



Universita' di Verona  
Dipartimento di Informatica



# **Introduzione ai servizi multimediali telefonia, videoconferenza e streaming**

**Davide Quaglia  
a.a. 2006/2007**

1

# **Servizi multimediali interattivi (telefonia, videoconferenza)**

2

## Problematiche

- Conferenza e sessione sono la generalizzazione della telefonata
- Fare una chiamata (protocollo di segnalazione)
  - trovare l'utente
  - negoziare i parametri di trasmissione
- Trasmettere i dati multimediali (voce, video, lavagna condivisa, messaggi generici)
- Autenticazione, Autorizzazione, Accounting
- Interoperabilita' con telefonia tradizionale
  - traduzione degli indirizzi degli utenti
    - Internet usa i nomi mentre la telefonia tradizionale usa i numeri secondo lo standard ITU-T E.164
  - traduzione dei formati di compressione

3

## Standard per la telefonia su IP

- ITU-T H.323
  - identifica un insieme di standard da usare per i vari aspetti della telefonata (segnalazione, negoziazione, trasporto)
  - standard complesso e per questo poco usato
  - applicazioni: MS NetMeeting, GnomeMeeting
  - apparati: PictureTel, RadCom, Policom, ecc
- Session Initiation Protocol (SIP)
  - standard IETF
  - molto leggero (si occupa solo della segnalazione)
  - formato testuale come HTTP (ottimo debug)
  - delega ad altri protocolli i vari aspetti della segnalazione
  - attualmente sta soppiantando H.323

4

# **Session Initiation Protocol (SIP)**

5

## **Session Initiation Protocol (SIP)**

- Nato nel 1996, stabilizzato nel 2002
- RFC 3261 --> SIP
- RFC 3262 --> Reliability of Provisional Responses  
in the Session Initiation Protocol
- RFC 3263 --> Locating SIP Servers
- RFC 3264 --> An Offer/Answer Model with the  
Session Description Protocol (SDP)
  
- molte altre RFC per aspetti particolari ...

6

## Introduzione a SIP

- SIP e' un protocollo di livello applicazione
- Protocollo testuale (come HTTP, FTP, ecc.)
- Creazione, modifica e terminazione di sessioni (conferenze) tra utenti
- Tramite SIP si puo' invitare utenti a sessioni gia' esistenti (ad es. conferenze multicast)
- Protocollo per la creazione di sessioni tra "pari" a differenza di RTSP che identifica un client ed un server

