

Reti di Calcolatori
AA 2011/2012



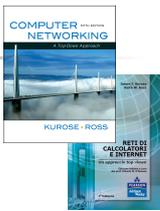
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

<http://disi.unitn.it/locigno/index.php/teaching-duties/computer-networks>

Protocolli di applicazione
(3)

Csaba Kiraly
Renato Lo Cigno

Livello di applicazione (3)



A note on the use of these slides:
These slides are an adaptation from the freely available version provided by the book authors to all (faculty, students, readers). The originals are in PowerPoint and English.

The Italian translation is originally from Gianluca Torta, Stefano Leonardi, Francesco Di Tria
Adaptation is by Csaba Kiraly and Renato Lo Cigno

All material copyright 1996-2012
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved

*Computer Networking:
A Top Down Approach,
5th edition.
Jim Kurose, Keith Ross
Addison-Wesley, April 2009.*

*Reti di calcolatori e Internet:
Un approccio top-down
4ª edizione
Pearson Paravia Bruno Mondadori Spa
©2008*

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

2



Capitolo 2: Livello di applicazione

- ❑ 2.1 Principi delle applicazioni di rete
- ❑ 2.2 Web e HTTP
- ❑ 2.3 FTP
- ❑ 2.4 Posta Elettronica
SMTP, POP3, IMAP
- ❑ **2.5 DNS**
- ❑ 2.x VoIP e SIP

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

3





DNS: Domain Name System

Persone:

- molti identificatori:
 - nome, codice fiscale, numero della carta d'identità, ecc.

Host e router di Internet:

- indirizzo IP (32 bit) - usato per indirizzare i datagrammi
 - Esempio: 193.205.194.4
 - Utilizzato a livello IP (anche a livello trasporto)
- <http://193.205.194.4/>
- kiraly@193.205.194.4
- "nome", ad esempio, dissi.unitn.it, www.yahoo.com
 - Usato dagli esseri umani

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 4 



DNS: Domain Name System

Domain Name System:

- *Servizio:* traduzione "nome" -> indirizzo IP
- *Architettura:* Database distribuito implementato in una gerarchia di server DNS
- *Protocollo:* protocollo a livello di applicazione che consente agli host e ai server DNS di comunicare per risolvere i nomi (tradurre indirizzi/nomi)
 - funzione vitale(?) di Internet implementata come protocollo a livello di applicazione

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 5 



DNS: FQDN

FQDN: Fully Qualified Domain Name

- Esempio: alpha.science.unitn.it
- Gerarchico:
 - it: Top Level Domain (TLD)
 - Gestito da un ente nazionale
 - unitn.it
 - Gestito da UNITN
 - science.unitn.it
 - Gestito da CISCA, Presidio I.T. della Facoltà di Scienze
 - alpha.science.unitn.it
 - FQDN di un host gestito da CISCA

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 6 

Database distribuiti e gerarchici

Di competenza (authoritative)

Server DNS radice

Top-level domain (TLD)

Server DNS com

Server DNS org

Server DNS edu

Server DNS di yahoo.com

Server DNS di amazon.com

Server DNS di pbs.org

Server DNS di poly.edu

Server DNS di umass.edu

Il client vuole l'IP di www.amazon.com; 1ª approssimazione:

- Il client interroga il server radice per trovare il server DNS "com"
- Il client interroga il server DNS "com" per ottenere il server DNS di "amazon.com"
- Il client interroga il server DNS di "amazon.com" per ottenere l'indirizzo IP di "www.amazon.com"

Ogni ISP ha un proprio server DNS locale

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it
7

DNS

Servizi DNS

- Traduzione degli hostname in indirizzi IP
- Host aliasing
 - un host può avere più nomi
- Mail server aliasing
 - indica il server di posta elettronica per un certo dominio
- Distribuzione locale
 - server web replicati: insieme di indirizzi IP per un unico nome canonico

Perché non centralizzare DNS?

- singolo punto di guasto
- volume di traffico
- database centralizzato distante
- aggiornamento frequente

Un database centralizzato su un singolo server DNS non è *scalabile* !

