

Application Layer

DNS, TELNET

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: Domain Name System

"... The Domain Name System is a hierarchical distributed database. It stores information for mapping Internet host names to IP addresses and vice versa, mail routing information, and other data used by Internet applications.

Clients look up information in the DNS by calling a resolver library, which sends queries to one or more name servers and interprets the responses ..."

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: Domain Name System

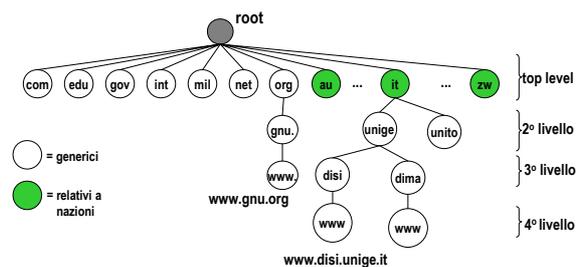
- Gli host su Internet e i router possono essere identificati mediante

- ✓ un indirizzo IP (32 bit)
(130.251.152.126)
- ✓ un nome logico
(forum.educ.disi.unige.it)

Il DNS si occupa del mapping tra nomi logici e indirizzi IP

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: gerarchia dei domini



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: Domain Name System

- È un **protocollo** del livello Application usato dagli host per **"risolvere"** i nomi
- È caratterizzato da **domande** (query) e **risposte** (reply)
- Il DNS **viene usato da altre applicazioni** (basate su HTTP, SMTP, ...) per tradurre i nomi logici forniti dall'utente in indirizzi IP

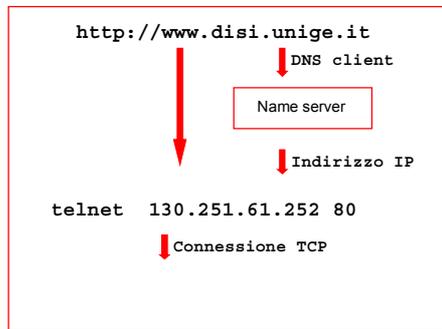
Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: Domain Name System

- Sulla macchina client gira la **parte client del DNS**, cioè quella che inizia il meccanismo di interrogazione (query) per ottenere un indirizzo IP
- Il DNS usa i servizi che **UDP** fornisce a livello di trasporto
- **Porta 53**

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

DNS: Domain Name System



Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

Perchè non centralizzare il DNS?

- Problema di tolleranza ai guasti
- Impensabile con l'attuale volume di traffico
- Non può essere "vicino" a tutti gli host che hanno bisogno di questo servizio
- Difficile da mantenere aggiornato

doesn't scale!

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS name server

- Non esiste quindi un unico server che "conosce" il mapping di tutti i nomi logici negli indirizzi IP corrispondenti
- Si distingue tra
 - 1) **local name server**
 - ✓ Ogni ISP, ogni azienda, ogni università ha il suo local name server
 - ✓ Le richieste al DNS passano prima attraverso il name server locale

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS name server

- 2) **authoritative name server**
 - ✓ Per un host memorizza la coppia <IP, nome logico>
 - ✓ Amministrano "gruppi" di host
- 3) **root name server**
 - ✓ Contengono gli IP degli authoritative name server (o sanno a chi chiedere) per ogni dominio registrato ufficialmente

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: root name server



13 root name server

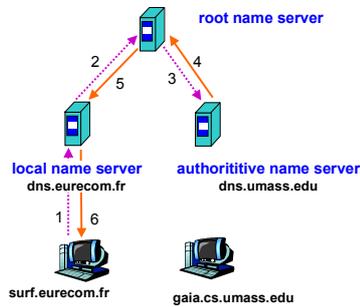
Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: root name server

- Quando un root name server riceve una richiesta da un name server locale
 - ✓ Se conosce il mapping tra nome logico e indirizzo IP lo restituisce al name server locale
 - ✓ Altrimenti
 - ✓ interroga l'autoritative name server per quel name server locale
 - ✓ ottiene il mapping
 - ✓ lo restituisce al name server locale

