



*Corso di Laurea Triennale in Informatica
Università degli Studi della Basilicata*

Reti di Calcolatori

Docente: Ugo Erra

ugo.erra+reti@unibas.it

5° Lezione – Livello di applicazione - II° parte

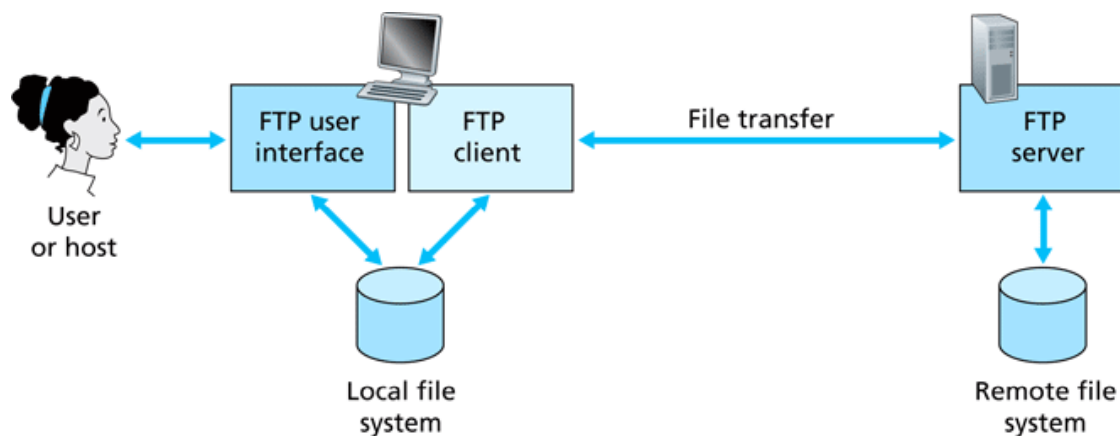
Sommario



- **File Transfer Protocol (FTP)**
- Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)
- Domain Name System (DNS)

File Transfer Protocol (FTP)

- Il **File Transfer Protocol (FTP)** è utilizzato per il trasferimento file a/da un host remoto
 - ▣ Definito nell'RFC 959
- Si basa sul modello client/server
 - ▣ *client*: host che inizia il trasferimento (a/da un host remoto)
 - ▣ *server*: host remoto
- Utilizza la porta 21 per connessione

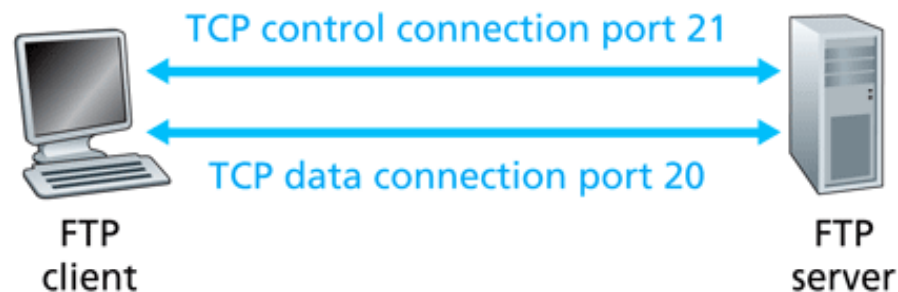


Tipi connessione

- Il protocollo FTP utilizza due tipi di connessione
 - ▣ **Controllo** (richiesta dal client)
 - ▣ **Dati** (richiesta dal server)
- Il server apre una seconda connessione dati TCP per trasferire un altro file
- La connessione di controllo è definita anche **fuori banda** (*out of band*) poiché inviate attraverso un'altra connessione
- Il server FTP mantiene lo “stato” della connessione per tutto il tempo
 - ▣ Directory corrente, autenticazione precedente

Esempio

- ❑ Il client FTP contatta il server FTP sulla porta 21, specificando TCP come protocollo di trasporto
- ❑ Il client ottiene l'autorizzazione sulla **connessione di controllo**
- ❑ Il client cambia la directory remota inviando i comandi sulla connessione di controllo
- ❑ Quando il server riceve un comando per trasferire un file, apre una **connessione dati** TCP con il client
- ❑ Dopo il trasferimento di un file, il server chiude la connessione



Comandi e risposte FTP

- I comandi sono inviati come testo ASCII sulla connessione di controllo
 - ▣ **USER *username***
 - ▣ **PASS *password***
 - ▣ **LIST**
 - Elenca i file della directory corrente
 - ▣ **RETR *filename***
 - Recupera (*get*) un file dalla directory corrente
 - ▣ **STOR *filename***
 - Memorizza (*put*) un file nell'host remoto
- Il codice di ritorno è formato da un codice di stato ed un'espressione:
 - ▣ 331 Username OK, password required
 - ▣ 125 data connection already open; transfer starting
 - ▣ 425 Can't open data connection
 - ▣ 452 Error writing file

