

MULTIMEDIA NETWORKED APPLICATIONS: STANDARDS, PROTOCOLS AND RESEARCH TRENDS

Maria Teresa Andrade
FEUP / INESC Porto

mandrade@fe.up.pt ; maria.andrade@inescporto.pt
<http://www.fe.up.pt/~mandrade/> ; <http://www.inescporto.pt>

IETF protocol stack

☼ IETF protocols

☼ signaling

- ☼ RTSP, SDP, SIP, SAP

☼ transport

- ☼ TCP, UDP, RTP+RTCP

☼ QoS assurances

- ☼ RSVP, DiffServ

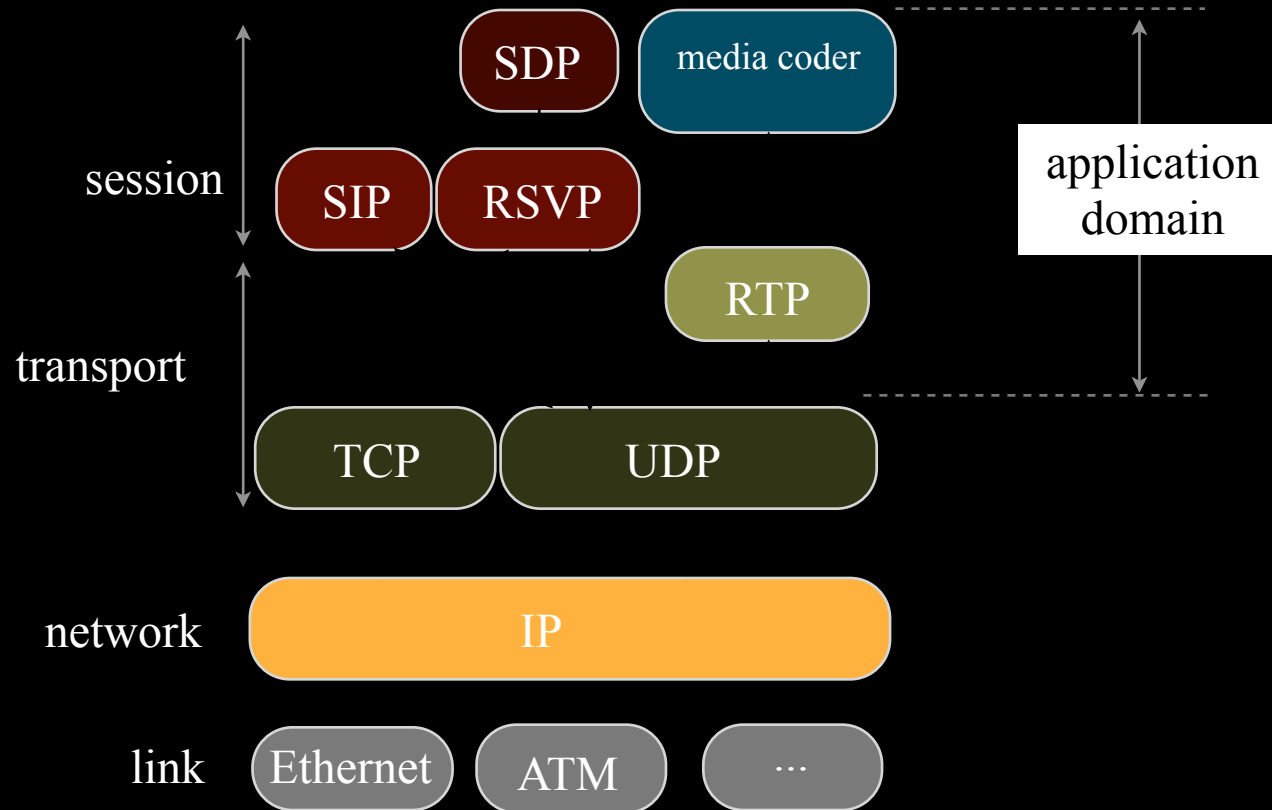
IETF - protocol stack

- signaling and transport protocols for multimedia networked applications
- transport
 - TCP e UDP
- controlled transport
 - RTP e RTCP
- session and interaction
 - RTSP, SIP, SDP



