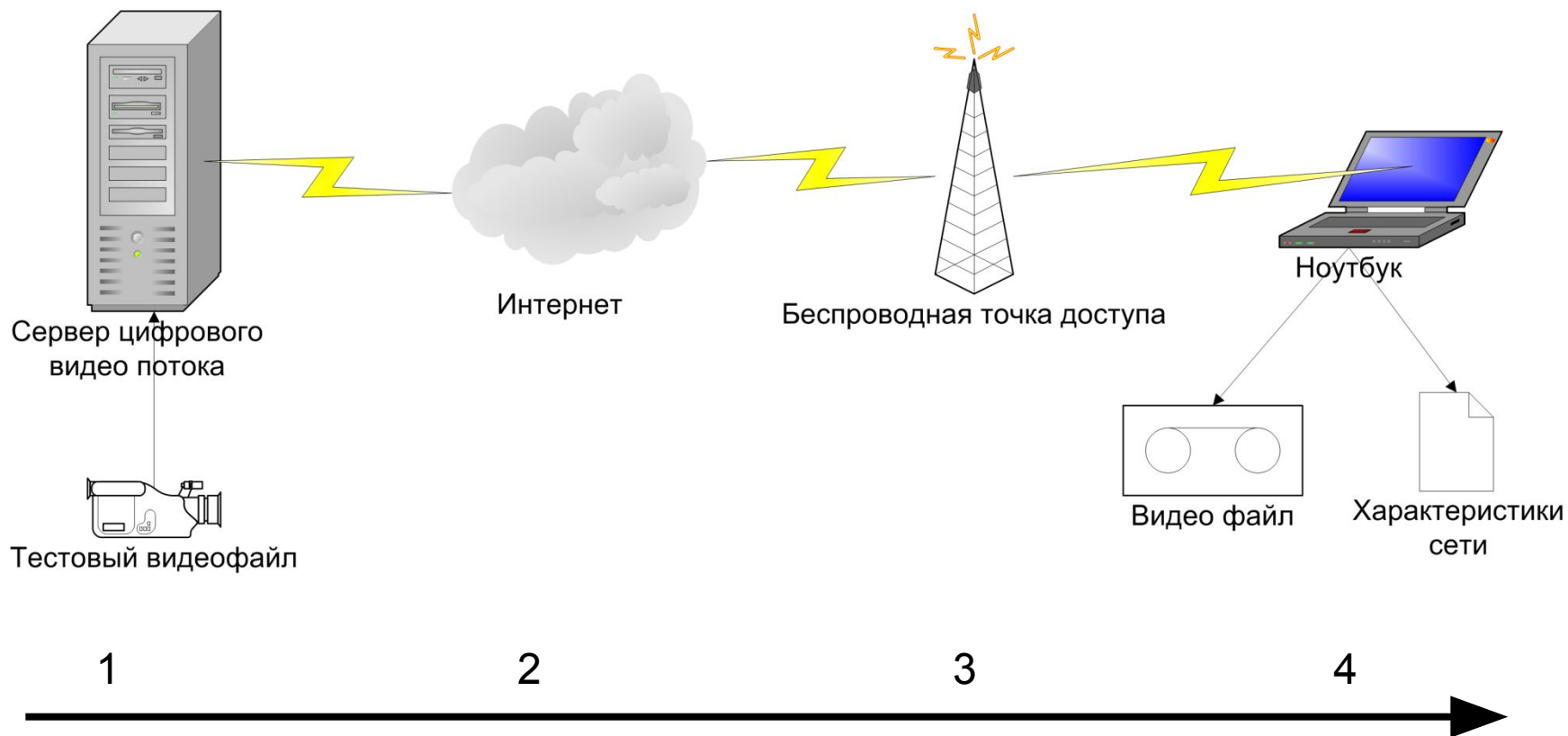
Методы оценки качества видео

- **Метод субъективной оценки*** – (выбран MOS SAMVIQ). В качестве эксперта выступает группа людей. Для автоматизации применяется разработка Д.С.Ватолина MSU Perceptual Video Quality tool.
- **Метод объективной оценки** - Данная оценка проводится с помощью специального программного обеспечения.