7

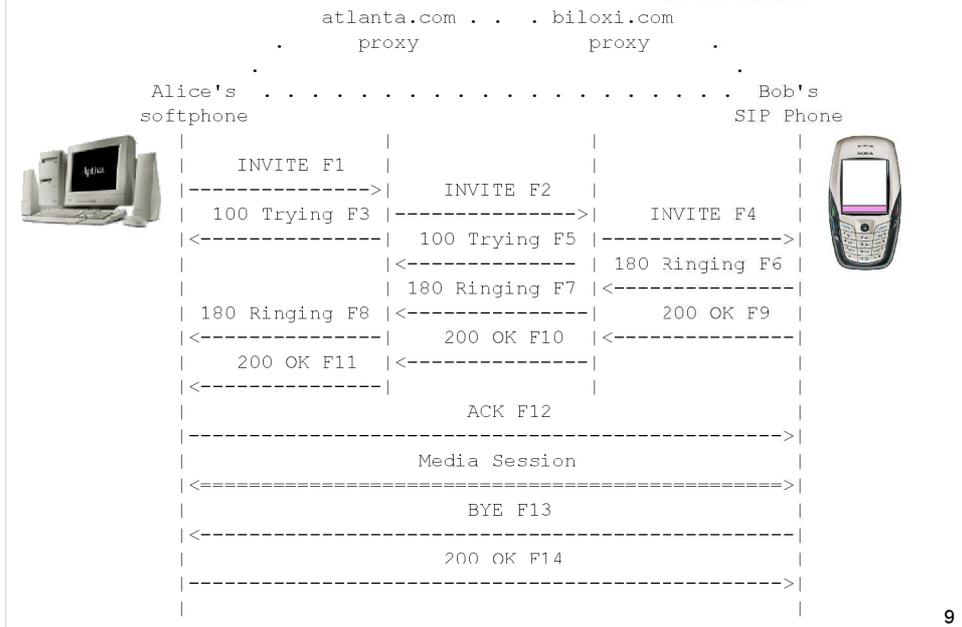
## Utenti e terminali

- Gli utenti sono caratterizzati da un nome univoco del tipo  

sip:nome@dominio
- Gli utenti utilizzano terminali che si comportano da host nel contesto Internet
  - hanno un indirizzo IP
  - possono avere un nome associato all'IP tramite DNS
- Sono terminali: telefoni VoIP, programmi di telefonia per PC (softphone)
- Con le WLAN si possono creare anche i cordless (ma consumano ancora troppo!)

8

## Ciclo di vita di una sessione



9

## INVITE

Destination

Internet source

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142

...
descrizione SDP
(tipo di media, formato, sampling rate, porte UDP, ...)
...
```

dialog ID

10

## INVITE: call routing

- Il telefono di Alice non conosce la locazione del telefono di Bob e neanche del SIP server del dominio biloxi.com
- Il telefono di Alice contatta il server SIP del proprio dominio atlanta.com
  - configurato staticamente
  - configurato tramite DHCP
- Il server SIP di atlanta.com e' un **proxy server**
- Il server SIP di atlanta.com trova l'indirizzo IP del SIP server di biloxi.com tramite DNS

11

## INVITE: call routing (2)

- Il server SIP di atlanta.com contatta il SIP server di biloxi.com
- Il SIP server di biloxi.com ha un database dinamico in cui e' contenuto l'IP del telefono di Bob (**location service**)
- Il SIP server di biloxi.com contatta il telefono di Bob che inizia a squillare.
- Un messaggio di “ringing” viene mandato indietro al telefono di Alice che genera il segnale di squillo.
- Bob decide di rispondere alla telefonata e quindi viene spedito indietro un messaggio di OK

12

## INVITE: call answer

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP server10.biloxi.com
    ;branch=z9hG4bKnashds8;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK776asdhs ;received=192.0.2.1
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>;tag=a6c85cf
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:bob@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131
```

dialog ID

```
descrizione SDP per la negoziazione dei parametri
(tipo di media, formato, sampling rate, porte UDP, ...)
...
```

SDP over SIP

13

## Routing intelligente

- Il SIP server di biloxi.com puo' essere istruito da Bob a compiere diverse azioni
  - Se il telefono di Bob e' occupato fare in modo che Alice lasci un messaggio in una casella vocale (da ascoltare in un secondo tempo oppure recapitato per e-mail)
  - Far suonare diversi telefoni VoIP (redirezione della chiamata)

14

## Conferma della risposta (ACK)

- Il telefono di Alice riceve il messaggio di OK e smette di generare il segnale di squillo.
- Il telefono di Alice manda **direttamente** al tel di Bob un messaggio di conferma (ACK)
- La sessione e' instaurata
- Alice e Bob si scambiano pacchetti RTP (audio o audio/video) e RTCP (controllo) usando i parametri negoziati con SDP
  - porte RTP e RTCP
  - tipo di compressione
  - parametri di compressione (ad es. frequenza di campionamento)

15

## Modifica dei parametri di sessione

- Alice o Bob possono chiedere di cambiare certi parametri della sessione tramite un nuovo messaggio di INVITE con una nuova descrizione SDP
- La stessa terna TO/FROM/CALL-ID (dialog) e' riportata nel messaggio per indicare che non si tratta dell'instaurazione di una nuova sessione
- Se la controparte non accetta si continua con i parametri precedenti

16

## Fine di una sessione

- Bob manda un messaggio di BYE direttamente ad Alice per indicare che vuole chiudere la sessione.
- Alice risponde con un OK direttamente a Bob.
- NOTA:
  - INVITE ha un processo a 3 fasi (INVITE/OK/ACK) a causa della negoziazione
  - BYE ha un processo a 2 fasi (BYE/OK)

17

## Registrazione di una sessione

- Periodicamente il telefono di Bob manda messaggi di tipo REGISTER al server SIP del proprio dominio dichiarando la propria posizione
- Si crea un'associazione tra sip:bob@biloxi.com e l'indirizzo IP o il nome dell'host che rappresenta il telefono di Bob
- Questa operazione consente al server SIP di rintracciare Bob anche se esso si sposta (**location service**)
- Piu' utenti possono essere associati allo stesso host (ad es. tutte le persone dello stesso ufficio dotato di un unico telefono VoIP)