IETF - protocol stack

- signaling and transport protocols for multimedia networked applications



IETF - signaling

- **Real Time Streaming Protocol, RTSP**
 - described in IETF RFC 2326
 - application level protocol
 - controls the session to allow the transmission of data with real-time requirements, such as audio and video, from a server to a client on request
 - allows to control several sessions
 - allows to choose the type of basic IP transport (UDP versus TCP) and additional transport mechanisms based on RTP/RTCP
 - protocol based on text messages (HTTP-alike)



IETF - signaling- RTSP

- RTSP messages
- requests and answers sent from both sides (server and client) as text messages, composed of three parts
 - request or state line, headers, body
- **request** include request line or command line
 - `<method> | requested URI | versão_do_protocolo | CRLF`

method	URI	protocol version	CRLF
headers			
CRLF			
optional body			

PLAY	rtsp:// videos.com/clip1/	RTSP/1.0	
Cseq: 566			
Session: 123456			

IETF - signaling -RTSP

- **replies** include state line
 - protocol version | <state code> | text | CRLF

protocol version	state	text	CRLF
headers			
CRLF			
optional body			

RTSP/1.0	200	OK	CRLF
Cseq: 566 Session: 123456			

IETF - signaling - RTSP

- list of commands/methods

method	description	invoked by	required?
ANNOUNCE	modify the description of session	2	n
DESCRIBE	obtain description of available session	client	n, but rec
GET_PARAMETER	obtain parameters	2	n
OPTIONS	obtain available methods	client	y
OPTIONS	obtain available methods	server	n
PAUSE	pause, without ending, the transmission	client	n, but rec
PLAY	(Re)start the transmission	client	y
RECORD	start recording	client	n, but rec
REDIRECT	redirects the client	server	n
SETUP	establishes connection with specified transport channel	client	y
SET_PARAMETER	device control	2	n
TEARDOWN	end session	client	y