* MOS - Mean Opinion Score

* Subjective Assessment Method for Video Quality evaluation

Проводимые эксперименты



Проведение экспериментов

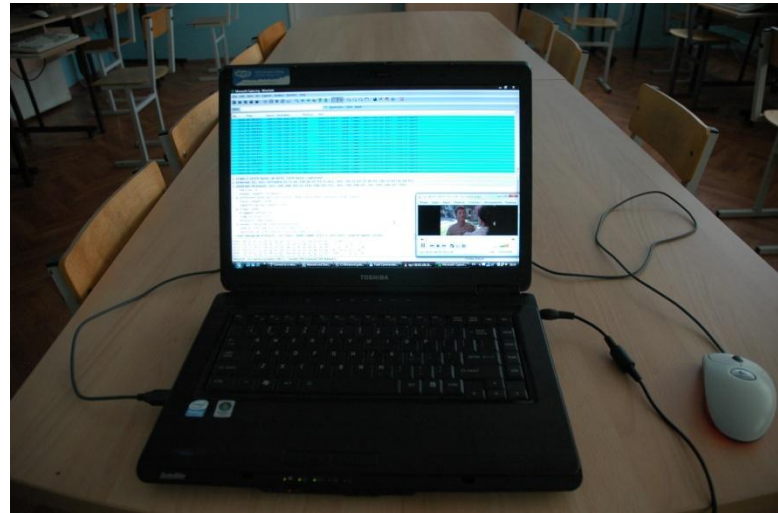
Сервер трансляции видео:

- VideoLan server 0.9.6
- Подключен к сети ТФ СГАУ по Ethernet 100Мбит/с



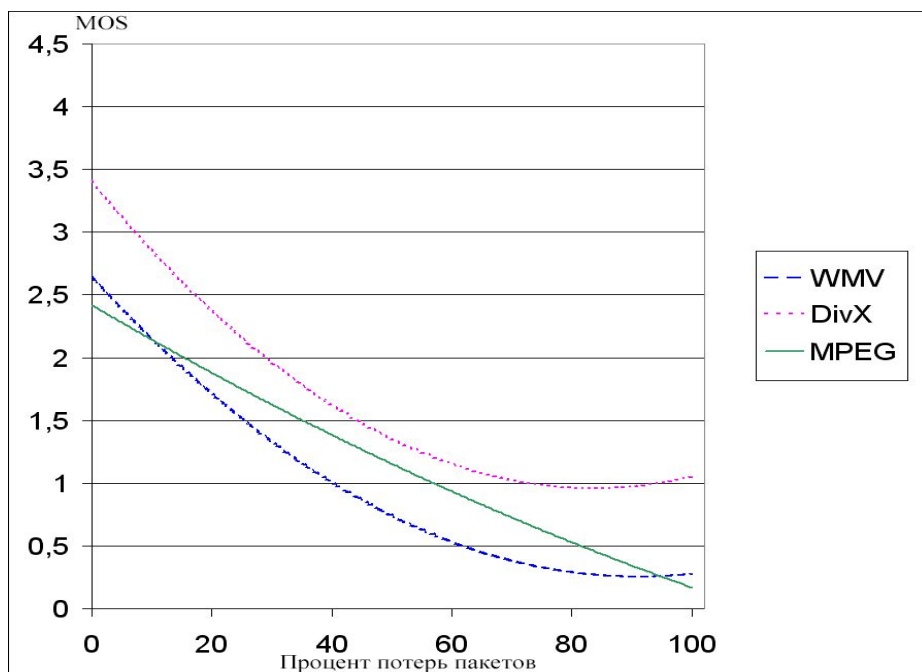
Ноутбук:

- VideoLan player 0.9.6
- WireShark 0.99.8
- Подключен к сети ТФ СГАУ по Wi-Fi

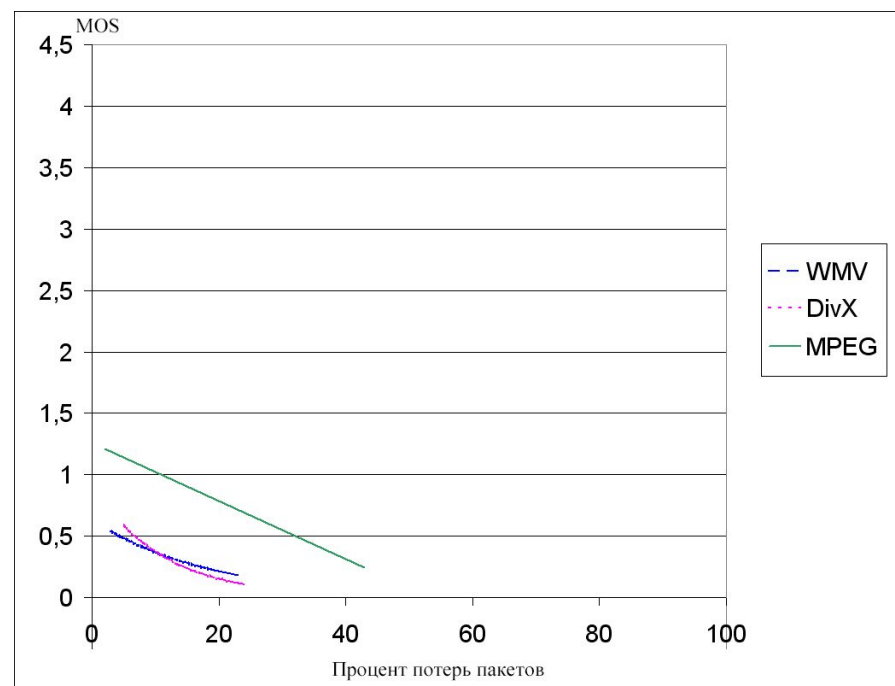


Зависимость качества видео от потери пакетов

без потерь в ключевых кадрах



с потерями в ключевых кадрах



Можно сделать **вывод**, что для значительного повышения качества видео изображения, передаваемого в беспроводной сети необходимо предусмотреть **дублирование ключевого кадра**.

Общий вид математической модели

$$Q_{MOS} = Q_{ideal} - \alpha \cdot p - \beta \cdot j^*$$

где Q_{ideal} - максимальное качество видео для данного кодека, баллы от нуля до пяти;

p - процент потерь пакетов, %;

j - сетевой джиттер в момент ошибки, сек.;

Q_{MOS} - качество видео при проценте потерь пакетов p и сетевом джиттере j , баллы от нуля до пяти;

α и β - коэффициенты, которые могут быть найдены экспериментально.

* Andrei Sukhov, Prasad Calyam, Warren Daly, Alexander Ilin, Towards an analytical model for characterising behaviour of high-speed VVoIP applications, COMPUTATIONAL METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY 11(2), с. 161-167, 2005.

Математические модели

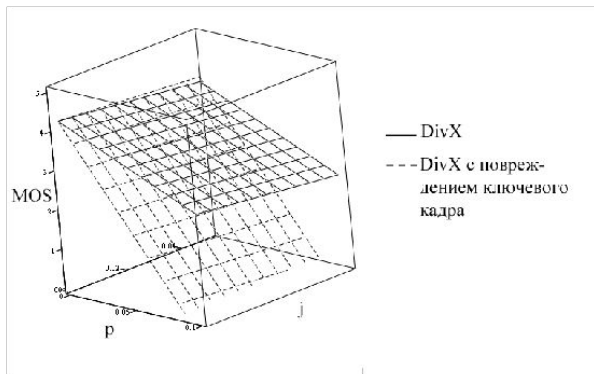
ДЛЯ DIVX

а) без ошибок в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 4,25 - 15,9 \cdot p - 7,9 \cdot j$$

б) с ошибками в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 4,25 - 50,6 \cdot p - 5,4 \cdot j$$



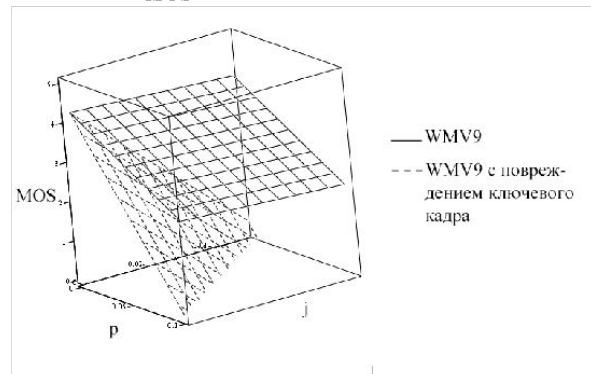
ДЛЯ WMV9

а) без ошибок в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 3,85 - 18,3 \cdot p - 4,6 \cdot j$$