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it
8

DNS: server DNS radice

- contattato da un server DNS locale che non può tradurre il nome
- server DNS radice:
 - contatta un server DNS autorizzato se non conosce la mappatura
 - ottiene la mappatura
 - restituisce la mappatura al server DNS locale

13 server DNS radice nel mondo

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it
9

Server TLD e server di competenza

- Server TLD (top-level domain): si occupano dei domini com, org, net, edu, ecc. e di tutti i domini locali di alto livello, quali it, uk, fr, ca e jp.
 - Network Solutions gestisce i server TLD per il dominio com
 - Educause gestisce quelli per il dominio edu
- Server di competenza (authoritative server): ogni organizzazione dotata di host Internet pubblicamente accessibili (quali i server web e i server di posta) deve fornire i record DNS di pubblico dominio che mappano i nomi di tali host in indirizzi IP.
 - possono essere mantenuti dall'organizzazione o dal service provider

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 10

Server DNS locale

- Non appartiene strettamente alla gerarchia dei server
- Ciascun ISP (università, società, ISP residenziale) ha un server DNS locale.
 - detto anche "default name server"
- Quando un host effettua una richiesta DNS, la query viene inviata al suo server DNS locale
 - il server DNS locale opera da proxy e inoltra la query in una gerarchia di server DNS

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 11

Esempio

L'host cis.poly.edu vuole l'indirizzo IP di gaia.cs.umass.edu

Query iterativa:

- Il server contattato risponde con il nome del server da contattare
- "Io non conosco questo nome, ma puoi chiederlo a questo server".

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 12

Esempio

Query ricorsiva:

- Affida il compito di tradurre il nome al server DNS contattato
- Il server contattato risponde con l'indirizzo IP di `gaia.cs.umass.edu`
- "Io non conosco questo nome, ma posso procurarlo"

Server DNS radice

Server DNS locale `dns.poly.edu`

Server DNS TLD

Server DNS di competenza `dns.cs.umass.edu`

Host richiedente `cis.poly.edu`

`gaia.cs.umass.edu`

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 13 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Esempio

Query:

- Ricorsiva per il server DNS locale
- Iterativa per il server DNS radice

Server DNS radice

Server DNS locale `dns.poly.edu`

Server DNS TLD

Server DNS di competenza `dns.cs.umass.edu`

Host richiedente `cis.poly.edu`

`gaia.cs.umass.edu`

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 14 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

DNS: caching e aggiornamento dei record

- Una volta che un server DNS impara la mappatura (=associazione nome-indirizzo IP), la mette nella **cache**
 - le informazioni nella cache vengono invalidate (sariscono) dopo un certo periodo di tempo
 - tipicamente un server DNS locale memorizza nella cache gli indirizzi IP dei server TLD
 - quindi i server DNS radice non vengono visitati spesso
- I meccanismi di aggiornamento/notifica sono progettati da IETF
 - RFC 2136
 - <http://www.ietf.org/html.charters/dnsind-charter.html>

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 15 UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Record DNS

DNS: database distribuito che memorizza i record di risorsa (**RR**)

Formato RR: (name, value, type, ttl)

- Type=A**
 - name è il nome dell'host
 - value è l'indirizzo IP
- Type=NS**
 - name è il dominio (ad esempio foo.com)
 - value è il nome dell'host del server di competenza di questo dominio
- Type=CNAME**
 - name è il nome alias di qualche nome "canonico" (nome vero)
www.ibm.com è in realtà servereast.backup2.ibm.com
 - value è il nome canonico
- Type=MX**
 - value è il nome del server di posta associato a name

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 16 

Aliasing (esempio)

La società Barsport possiede due calcolatori:

- hobbes.barsport.com
- calvin.barsport.com

Decide di installare un server web su *hobbes.barsport.com* e di assegnargli il nome *www.barsport.com*

Soluzioni:

- cambiare il nome di *hobbes.barsport.com*
- aggiungere un record CNAME corrispondente a *www.barsport.com* che punta a *hobbes.barsport.com*:

(*www.barsport.com*, *hobbes.barsport.com*, CNAME)
 (*hobbes.barsport.com*, 123.144.134.211, A) **record preesistente**

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 17 

Messaggi DNS

Protocollo DNS: domande (query) e messaggi di risposta, entrambi con lo stesso formato

Intestazione del messaggio

- Identificazione:** numero di 16 bit per la domanda; la risposta alla domanda usa lo stesso numero
- Flag:**
 - domanda (0) / risposta (1)
 - richiesta di ricorsione
 - ricorsione disponibile
 - risposta di competenza