18

# ITU-T H.323

19

## Introduzione ad H.323

- Insieme di standard per la comunicazione multimediale su reti IP che non forniscono garanzie di Qualita' del Servizio
- Attualmente e' in vigore la Versione 2 approvata nel 1998
- Standardizza
  - le modalita' di chiamata (segnalazione)
  - l'uso dei formati di compressione
  - gestione della banda
  - conferenze tra piu' di due partecipanti
  - modalita' di traduzione verso la telefonia tradizionale (Plain Switched Telephone Network – PSTN) e ISDN

20

## Introduzione ad H.323 (2)

- Supporto di IP multicast
- Flessibilita' dei terminali (ad es. terminali audio/video possono co-esistere con quelli solo audio)
- Condivisione di dati (lavagna condivisa)
- Condivisione di applicazioni (desktop remoto)
- Usa i protocolli a livello trasporto del TCP/IP (cioe' TCP e UDP)

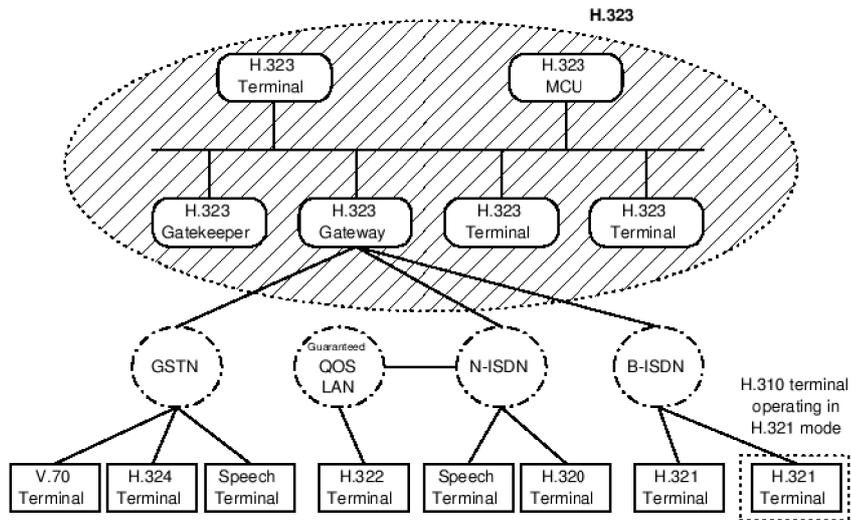
21

## Architettura

- 4 entita'
  - terminale
  - gateway
  - gatekeeper
  - multipoint control unit (MCU)
- La presenza degli ultimi 3 elementi e' opzionale in una rete H.323

22

## Architettura



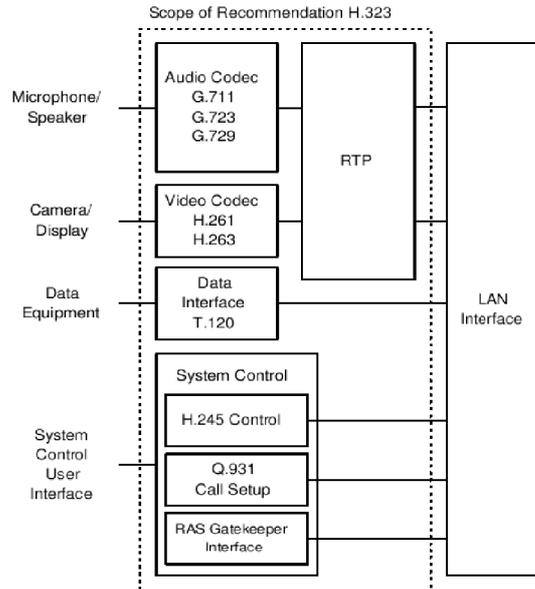
23

## Terminal

- E' l'end-point di una comunicazione
  - Puo' essere un programma per PC oppure un apparato
- E' dotato di indirizzo IP e opzionalmente nome Internet
- Deve consentire almeno la comunicazione vocale
- Opzionalmente puo' consentire comun. video e dati
- Deve implementare i seguenti protocolli
  - RTP/RTCP
  - Q.931: segnalazione e chiamata
  - H.245: negoziazione delle funzionalita' e dell'uso del canale
  - RAS: Registration/Admission/Status per interfacciarsi al Gatekeeper