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

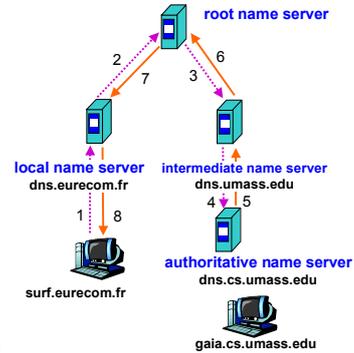
Esempio (1)



query reply

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

Esempio (2)

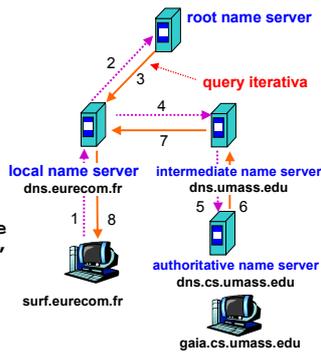


query reply

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

Esempio (3): query iterativa

Il server contattato non restituisce un indirizzo IP ma il nome di un altro server: "non conosco questo nome, prova a chiedere a questo server"



query reply

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

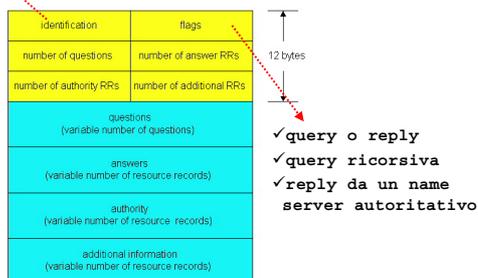
In realtà ... DNS: caching

- I name server conservano nella memoria cache i mapping che ricevono (che valgono fino allo scadere di un timeout)
- Grazie al meccanismo del caching i name server locali possono evitare di interrogare i root name server ogni volta che necessitano di un indirizzo IP
- La richiesta viene invece passata al name server di livello superiore ...

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

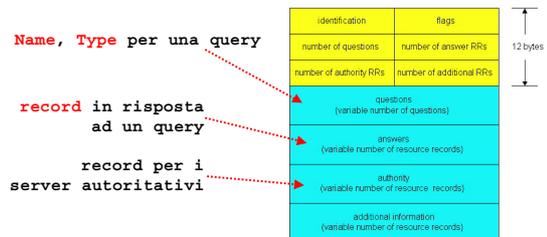
DNS: formato dei messaggi

numero a 16 bit per identificare la richiesta (la risposta usa lo stesso numero)



Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

DNS: formato dei messaggi



Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

DNS: resource record

RR: (Name, Value, Type, TTL)

TTL (Time to Live)

Determina la durata della validità di una risorsa in cache (un mapping nome logico - IP)

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: resource record

RR: (Name, Value, Type, TTL)

Type: A
Name: host
Value: indirizzo IP

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: resource record

RR: (Name, Value, Type, TTL)

Type: NS
Name: dominio (es. unige.it)
Value: nome del name server autoritativo per il dominio
(serve per il routing delle query)

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: resource record

RR: (Name, Value, Type, TTL)

Type: CNAME
Name: è l'alias del nome canonico
Value: è il nome canonico
es. webapp.educ.disi.unige.it è l'alias di puin.educ.disi.unige.it

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

DNS: resource record

RR: (Name, Value, Type, TTL)

Type: MX
Name: alias del mail server
Value: nome canonico del mail server

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

Comando dig

```
$$ dig pianeta.di.unito.it
```

```
; <<> DiG 8.3 <<> pianeta.di.unito.it
;; res options: init recurs defnam dnsrch
;; got answer:
;; ->HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 2
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 1, AUTHORITY: 3,
    ADDITIONAL: 3

;; QUERY SECTION:
;; pianeta.di.unito.it, type = A, class = IN

;; ANSWER SECTION:
pianeta.di.unito.it.      8h33m39s IN A    130.192.239.1
```