Identificazione	Flag
Numero di domande	Numero di RR di risposta
Numero di RR autorevoli	Numero di RR aggiuntivi
Domande (numero variabile di domande)	
Risposte (numero variabile di record di risorsa)	
Competenza (numero variabile di record di risorsa)	
Informazioni aggiuntive (numero variabile di record di risorsa)	

}12 byte

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 18 

Messaggi DNS

Campi per il nome richiesto e il tipo di domanda

RR nella risposta alla domanda

Record per i server di competenza

Informazioni extra che possono essere usate

Identificazione		Flag	
Numero di domande	Numero di RR di risposta	} 12 byte	
Numero di RR autorevoli	Numero di RR addizionali		
Domande (numero variabile di domande)			
Risposte (numero variabile di record di risorsa)			
Competenza (numero variabile di record di risorsa)			
Informazioni aggiuntive (numero variabile di record di risorsa)			

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

19



Inserire record nel database DNS

- Esempio: abbiamo appena avviato la nuova società "Network Utopia"
- Registriamo il nome `networkutopia.com` presso registrar (ad esempio, Network Solutions)
- Inseriamo nel server di competenza `dns1.networkutopia.com` un record tipo A per `www.networkutopia.com` e un record tipo MX per `networkutopia.com`
- Forniamo a registrar i nomi e gli indirizzi IP dei server DNS di competenza
 - Registrar inserisce due RR nel server TLD com:


```
(networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)
(dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
```

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

20



Inserire record nel database DNS (esempio)

TLD com

```
(networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS)
(dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A)
```

dns1.networkutopia.com
(server di competenza per networkutopia.com)

```
(www.networkutopia.com, 1111.1111.1111.1111, A)
(networkutopia.com, 2222.2222.2222.2222, MX)
```

↕

www.networkutopia.com

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

21





Capitolo 2: Livello di applicazione

- 2.1 Principi delle applicazioni di rete
- 2.2 Web e HTTP
- 2.3 FTP
- 2.4 Posta Elettronica
SMTP, POP3, IMAP
- 2.5 DNS
- 2.x VoIP e SIP

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 22  2-22



VoIP: Voice over IP

- Nell'ottica IP la telefonia costituisce un "normale" servizio applicativo
- Realizzato con protocolli applicativi (end-to-end)
- La "visione" IETF
 - La connettività è tramite protocollo IP (fornisce il servizio end-to-end)
 - l'intelligenza è ai bordi della rete (nei terminali) e non nascosta nella rete
 - Protocolli piccoli e mono-funzionali
 - Modularità

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 23  2-22



VoIP e SIP: Session Initiation Protocol

- Concetti principali:
 - Sessione:
 - Chiamata con 2 (2+) utenti
 - Diversi "media stream"
 - Generati da diversi utenti
 - Audio + video
 - Segnalazione "out-of-band"
 - Separazione della gestione di una sessione da trasferimento media
- Protocolli:
 - Segnalazione:
 - SIP: Session Initiation Protocol (RFC 2543, marzo 1999)
 - SDP: Session Description Protocol
 - SAP: Session Announcement Protocol
 - Trasporto voce:
 - RTP/RTCP

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 24  2-22



SIP: caratteristiche generali

- Protocollo **client - server**
- Utilizzato per "invitare" gli utenti a sessioni multimediali
- Utilizza concetti simili a HTTP
- Indipendente dal trasporto
- Scalabile, Modulare, Semplice
- Impiega altri protocolli multimediali

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 25





SIP: Elementi dell'architettura

- User Agent (o end system)
 - Client: Invia le richieste SIP
 - Server: Soddisfa le richieste di chiamata entranti
- SIP Redirect Server
 - Redirige una chiamata su un altro server
- SIP Proxy Server
 - Invia la richiesta ad un altro server
- SIP Registrar
 - accept registration requests from users
 - maintains user's whereabouts at a Location Server