24

## Terminal: architettura



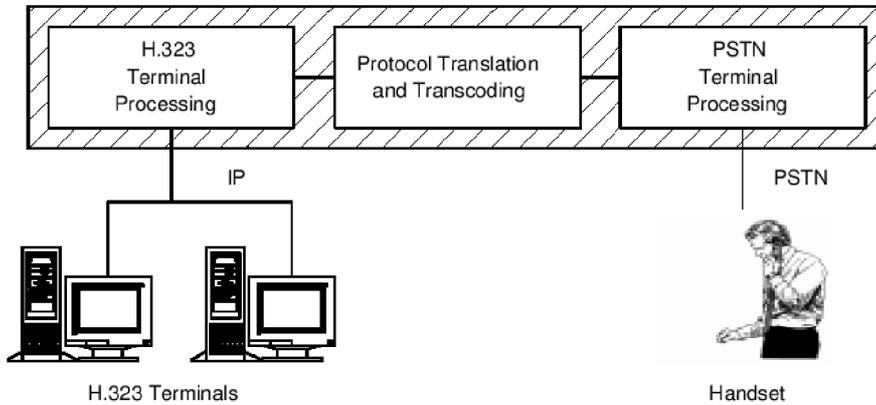
25

## Gateway

- Permette l'interoperabilita' tra H.323 ed altri standard per conferenze
  - traduce i protocolli di segnalazione
  - conversione tra formati di compressione
- Entita' opzionale in H.323
  - non serve se tutti i terminali sono H.323
- Necessario se si vuole connettere l'infrastruttura VoIP con la rete telefonica tradizionale (PSTN)

26

## Gateway H.323/PSTN



27

## Gatekeeper

- Gestisce in maniera centralizzata tutte le chiamate da/verso un insieme di terminali detto **zone**
- Mantiene la corrispondenza tra numerazione tradizionale (E.164) e indirizzi IP
  - si puo' associare ad un telefono VoIP un numero tradizionale
- Gestisce l'uso della banda
  - puo' limitare il numero di chiamate simultanee all'interno della propria zona
  - l'amministratore di rete puo' decidere quanta banda assegnare al traffico VoIP e quanta al traffico dati (web, e-mail, ecc.)

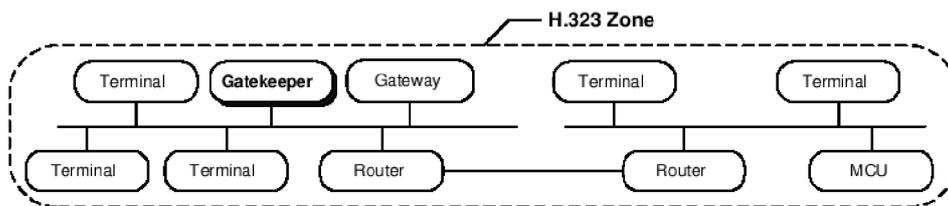
28

## Gatekeeper (2)

- Permette l'accounting delle telefonate
- Permette di bilanciare il carico dei gateway per le telefonate uscenti verso altre reti
- Permette di implementare servizi evoluti come il trasferimento di chiamata