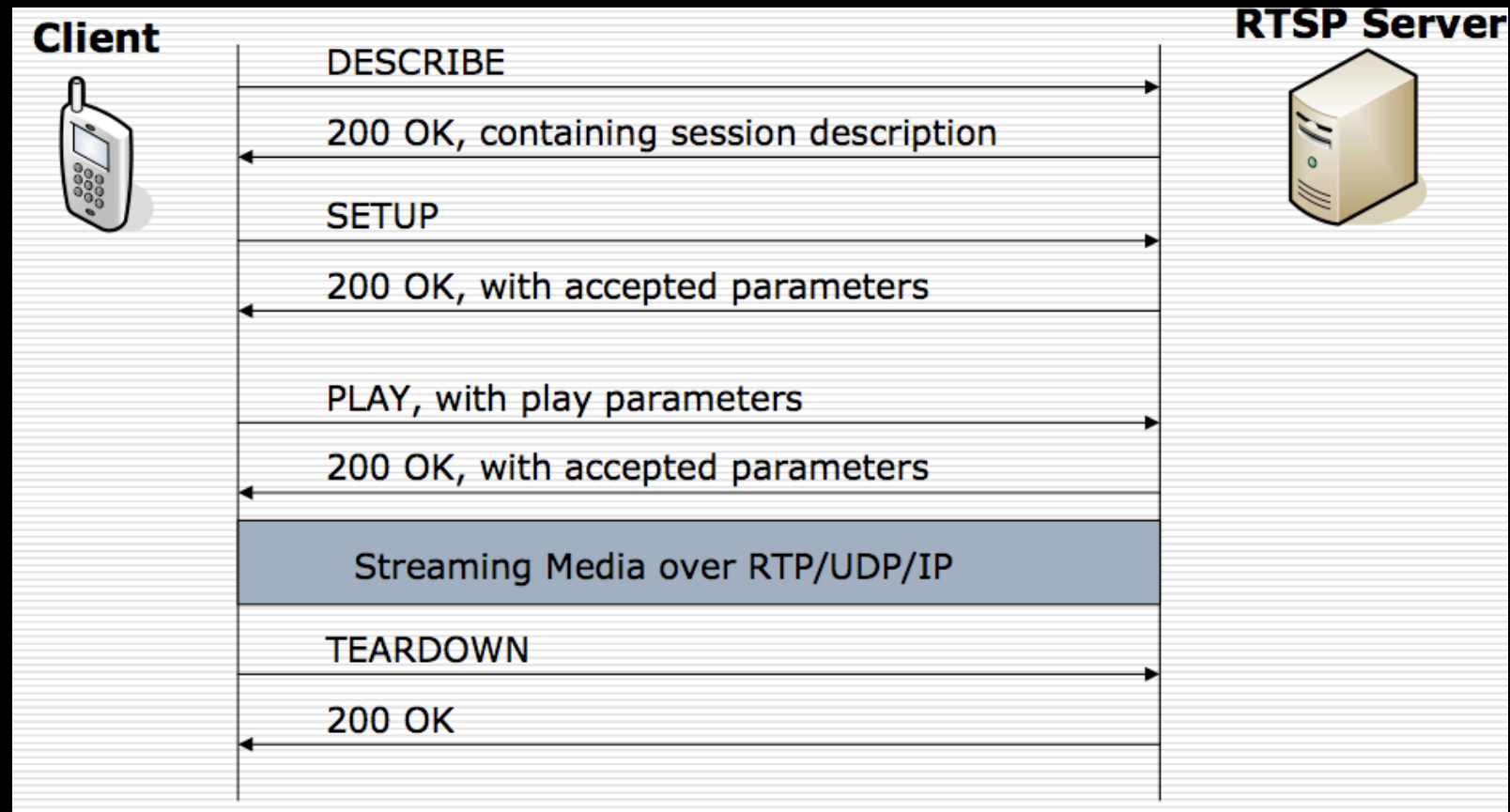
IETF - signaling - RTSP

- List of answer/state codes

code	associated descriptive text
100	Continue
200	OK
201	Created
250	Low on Storage Space
300	Multiple Choices
301	Moved Permanently
302	Moved Temporarily
303	See Other
305	Use Proxy

IETF - signaling - RTSP

- example of exchange of messages



IETF - signaling - RTSP

- example of SETUP message sent by the client

```
SETUP rtsp://ms.tkk.fi/movies/matrix RTSP/1.0
CSeq: 302
Date: 10 Dec 2002 15:35:06 GMT
Session: 47112344
Transport: RTP/AVP;unicast;
  client_port=4588-4589
<CRLF>
[Optional Message Body]
```

- answer sent by the server

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 302
Date: 10 Dec 2002 15:35:07 GMT
Server: Matrix-Server 0.4.2
Session: 47112344
Transport: RTP/AVP;unicast;
  client_port=4588-4589;server_port=6256-6257
<CRLF>
[Optional Message Body]
```



IETF - signaling - SDP

- Session Description Protocol, SDP
 - described in IETF RFC 4566
 - used by RTSP to transfer descriptive information relative to the session
 - protocol based on text
 - SDP messages are a sequence of text lines with the format <attribute> = <value>
 - who offers the service uses SDP to describe the session it has to offer
 - who is going to consume the service uses SDP to request the desired session with the adequate parameters



IETF - signaling - SDP

- SDP messages
 - messages divided in 3 parts
 - description of the session
 - version, user, name of the session
 - temporal information
 - start/end of the session
 - description of the media stream
 - type of media (audio/video), transport protocol (RTP/UDP/TCP), media format (MPEG-2/MPEG-4), addresses, ports to use



IETF - signaling - SDP

- attributes of SDP messages relative to the session part

Atributo	descrição	obrigatório?
V	Versão do protocolo	s
O	Origem e Identificador da sessão	s
S	Nome da sessão	s
I	Informação sobre a sessão	n
U	URI para info adicional de descrição da sessão	n
E	Endereço email da pessoa responsável da sessão	n
P	Nº telefone da pessoa responsável pela sessão	n
C	Informação sobre a ligação	n *
B	Informação sobre largura de banda	n
Z	Ajuste da “time zone”	n
K	Chave de encriptação	n
A	Linhas de atributo da sessão	n

IETF - signaling - SDP

- attributes of SDP messages relative to the media part

Atributo	descrição	obrigatório?
M	Nome do media e endereço de transporte	s
I	Título do stream	n
C	Informação sobre a ligação	n*
B	Info sobre largura de banda	n
K	Chave de encriptação	n
A	Atributos do stream media	n

- attributes of SDP messages relative to the timing information part

Atributo	descrição	obrigatório?
T	Tempo da sessão activo/não activo	s
R	Tempos de repetição	n

IETF - signaling

- RTSP + SDP example

Client->Server (HTTP)