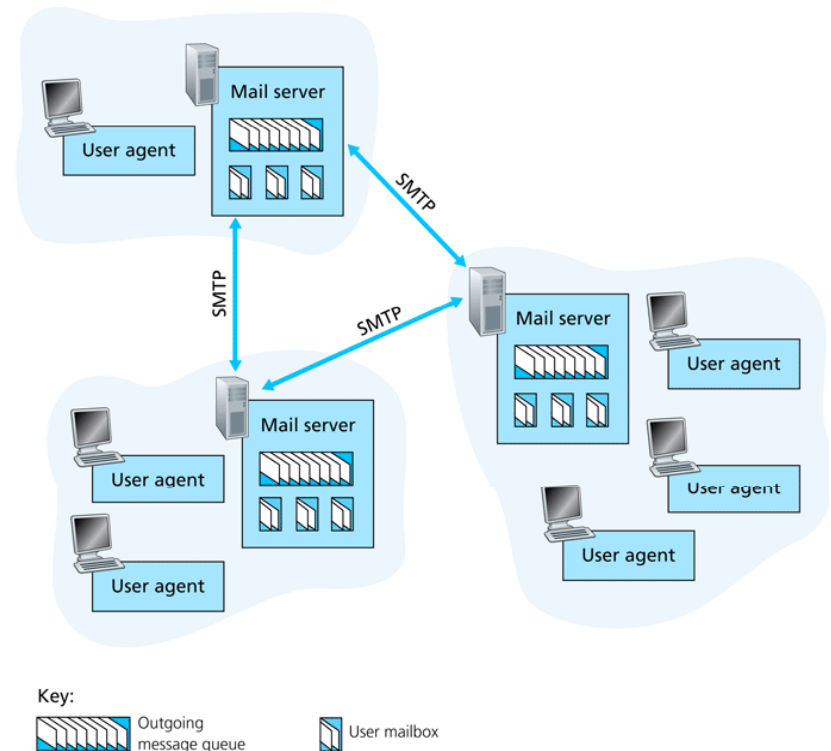
Sommario



- File Transfer Protocol (FTP)
- **Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)**
- Domain Name System (DNS)

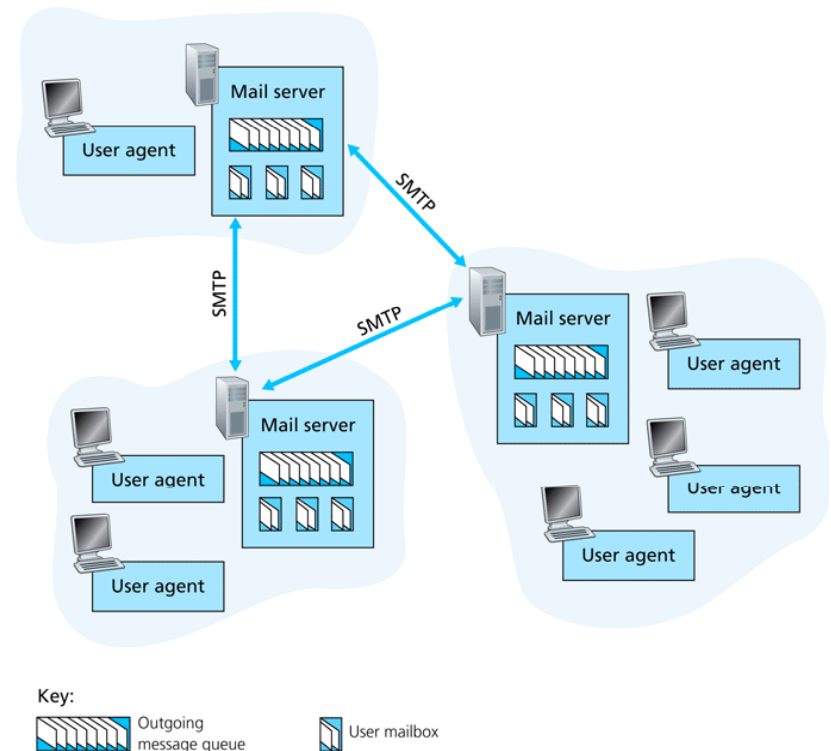
Posta elettronica

- La posta elettronica è gestita attraverso tre componenti principali:
 - ▣ **Agente utente (User Agent)**
 - ▣ **Server di posta (Mail server)**
 - ▣ Il protocollo **Simple mail transfer protocol (SMTP)**