29

## H.323 Zone



30

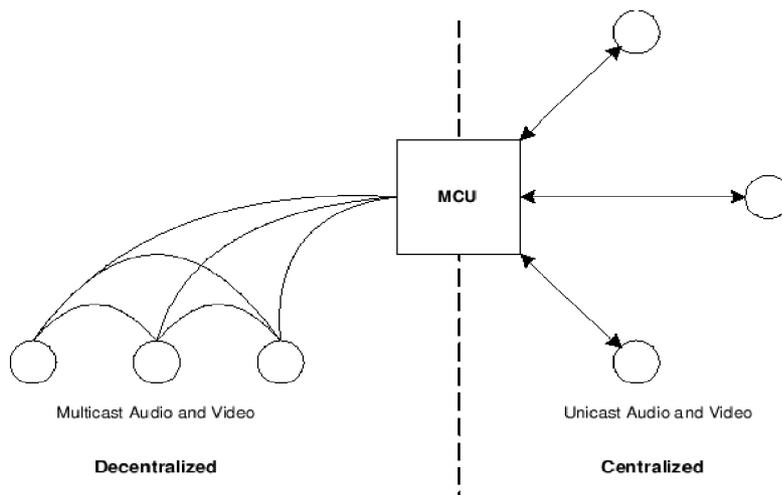
## Multipoint Control Unit

- Serve per instaurare conferenze a 3 o più partecipanti
- E' costituito da un Multipoint Controller (MC) e zero o più Multipoint Processor (MP)
- MP gestisce il protocollo H.245 determina se usare il multicast o l'unicast
- MC gestisce la conversione tra formati e il mixaggio dei contributi audio/video

31

## Conferenze multipunto

- Possono essere centralizzate o de-centralizzate



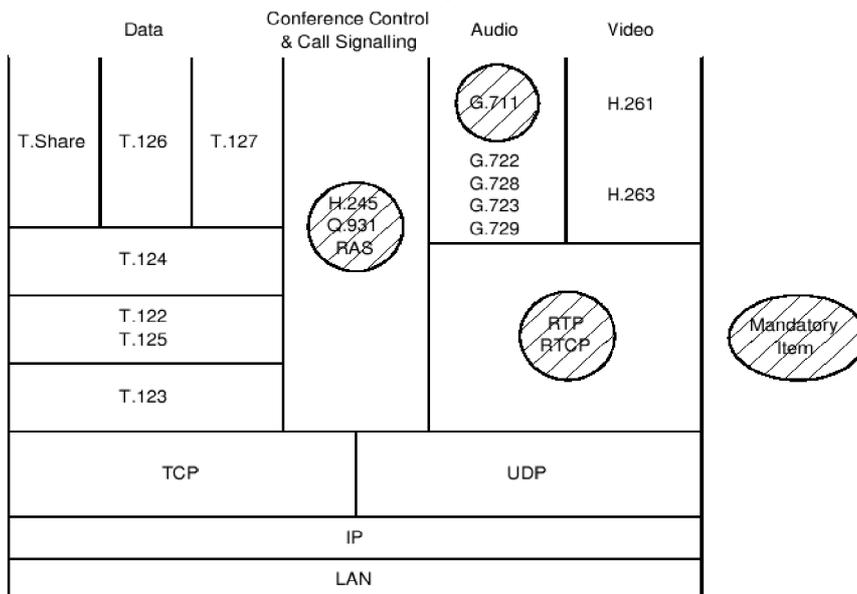
32

## Conferenze multipunto (2)

- Nelle conferenze centralizzate segnalazione (H.245) e dati (audio/video) passano per la MCU che li ridistribuisce in maniera unicast punto-punto
- Nelle conferenze de-centralizzate
  - la segnalazione e' gestita dalla MCU
  - i dati sono trasmessi su IP multicast
- Conferenze ibride
  - alcuni terminali su multicast e altri in unicast tramite MCU
  - video su multicast, audio e dati in unicast tramite MCU

33

## Stack dei protocolli



34

## Formati video

Videoconferencing Picture Format	Image Size in Pixels	H.261	H.263
sub-QCIF	128 x 96	optional	required
QCIF	176 x 144	required	required
CIF	352 x 288	optional	optional
4CIF	702 x 576	N/A	optional
16CIF	1408 x 1152	N/A	optional

35

## Novita' della Versione 2

- Sicurezza
  - autenticazione, privacy, integrita', non-ripudio
- Fast call setup
- Servizi di gestione delle chiamate

36

# Introduzione allo streaming

37

## Introduzione

- Streaming=Metodo di accesso ai dati multimediali che permette di riprodurre i contenuti durante il trasferimento
- Trasferimento unidirezionale di dati multimediali
  - solo audio
  - audio e video sincronizzati
- Streaming vs File downloading
  - Nessun file da scaricare in locale (limiti di memoria)
  - Fruizione istantanea
- I contenuti audio e video possono essere
  - live --> compressione in real-time
  - memorizzati --> pre-compresi