```
GET /example.sdp HTTP/1.1
Host: www.clips.com
Accept: application/sdp
```

initial request and reply in HTTP

Server (HTTP)->Client

```
HTTP/1.0 200 OK
Content-Type: application/sdp
```

```
v=0
o=- 2890844526 2890842807 IN IP4 192.16.24.202
s=RTSP Session
m=audio 0 RTP/AVP 0
a=control:rtsp://www.clips.com/example/audio
m=video 0 RTP/AVP 31
a=control:rtsp://www.clips.com/example/video
```

description of the offered service using SDP

Client->Server

```
SETUP rtsp://www.clips.com/example/audio RTSP/1.0
CSeq: 1
Transport: RTP/AVP/UDP;unicast;client_port=3056-3057
```

Server->client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 1
Session: 12345678
Transport: RTP/AVP/UDP;unicast;client_port=3056-3057;
server_port=5000-5001
```


IETF - signaling

- RTSP + SDP example

```
Client->Server
SETUP rtsp://www.clips.com/example/video RTSP/1.0
CSeq: 1
Transport: RTP/AVP/UDP;unicast;client_port=3058-3059
Server->client
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 1
Session: 23456789
Transport: RTP/AVP/UDP;unicast;client_port=3058-3059;
server_port=5002-5003
Client->Server
PLAY rtsp://www.clips.com/example/video RTSP/1.0
CSeq: 2
Session: 23456789
Range: smpte=0:10:00-
Server->client
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 2
Session: 23456789
Range: smpte=0:10:00-0:20:00
RTP-Info: url=rtsp://www.clips.com/example/video;
seq=12312232;rtptime=78712811
```

IETF - transport

- RTP

- described in IETF RFC 1889, updated in RFC 3550
- implements functionality for the transport of data end-to-end, appropriate to application with real-time requirements
- does not implement resource reservation nor QoS assurances
- in practice, it defines the frame format with and header that carries additional information or mechanisms capable to assist the real-time and QoS assured transmission of data

- RTCP

- described in RFC 3550
- allows to send reports between the client and the server indicating the conditions of the transmission (how data is being received)