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 26



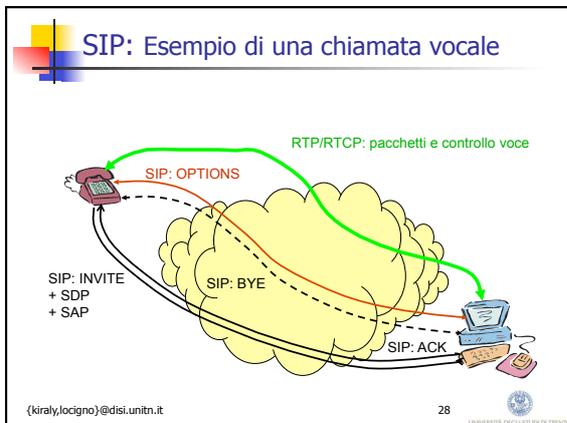


SIP: Indirizzi e Metodi

- **Gli indirizzi sono URI (Universal Resource Identifier):**
 - sip:jdrosen@bell-labs.com:5067
 - sip:ann:passwd@lucent.com
- **6 metodi:**
 - INVITE: Inizia o invita ad una conferenza
 - BYE: Termina la partecipazione ad una conferenza
 - CANCEL: Termina una ricerca
 - OPTIONS :Interroga un client sulle sue "capabilities"
 - ACK: Accetta la chiamata (invito)
 - REGISTER: Informa un SIP server sulla posizione di un utente

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it 27





SIP: Sintassi dei messaggi

- La sintassi è ripresa da HTTP:

```

INVITE gerla@cs.ucla.edu SIP/2.0
From: locigno@disi.unitn.it (Renato Lo Cigno)
Subject: Next visit to L.A.
To: gerla@cs.ucla.edu (Mario Gerla)
Call-ID: 1999284605.56.86@
Content-type: application/sdp
CSeq: 4711
Content-Length: 187
    
```

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

29

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Session Description Protocol

- Sintassi testuale per descrivere sessioni multimediali unicast e multicast
- Caratteristiche base
 - Descrive i flussi Audio/Video che formano la sessione ed i relativi parametri
 - Contiene gli indirizzi di destinazione dei diversi stream
 - "Governa" i tempi di inizio e fine di ogni sessione
 - Molto semplice

{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

30

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

SDP: an example

```

v=0 Protocol version
o=ghittino 28908044538 289080890 IN IP4 93.175.132.118
   Creator and session identifier <address type>
   <username> <session id> <version> <network type> <address>
s=SIP Tutorial Session name
e=ghittino@csp.it Email address
c=IN IP4 126.16.69.4 Connection information
t=28908044900 28908045000 Time the session is active
   (start - stop)
m=audio 49170 RTP/AVP 0 98 Media name and transport address
a=rtpmap:98 L16/11025/2 Media attribute line
  
```

{kiraly.locigno}@disi.unitn.it 31

Proxy Server Functionality

- Ha la funzione di "rendezvous point", ovvero di locazione (virtuale) dove un dato chiamato è sempre (nello spazio e nel tempo) logicamente reperibile
- Ha funzioni di instradamento dell'applicazione, cioè definisce dove uan chiamata (a quale UA oppure proxy/redirect server) deve essere inoltrata una chiamata entrante
- Questa funzione è dinamica e programmabile
- Forking: Consente di "tentare" diverse terminazioni/destinazioni in parallelo o in sequenza (es. group calls)
- E' in genere il punto in cui vengono svolte le operazioni di AAA

{kiraly.locigno}@disi.unitn.it 32

SIP Message Structure

Request Method	Response Status
<p>INVITE sip:UserB@there.com SIP/2.0</p> <p>Via: SIP/2.0/UDP here.com:5060 From: BigGuy <sip:UserA@here.com> To: LittleGuy <sip:UserB@there.com> Call-ID: 12345600@here.com CSeq: 1 INVITE Subject: Happy Christmas Contact: BigGuy <sip:UserA@here.com> Content-Type: application/sdp Content-Length: 147</p> <p style="text-align: center;">Message Header Fields</p>	<p>SIP/2.0 200 OK</p> <p>Via: SIP/2.0/UDP here.com:5060 From: BigGuy <sip:UserA@here.com> To: LittleGuy <sip:UserB@there.com>;tag=65a35 Call-ID: 12345601@here.com CSeq: 1 INVITE Subject: Happy Christmas Contact: LittleGuy <sip:UserB@there.com> Content-Type: application/sdp Content-Length: 134</p>
<p>v=0 o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 here.com s=Session SDP c=IN IP4 100.101.102.103 t=0 0 m=audio 49172 RTP/AVP 0 a=rtpmap:0 PCMU/8000</p> <p style="text-align: center;">Payload</p>	<p>v=0 o=UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 there.com s=Session SDP c=IN IP4 110.111.112.113 t=0 0 m=audio 3456 RTP/AVP 0 a=rtpmap:0 PCMU/8000</p>

"receive RTP G.711-encoded audio at 100.101.102.103:49172"

{kiraly.locigno}@disi.unitn.it 33