38

## Sessione di streaming

- **Definizione:**

*“Scelgo il brano (audio/video) XYZ da una lista, eseguo il comando PLAY. Durante l'esecuzione posso dare i comandi PAUSE oppure andare avanti/indietro nel brano. Alla fine do il comando STOP”*

39

## Stato della sessione

- La sessione di streaming è associata allo **allo stato** della trasmissione
  - che brano si sta trasmettendo
  - in che punto temporale del brano ci si trova
  - evoluzione possibile dei comandi:
    - PLAY --> PAUSE --> STOP;
    - PLAY --> PAUSE --> AVANTI
    - sequenze proibite
      - PLAY --> STOP
      - PLAY --> AVANTI

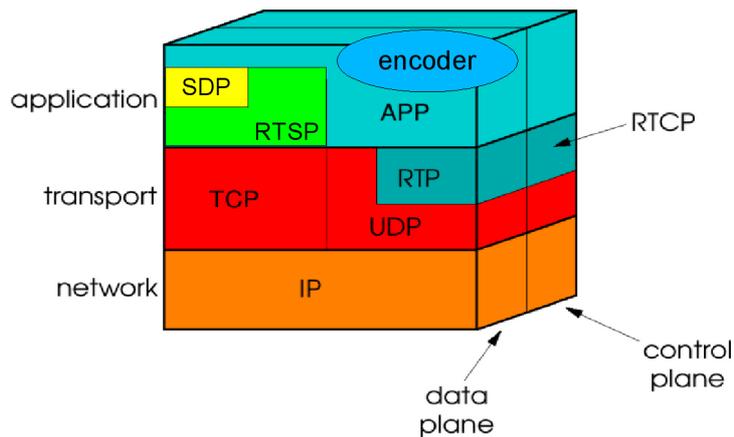
40

## Problematiche

- Descrizione del brano per creare una lista all'utente
- Comandare il trasmettitore affinché esegua i comandi PLAY, PAUSE, AVANTI/INDIETRO, STOP
- Trasmissione dei dati multimediali
  - distinzione tra audio e video
  - distinzione tra formati di compressione
  - sincronizzazione tra audio e video
- [opzionale] Trasmissione in senso contrario di statistiche sulla Qualità del Servizio
  - ack
  - packet loss rate
  - delay/jitter

41

## Pila dei protocolli



42

## Pila dei protocolli

- Distinzione tra
  - **data plane** per la trasmissione dei contenuti
  - **control plane** per il controllo e il monitoraggio della trasmissione dati
- **Livello Rete:**
  - IP si occupa del routing (data plane)
  - ICMP si occupa di comunicare le anomalie (control plane)

43

## Pila dei Protocolli (2)

- **Livello Trasporto:**
  - TCP, UDP si occupano dell'assegnazione trasmissioni-processi all'interno di trasmettitore e ricevitore
  - Real-time Transport Protocol (RTP) si appoggia a UDP e trasmette i contenuti multimediali (data plane)
  - RTP Control Protocol (RTCP) fornisce servizi a supporto della trasmissione multimediale (control plane)

44

## Pila dei Protocolli (3)

- **Livello Applicazione:**
  - L'encoder audio/video genera i dati da mettere nel payload RTP
  - Real-Time Streaming Protocol (RTSP) si appoggia a TCP e gestisce la sessione di streaming
    - RTSP sta allo streaming come HTTP sta al Web
  - Session Description Protocol (SDP) è usato per descrivere il tipo di contenuto multimediale
    - può essere trasmesso sia su RTSP che su HTTP

45

## Funzioni e livelli di rete coinvolti

Operazione	Applicazione	Trasporto
Richiesta	HTTP, RTSP	TCP
Accesso e configurazione	RTSP	TCP
Controllo della riproduzione	RTSP	TCP
Trasporto e riproduzione	RTP	UDP
Controllo della QoS	RTCP	UDP