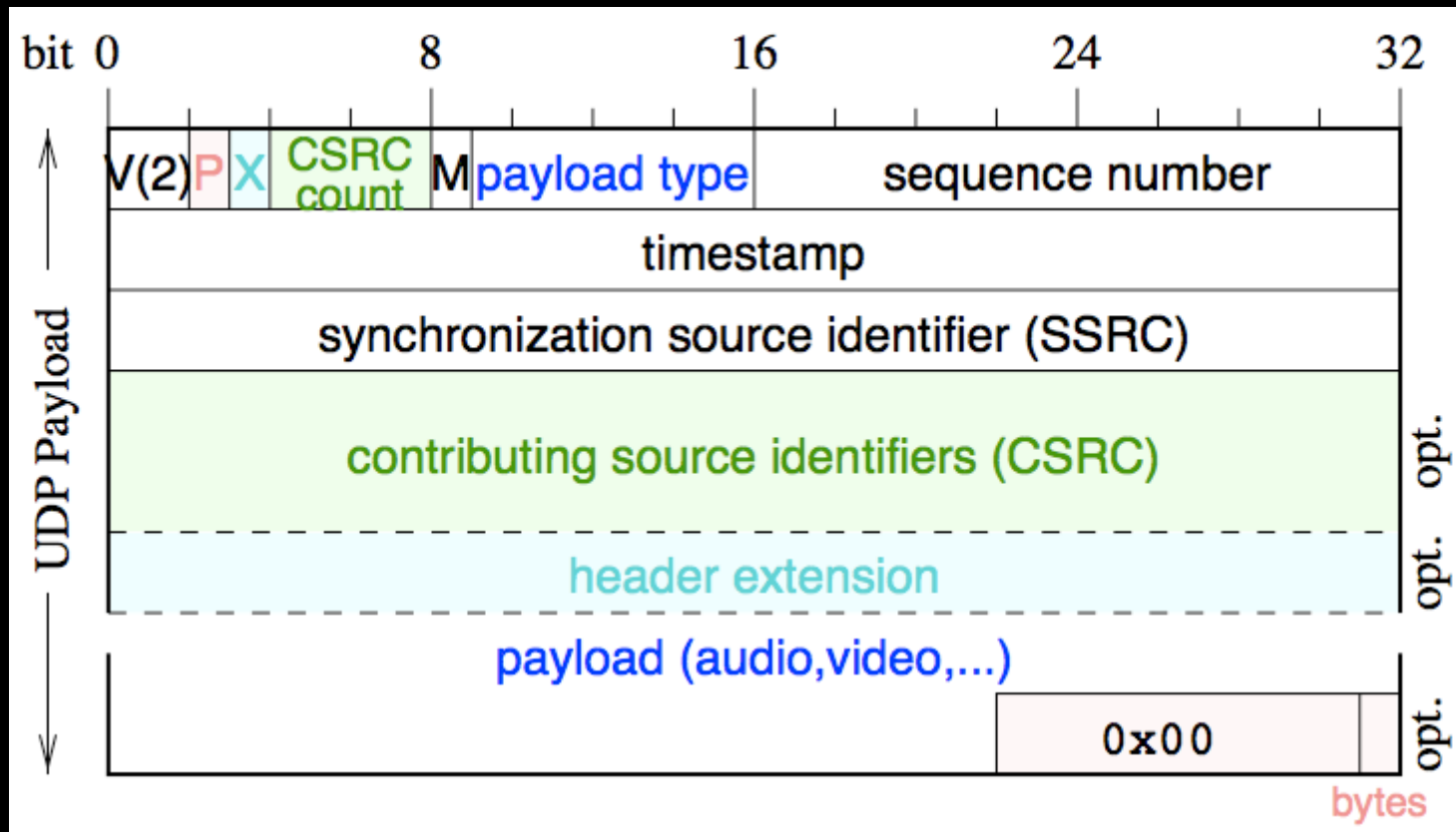
IETF - transport

- RTP
 - does not guarantee QoS or reliable transmission, but it offers a normalized platform with functionality required by services with real-time and QoS requirements, such as
 - time stamps
 - sequence number
 - indication of type of media
 - detection of lost packets



IETF - transport - RTP

- RTP frame format



IETF - transport - RTP

- **RTP frame format - fields description**
 - V, versão do protocolo RTP
 - P, padding: quando este bit está a “1” indica que o payload RTP tem no final 1 ou mais octetos de padding (enchimento)
 - X, extensão: quando este bit está a “1” indica que existe um cabeçalho de extensão
 - CSRC count: indica o nº de identificadores CSRC (contributing sources) que seguem o cabeçalho fixo
 - M, marker: a interpretação deste bit é definida em perfis; pretende assinalar a ocorrência de um evento significativo no pacote RTP, como por exemplo o início de uma imagem.



IETF - transport

- **RTP frame format - fields description**
 - payload type: indica o tipo de dados que vão no payload
 - sequence number: deve ser incrementado de uma unidade por cada pacote RTP enviado. Pode ser utilizado no receptor para detectar pacotes fora de sequência ou perda de pacotes
 - timestamp: indica o instante de amostragem do 1º octeto do pacote RTP. Permite sincronização emissor-receptor e cálculo de jitter
 - SSRC, synchronization source: é um identificador único escolhido de forma aleatória. Duas fontes de sincronização dentro da mesma sessão RTP não podem ter o mesmo identificador
 - CSRC identifiers: identificadores das fontes que contribuem para o payload do pacote RTP. Este campo é opcional, podendo existir no máximo 15 identificadores, cada um ocupando 2 octetos.