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

Comando dig

```
;; AUTHORITY SECTION:
di.unito.it.          21m57s IN NS   amleto.di.unito.it.
di.unito.it.          21m57s IN NS   pianeta.di.unito.it.
di.unito.it.          21m57s IN NS   albert.unito.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
amleto.di.unito.it.   21m57s IN A    130.192.239.30
pianeta.di.unito.it. 8h33m39s IN A   130.192.239.1
albert.unito.it.     23h49m31s IN A  130.192.119.1

;; Total query time: 10 msec
;; FROM: elios to SERVER: default -- 130.251.61.19
;; WHEN: Mon Oct 4 12:32:51 2004
;; MSG SIZE sent: 37 rcvd: 157
```

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TELNET [RFC 854]

- Anche il TELNET è un protocollo del livello Application

- Permette la connessione remota (**remote login**)

" ... The purpose of the TELNET protocol is to provide a fairly general, bi-directional, eight-bit byte oriented communications facility. Its primary goal is to allow a standard method of interfacing terminal devices and terminal-oriented processes to each other ... "

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TELNET [RFC 854]

telnet <macchina remota>

- L'utente sulla macchina client digita i caratteri da tastiera (Network Virtual Terminal)
- I caratteri vengono inviati alla macchina server (<macchina remota>) che si occupa di rispedire indietro ogni carattere che viene visualizzato sullo schermo del client
- I comandi vengono eseguiti sulla macchina remota!

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

Transport Layer

TCP

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

Transport layer

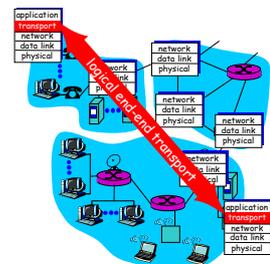
" ... Residing between the application and the network layers, the transport layer is a **central piece** of the layered network architecture. It has the critical role of providing communication services directly to the application processes running on different hosts ... "

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

Transport layer

- Fornisce una **comunicazione logica** tra applicazioni che girano su host diversi

- I protocolli del livello Transport girano sugli end system



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

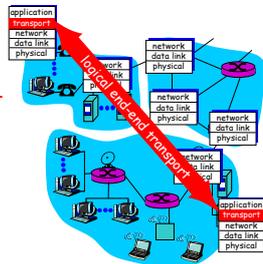
Transport layer

Lato sender

i messaggi prodotti al livello Application vengono suddivisi in **segmenti**

Lato receiver

i segmenti vengono "riasmblati" per ricostruire il messaggio da passare al livello superiore



Internet: TCP e UDP

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

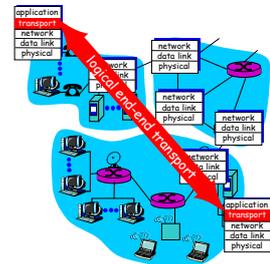
Transport layer: protocolli

TCP

- ✓ Orientato alla connessione
- ✓ Affidabile
- ✓ Controllo di flusso
- ✓ Controllo della congestione

UDP

- ✓ Non affidabile
- ✓ Non orientato alla connessione



Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

Multiplexing/demultiplexing

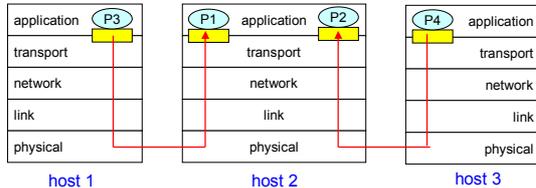
Multiplexing (sender)

I dati in arrivo dai socket devono essere presi e trasformati in segmenti (con header opportuni)

Demultiplexing (receiver)