46

## Transmission Control Protocol (TCP)

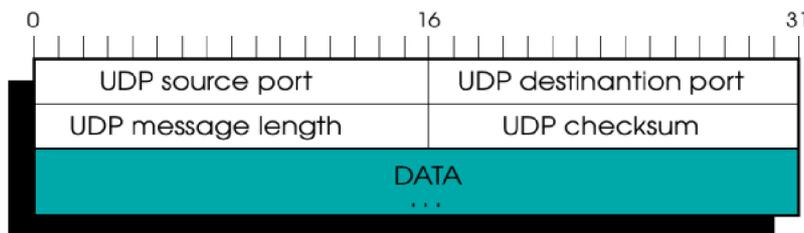
- Multiplexing degli indirizzi e delle porte
- Connesso
- Byte-oriented Stream
- Affidabile mediante ritrasmissione
- Controllo di flusso per la Qualita' del Servizio
- Mantiene il concetto di stato

**Non ci interessa  
per la parte dati delle comunicazioni  
multimediali ma per la gestione della  
sessione di streaming**

47

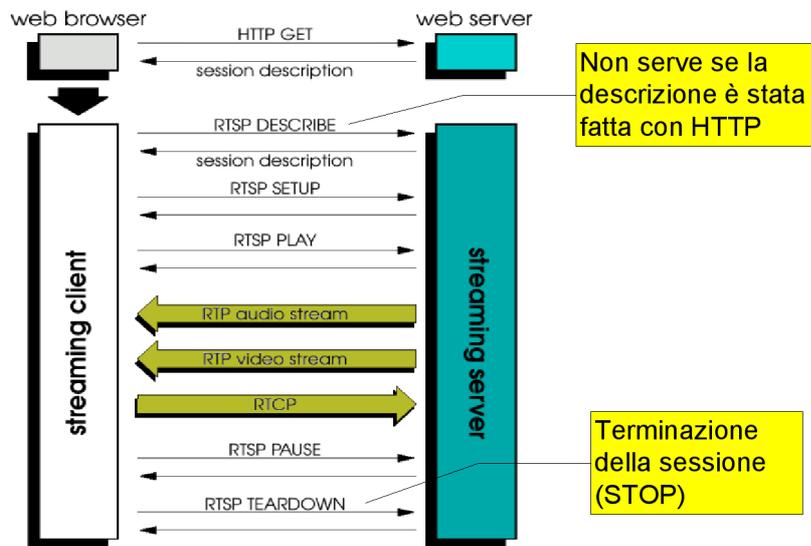
## User Datagram Protocol (UDP)

- Datagram (come il sottostante IP)
- Inaffidabile e senza connessione
- Multiplexing degli indirizzi e delle porte



48

## Ciclo di vita di una sessione



49

## Real Time Streaming Protocol (RTSP)

- Un protocollo di **livello applicazione** per controllare 1 o più flussi multimediali real-time
- Un protocollo **estendibile** in grado di aprire e gestire una sessione di streaming
- IETF Multiparty Multimedia Session Control WG
- Versioni
  - 1.RFC 2326, Henning Schulzrinne et al. , Apr. 1998
  - 2.draft-ietf-mmusic-rfc2326bis-13, Giugno 2006

50

## **RTSP: caratteristiche**

- In teoria dipendente dal protocollo di trasporto
  - RTSP su UDP
  - RTSP su TCP
- In pratica usato solo su TCP
- Protocollo testuale (come HTTP)
- Supporto nativo per RTP
- Mantiene lo stato della sessione
- Gestione della riproduzione del brano multimediale (funzioni “telecomando”)

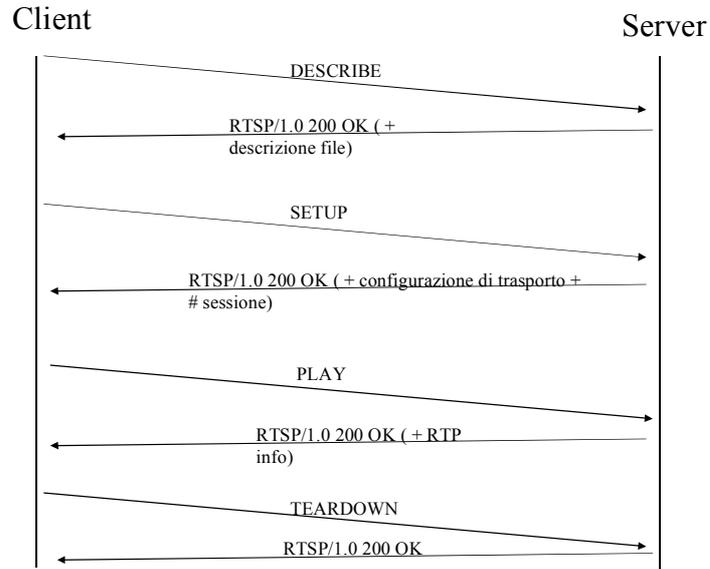
51

## **Stati, metodi, sintassi**

- Possibili stati della sessione
  - Init, Ready, Play, Record
- Metodi (operazioni) possibili
  - Describe, Pause, Play, Record, Setup, Teardown
- Sintassi delle informazioni
  - Session Description Protocol (SDP)
  - RFC 2327, RFC 3266