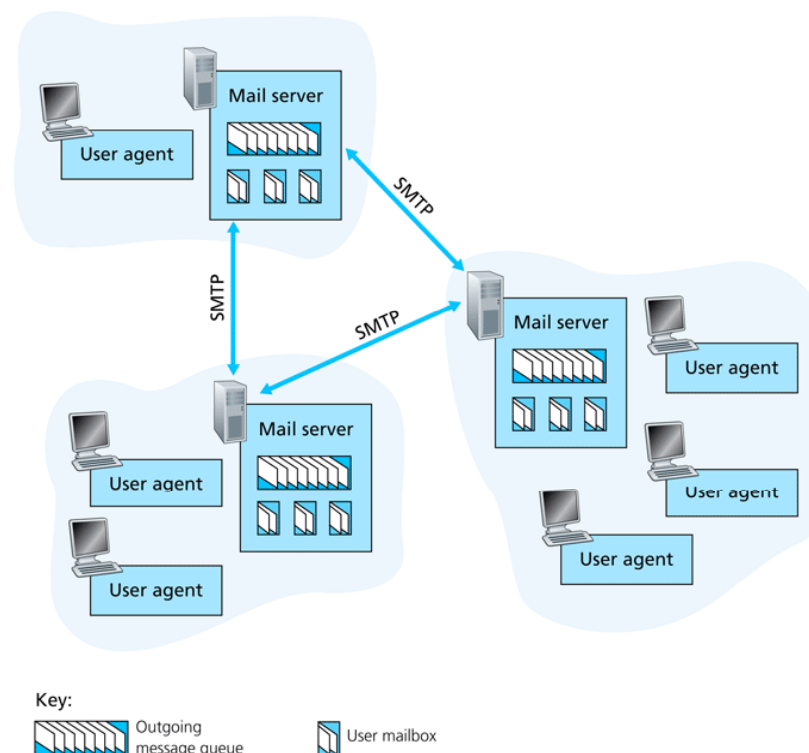
Agente utente

- L'agente utente (detto anche "mail reader") si occupa della composizione, editing, e della lettura dei messaggi di posta elettronica
 - ▣ Ad esempio: Eudora, Outlook, elm, Netscape Messenger
- I messaggi in uscita o in arrivo sono memorizzati sul server



Server di posta

- Funzioni del server di posta
 - ▣ Mantenere una casella di posta (*mailbox*) con i messaggi in arrivo per l'utente
 - ▣ Gestire la coda di messaggi da trasmettere
- Il protocollo SMTP ha lo scopo di inviare messaggi di posta elettronica tra server
 - ▣ client: server di posta trasmittente
 - ▣ server: server di posta ricevente