I segmenti devono essere inviati al socket corretto

□ = socket ○ = processo



Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

TCP: Transmission Control Protocol



- RFC: 793, 1122, 1323, 2018, 2581
- point-to-point
- reliable
- in-order byte stream

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

TCP: Transmission Control Protocol

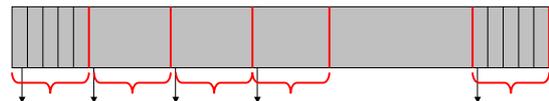


- full duplex
 - ✓ i dati fluiscono in entrambe le direzioni
- connection-oriented
 - ✓ meccanismo di handshaking
- flow control
 - ✓ il sender non sovraccarica di dati il receiver

Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

TCP: Struttura di un segmento

Dati in arrivo dal livello Application: **stream di byte** ordinati che vengono suddivisi in parti di dimensione MSS (Maximum Segment Size, 1500 byte, 512 byte, ...)

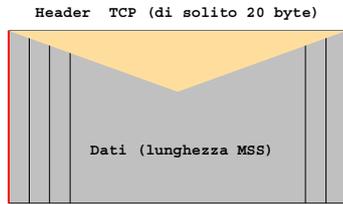


La posizione del primo byte in ogni parte viene usata come **sequence number**

In realtà viene generato un numero casuale per il primo sequence number che viene sommato alle varie posizioni iniziali di ogni parte. In questo modo si evita di riconsiderare segmenti che sono scaduti (ma che potrebbero avere lo stesso sequence number).

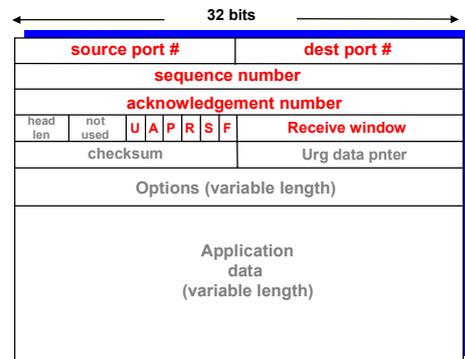
Applicazioni di Rete - M. Ribaud - DISI

TCP: Struttura di un segmento



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: Struttura di un segmento



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: flag

- **U = URG** il livello superiore ha marcato dei dati come urgenti
- **A = ACK**
- **P = PSH** il receiver dovrebbe passare i dati immediatamente al livello superiore
- **R = RST**
- **S = SYN**
- **F = FIN**

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: Gestione della connessione

- Il sender e il receiver stabiliscono una connessione prima di iniziare lo scambio dei dati
- Vengono inoltre inizializzate numerose variabili e vengono creati i buffer per memorizzarli i dati
- Il **client inizia** la connessione
- Il server accetta la connessione

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: Three-way handshake

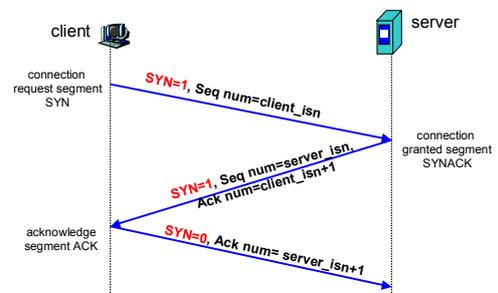
Passo 1: il client spedisce un segmento TCP di tipo **SYN** al server. Questo segmento non contiene dati ma un numero di inizio sequenza (**client_isn**) per il client

Passo 2: il server, ricevuto SYN, risponde con un segmento **SYNACK**. Inoltre, alloca i buffer e specifica un numero di inizio sequenza (**server_isn**) per il server

Passo 3: il client riceve SYNACK, risponde con un segmento **ACK**, che può contenere dei dati

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: Three-way handshake



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: sequence e acknowledge numbers

- Ogni volta che un sender A invia un segmento ad un receiver B vi associa il suo sequence number
- Il receiver B, ricevuto il segmento, copia il **sequence number incrementato di 1** nel campo acknowledge number
- Questo dirà al sender A che il receiver B è in attesa del "prossimo segmento"