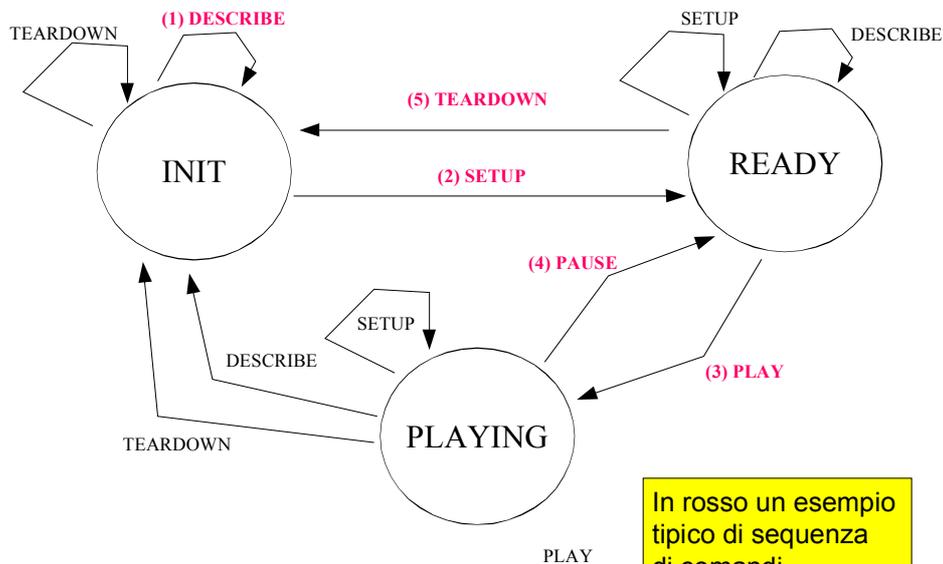
52

## Esempio di scambio di messaggi tra client e server



53

## Macchina a stati del server



In rosso un esempio tipico di sequenza di comandi

54

## DESCRIBE

```
DESCRIBE rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 1
Accept: application/sdp
Bandwidth: 14000
Accept-Language: en-US
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 1
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:50 GMT
Content-Type: application/sdp
Content-Base: rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/rtsp.wav
Content-Length: 270
```

```
v=0
c=IN IP4 10.0.0.2
s=RTSP Session
i=An Example of RTSP Session Usage
u=rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/
m=audio 0 RTP/AVP 96
a=rtpmap:96 L8/22048/1
a=control:TrackID=1
a=MaxBitRate:176400
a=MaxPktSize:1024
a=range:npt=0-262.243000
a=TypeSpecificData:"AAEAAQAaviIACAAB"
```

Formato SDP

Server

55

## SETUP

```
SETUP rtsp://bart/usr/rtsp_ref/file/TrackID=1 RTSP/1.0
CSeq: 2
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
Accept-Language: en-US
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 2
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:51 GMT
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Session: 46068
Transport: RTP/AVP;unicast;client_port=6970-6971;server_port=6970-6971
```

Server

56

# PLAY

```
PLAY rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 3
Range: npt=0.000000-262.243333
Session: 46068
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 3.Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:51 GMT
Server: RTSP-Reference/0.4alpha
Session: 46068
RTP-Info: url=trackID=1;seq=29953;rtptime=5475
```

Server

57

# TEARDOWN

```
TEARDOWN rtsp://bart/extra/Server_RTSP/file/prova.wav RTSP/1.0
CSeq: 4
Session: 46068
User-Agent: QTS (qtver=4.1;os=Windows 98 )
```

Client

```
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 4
Date: Fri, 09 Jun 2000 12:57:57 GMT
```

Server

58