б) с ошибками в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 3,85 - 45 \cdot p - 78 \cdot j$$



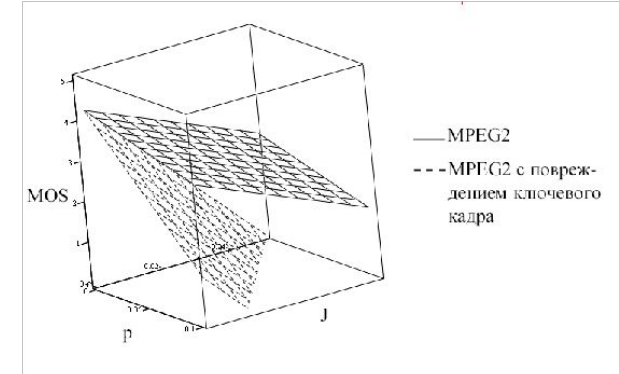
ДЛЯ MPEG2

а) без ошибок в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 3,6 - 9,1 \cdot p - 34,5 \cdot j$$

б) с ошибками в ключевых кадрах:

$$Q_{\text{MOS}} = 3,6 - 321 \cdot p - 85,5 \cdot j$$



Поиск отдельных кадров в цифровом видео потоке

| | | | | |
|----|----------|--------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 12 | 7.679944 | DTS 7587.327300000 | PTS 7587.369011111 | MPEG PES p-frame |
| 13 | 7.679983 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21782, Time=682887 |
| 14 | 7.680027 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21783, Time=682889 |
| 15 | 7.680068 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21784, Time=682891 |
| 16 | 7.680109 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21785, Time=682893 |
| 17 | 7.680152 | DTS 7587.410722222 | PTS 7587.452422222 | MPEG PES p-frame |
| 18 | 7.680206 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES p-frame |
| 19 | 7.706486 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21788, Time=682900 |
| 20 | 7.741636 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21789, Time=682903 |
| 21 | 7.772893 | DTS 7587.535844444 | PTS 7587.577555555 | MPEG PES p-frame |
| 22 | 7.808030 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES p-frame |
| 23 | 7.843205 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21792, Time=682912 |
| 24 | 7.878367 | DTS 7587.660966666 | PTS 7587.702677777 | MPEG PES p-frame |
| 25 | 7.929125 | DTS 7587.744400000 | PTS 7587.786100000 | MPEG PES p-frame |
| 26 | 7.979906 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21795, Time=682925 |
| 29 | 8.034592 | DTS 7587.786100000 | PTS 7587.827800000 | MPEG PES p-frame |
| 30 | 8.085387 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES p-frame |
| 31 | 8.124430 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21798, Time=682938 |
| 32 | 8.163521 | DTS 7587.911222222 | PTS 7587.952922222 | MPEG PES p-frame |
| 33 | 8.202548 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES p-frame |
| 34 | 8.241584 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21801, Time=682948 |
| 35 | 8.280634 | DTS 7587.979900000 | PTS 7588.012600000 | MPEG PES p-frame |

```
Frame 9 (1370 bytes on wire, 1370 bytes captured)
Ethernet II, Src: Intel_97:13:4f (00:0c:f1:97:13:4f), Dst: 3com_62:c9:9c (00:60:08:62:c9:9c)
Internet Protocol, Src: 192.168.205.21 (192.168.205.21), Dst: 192.168.207.200 (192.168.207.200)
User Datagram Protocol, Src Port: 11surfup-https (1184), Dst Port: search-agent (1234)
Real-time Transport Protocol
ISO/IEC 13818-1 PID=0x0 CC=0
ISO/IEC 13818-1 PID=0x42 CC=0
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=0
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=1
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=2
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=3
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=4
```

Своего рода таймслоты. Позволяют видео и аудио синхронно, некоторые содержат служебную информацию, некоторые видеокadres, и некоторые метки синхронизации и т.п.