IETF - transport

- RTCP
 - offers the possibility of sending from the client to the server, information about the quality with which the service is arriving to the client
 - provides information about QoS in terms of number of lost packets, jitter, delays, etc.
 - the protocol specifies the periodic transmission of reports
 - never using more than 5% of the total session bandwidth
 - assuring that there is at least one report every 5s
 - the server may use this info to take reactive measures to maintain the QoS, such as adapting the source bit rate



IETF - transport

- **TCP vs UDP**
 - TCP operates on a stream or connection basis
 - UDP is packet-oriented
 - TCP guarantees packet delivery using retransmission but does not have bound delays
 - UDP does not offer guarantees but delays are usually smaller and predictable
 - TCP needs a return channel for the acknowledgements.
 - UDP does not require return channel
 - TCP implements flow and congestion control
 - UDP does not
 - UDP offers flexibility for the applications to select their own control mechanisms that better fit their requirements



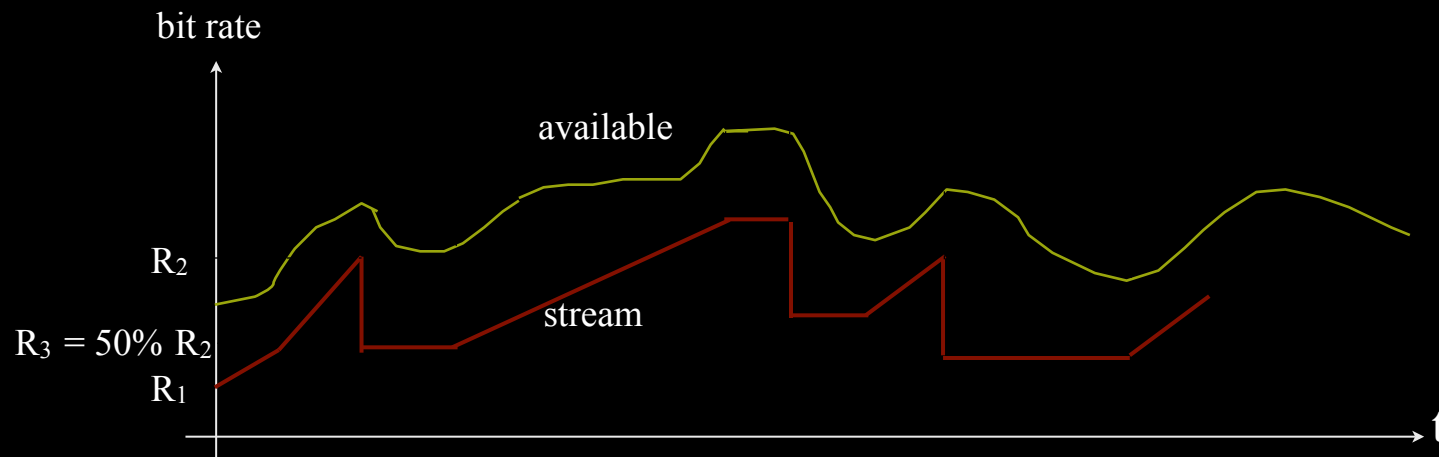
IETF - transport - TCP

- TCP rate control mechanism (AIMD)
- utiliza observações “end-to-end” para inferir perdas e congestão
 - quando não é inferida congestão, a taxa de transmissão é aumentada;
 - quando é inferida congestão, a taxa de transmissão é reduzida para metade
- está provado empiricamente como sendo eficiente
- para além disso oferece garantias de entrega de pacotes (recuperação de perdas e ordenação)
- no entanto,
 - o mecanismo AIMD pode originar grandes variações no débito (na forma de dente de serra)
 - para garantir a entrega dos pacotes, o TCP usa um mecanismo de retransmissões persistente, o que pode levar a aumento considerável do tempo de transmissão