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

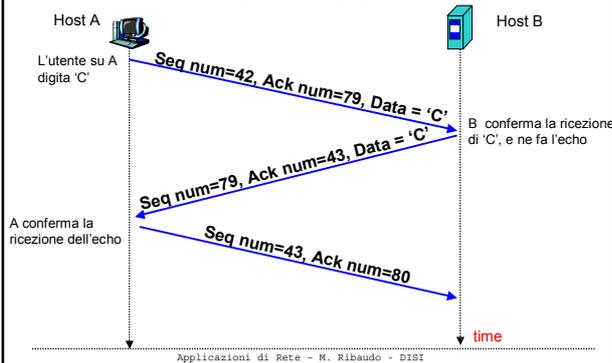
TCP: sequence e acknowledge numbers

- Le cose sono un po' più complicate perchè TCP è full-duplex
- Inoltre, se arrivano segmenti fuori sequenza, ogni host continua a mandare l'acknowledge number del segmento che sta aspettando (**cumulative acknowledge**)
- Negli RFC di TCP non viene specificato cosa si deve fare dei segmenti fuori sequenza

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: sequence e acknowledge numbers

telnet scenario



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: chiusura della connessione

Passo 1: il client spedisce un segmento TCP di controllo detto **FIN**

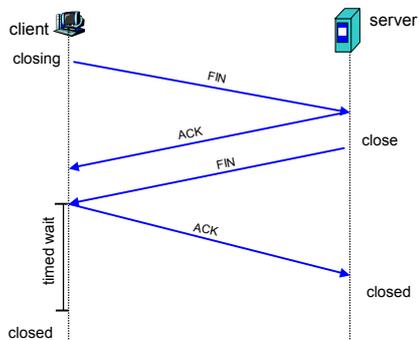
Passo 2: il server, ricevuto FIN, risponde con **ACK**. Poi si prepara a chiudere la connessione ed invia a sua volta un segmento **FIN**

Passo 3: il client riceve FIN, e risponde con **ACK**. Entra quindi in uno stato di "timed wait": risponderà con ACK a tutti i FIN che riceve

Passo 4: il server, ricevuto ACK, **chiude la connessione**

Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

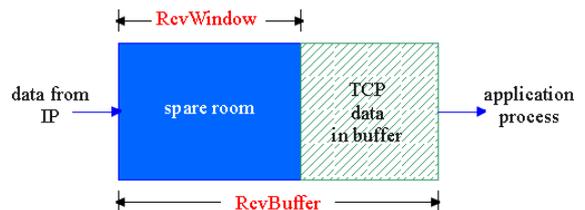
TCP: chiusura della connessione



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

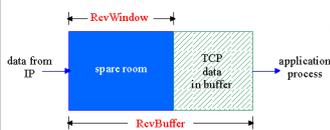
TCP: Flow Control

Il mittente non "inonda" il destinatario trasmettendo troppe informazioni (overflow del buffer = perdita di dati)



Applicazioni di Rete - M. Ribaldo - DISI

TCP: Flow Control

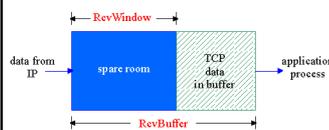


- Servizio di tipo "speed-matching"
- Il destinatario informa il mittente dello spazio libero nel buffer usando il campo Receive Window dell'header

$$\text{RcvWindow} = \text{RcvBuffer} - [\text{LastByteRcvd} - \text{LastByteRead}]$$

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI

TCP: Flow Control



- Servizio di tipo "speed-matching"
- Il mittente usa due variabili per sapere quanti sono i dati non confermati dal destinatario

$$\text{LastByteSent} - \text{LastByteAcked} \leq \text{RcvWindow}$$

Applicazioni di Rete - M. Ribaudo - DISI