Счетчик

Идентификатор потока, 0 и 42 это служебная информация, а 44 это видео поток

```
0000 00 60 08 62 c9 9c 00 0c f1 97 13 4f 08 00 45 00 . .b.... .O..E.
0010 05 4c d9 e5 00 00 80 11 3d 8c c0 a8 cd 15 c0 a8 .L.....=.
0020 cf c8 04 a0 04 d2 05 38 3b c9 80 a1 55 12 28 b3 .....8 ;.U.(
0030 e7 e7 20 19 34 82 47 40 00 30 a6 00 ff ff ff ff .. .4.G@.0.
0040 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff .....
0050 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff .....
0060 ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff ff .....
```

Поиск отдельных кадров в цифровом видео потоке

| | | | | | |
|----|----------|--------------------|--------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| 15 | 7.680068 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21784, Time=682891 |
| 16 | 7.680109 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21785, Time=682893 |
| 17 | 7.680152 | DTS 7587.410722222 | PTS 7587.452422222 | MPEG PES | p-frame |
| 18 | 7.680206 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES | p-frame |
| 19 | 7.706486 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21788, Time=682900 |
| 20 | 7.741636 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21789, Time=682903 |
| 21 | 7.772893 | DTS 7587.535844444 | PTS 7587.577555555 | MPEG PES | p-frame |
| 22 | 7.808030 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES | p-frame |
| 23 | 7.843205 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21792, Time=682912 |
| 24 | 7.878367 | DTS 7587.660966666 | PTS 7587.702677777 | MPEG PES | p-frame |
| 25 | 7.929125 | DTS 7587.744400000 | PTS 7587.786100000 | MPEG PES | p-frame |
| 26 | 7.979906 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21795, Time=682925 |
| 29 | 8.034592 | DTS 7587.786100000 | PTS 7587.827800000 | MPEG PES | p-frame |
| 30 | 8.085387 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES | p-frame |
| 31 | 8.124430 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21798, Time=682938 |
| 32 | 8.163521 | DTS 7587.911222222 | PTS 7587.952922222 | MPEG PES | p-frame |
| 33 | 8.202548 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | MPEG PES | p-frame |
| 34 | 8.241584 | 192.168.205.21 | 192.168.207.200 | RTP | PT=MPEG-II transport streams, SSRC=0x20193482, Seq=21801, Time=682948 |

```

ISO/IEC 13818-1 PID=UXU CC=U
ISO/IEC 13818-1 PID=0x42 CC=0
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=0
  Header: 0x47404430
    0100 0111 ..... = Sync Byte: Correct (0x00000047)
    ..... 0..... = Transport Error Indicator: 0
    ..... 1..... = Payload Unit Start Indicator: 1
    ..... 0..... = Transport Priority: 0
    ..... 0000 0100 0100 ..... = PID: Unknown (0x00000044)
    ..... 0..... = Scrambled (0x00000000)
    ..... 0..... = Payload (0x00000003)
  Adaptation Field
  Adaption field
  Packetized Elementary Stream
  PES extension
  PES header data: 31A2CF1A3111A2CDFCDF
  Packetized Elementary Stream
  MPEG sequence header
  MPEG quantization matrix: 000001B5148A00010000000001B80008000000000100000F...
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=1
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=2
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=3
ISO/IEC 13818-1 PID=0x44 CC=4
  
```

Индикатор начала полезной информации. Я так понял, что в 44 потоке начало полезной информации это начало кадра. Сумма полезной информации между всеми индикаторами, равными 1 это размер одного кадра.

| | | | |
|------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| 01a0 | 00 e0 44 f0 00 02 e0 44 | f0 00 45 e6 28 45 47 40 | ..D...D..E.(E5) |
| 01b0 | 44 30 07 10 14 59 7a 0c | fe 00 00 00 01 e0 07 a8 | 00...Yz..... |
| 01c0 | 80 c0 0a 31 a2 cf 1a 31 | 11 a2 cd fc df 00 00 01 | ...1...1..... |
| 01d0 | b3 14 00 f0 11 ff ff e0 | 20 00 00 01 b5 14 8a 00 | |
| 01e0 | 01 00 00 00 00 01 b8 00 | 08 00 00 00 00 01 00 00 | |
| 01f0 | 0f ff f8 00 00 01 b5 8f | ff f3 41 80 00 00 01 01 |A..... |



Спасибо за внимание!