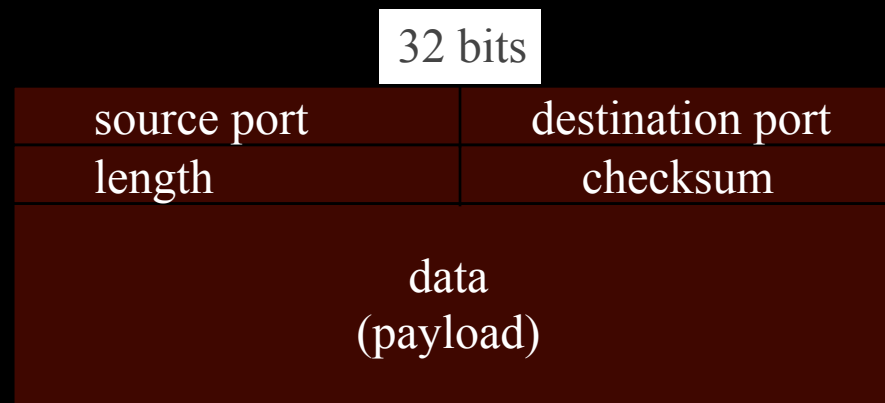
IETF - transport - TCP

- TCP rate control mechanism (AIMD)



IETF - transport - UDP

- User Datagram Protocol
 - Não oferece quaisquer garantias mas não introduz os problemas de atraso e variabilidade de atraso do TCP
 - o overhead do cabeçalho é mais pequeno do que o do TCP
 - permite indicar os portos de origem e destino, o comprimento e um checksum para verificação da ocorrência de erros



IETF - transport - UDP

- User Datagram Protocol - approaches to flow control
 - Aplicações podem implementar os seus próprios mecanismos de controlo de débito e recuperação de erros
 - podem usar os serviços de outros protocolos de transporte de nível mais alto do que o UDP
 - ou não usar mecanismos de controlo de débito
 - em alguns cenários/aplicações pode não ser possível ou vantajoso efectuar controlo do débito
 - numa comunicação um-para-muitos (ex., multicast), em que se deve transmitir para muitos receptores em simultâneo com ligações de rede com características diferentes
 - quando não há canal de retorno para fornecer informação sobre a qualidade que efectivamente o receptor está a receber



IETF - transport - UDP

- User Datagram Protocol - approaches to flow control
 - ainda assim, numa comunicação um-para-muitos, tal como multicast, é possível efectuar controlo do débito
 - utilização de de esquemas de compressão escaláveis
 - nível base que pode ser utilizado independentemente dos outros níveis e que oferec qualidade base
 - níveis de melhoramento os quais adicionados ao nível base oferecem melhorias incrementais da qualidade
 - cada receptor decide o que quer/pode utilizar
 - quer isto dizer que o controlo do débito seria efectuado no receptor
 - desvantagens
 - o emissor envia todos os níveis, logo continua a gastar largura de banda ...
 - mas se houver cana de retorno, se o emissor souber que nenhum receptor está a usar os níveis de melhoramento superiores, pode eliminá-los



Abordagens para efectuar controlo de débito

- Para auxiliar os mecanismos de controlo de débito, utilizam-se também buffers
- podem ajudar a combater efeitos temporários de congestão na rede
- no entanto, nunca será possível enviar um stream completo de 200 kbps através de um canal com apenas 100 kbit/s disponíveis.
 - o débito da fonte tem que se ajustar ao débito da rede
 - transcodificação
 - selecção de variação
 - compressão escalável



Novas abordagens para combater efeitos da congestão

- Reserva de recursos na rede vs controlo de débito
 - O modelo *Integrated Services (IntServ)* da Internet pretende oferecer garantias de QoS extremo-a-extremo em termos de largura de banda, perdas e atraso para cada stream transmitido
 - utiliza reserva de recursos explícita através do protocolo *Resource Reservation Protocol (RSVP)*
 - no entanto exige um grande grau de complexidade na rede
 - necessário efectuar monitorização do fluxo de pacotes de cada ligação/stream
 - O modelo *Differentiated Services (DiffServ)* tenta ultrapassar estas dificuldades



Novas abordagens para combater efeitos da congestão

- **DiffSer**
 - especialmente projectado para exibir baixa complexidade e ser facilmente implementado
 - mas não oferece as garantias de QoS do modelo IntServ
 - a diferenciação do serviço não é feita por stream mas por classes
 - os pacotes de todos os streams são catalogados com tags
 - os pacotes com tags do mesmo tipo são tratados da mesma maneira independentemente da sua proveniência



next: Case study

☀ IPTV

- ☀ Arquitectura

- ☀ Serviços

- ☀ Protocolos