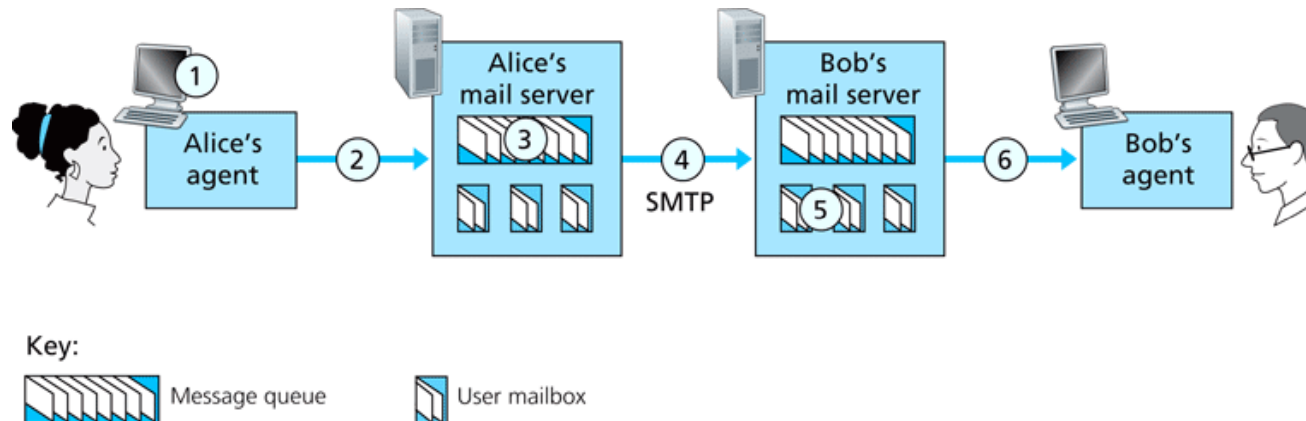


Protocollo SMTP

- Il protocollo **Simple Mail Transfer Protocol** (SMTP) usa TCP per trasferire in modo affidabile i messaggi di posta elettronica dal client al server attraverso la porta 25
- Il trasferimento avviene direttamente dal server trasmittente al server ricevente
- Sono necessari tre espressioni per il trasferimento
 - ▣ Handshaking
 - ▣ Trasferimento di messaggi
 - ▣ Chiusura
- Il client ed il server interagiscono mediante comando/risposta
 - ▣ Comandi: testo ASCII
 - ▣ Risposta: codice di stato ed espressione
- I messaggi devono essere nel formato ASCII a 7 bit

Esempio

- 1) Alice usa il suo agente utente per comporre il messaggio da inviare a bob@some.edu
- 2) L'agente utente di Alice invia un messaggio al server di posta di Alice; il messaggio è posto nella coda di messaggi
- 3) Il lato client di SMTP apre una connessione TCP con il server di posta di Bob
- 4) Il client SMTP invia il messaggio di Alice sulla connessione TCP
- 5) Il server di posta di Bob pone il messaggio nella casella di posta di Bob
- 6) Bob invoca il suo agente utente per leggere il messaggio



Esempio di interazione

```
S: 220 hamburger.edu
C: HELO crepes.fr
S: 250 Hello crepes.fr, pleased to meet you
C: MAIL FROM: <alice@crepes.fr>
S: 250 alice@crepes.fr... Sender ok
C: RCPT TO: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about pickles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
```

Provare SMTP

- Utilizzando il comando

```
telnet mailserver 25
```

possiamo interagire direttamente con un mail server senza usare il client di posta

- Alla connessione il server risponde con 220
- Possiamo interagire usando i comandi
 - ▣ HELO
 - ▣ MAIL FROM
 - ▣ RCPT TO
 - ▣ DATA
 - ▣ QUIT

Confronto con HTTP

- Il protocollo HTTP è definito *pull protocol* ovvero le informazioni caricate sul server sono scaricate dagli utenti
- Il protocollo SMTP è definito *push protocol* il server di posta di invio spedisce le informazioni al server di posta di ricezione
- Entrambi hanno un'interazione comando/risposta in ASCII con risposta tramite codici di stato
- HTTP: ogni oggetto è incapsulato nel suo messaggio di risposta
- SMTP: più oggetti vengono trasmessi in un unico messaggio

Il protocollo POP3



- Il protocollo SMTP è di tipo push, quindi non è possibile utilizzare per “scaricare” la posta
- I protocolli **Post office protocol (POP3)** e **Internet mail access protocol (IMAP)** permettono di trasferire i messaggi da un server ad un host

POP3



- Il POP3 è un protocollo molto semplice definito nell'RFC 1939
- Può essere utilizzato per permettere ad un client di scaricare la posta da un server connettendosi alla porta 110

Fasi di una connessione POP3



1. Autorizzazione

- ▣ L'agente utente invia nome utente e password (in chiaro)

2. Transazione

- ▣ L'agente utente recupera i messaggi sul server

3. Aggiornamento

- ▣ Avviene dopo che il client ha inviato il comando quit

Esempio di connessione POP3

```
>telnet mailserver 110
+OK POP3 server ready
user rob
+OK
pass hungry
+OK user successfully logged on
C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: (bla bla ...
S:.....
C: dele 1
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

IMAP

- Il POP3 non permette di tenere cartelle su un server remoto
 - ▣ I messaggi scaricati non potranno essere più scaricati successivamente
- Il protocollo IMAP è simile a POP3 ma offre ulteriori possibilità
 - ▣ Associa a una cartella ogni messaggio arrivato (INBOX)
 - ▣ I messaggi possono essere spostati in cartelle create dagli utenti
 - ▣ I messaggi possono essere spostati in altre cartelle
 - ▣ Ricerca tra i messaggi

Posta basata su Web



- Secondo voi come è organizzata?

Sommario



- File Transfer Protocollo (FTP)
- Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)
- **Domain Name System (DNS)**

Associare un indirizzo IP ad un host

- Per identificare una persona ci sono molti modi
 - ▣ Nome, codice fiscale, carta d'identità
- Su Internet un host o un router è indirizzato mediante un indirizzo IP (32 bit)
 - ▣ Ad esempio `www.unibas.it` è usato dagli esseri umani ma in realtà il suo indirizzo IP è `193.204.16.105`
 - ▣ Ovviamente preferiamo `www.unibas.it`!

DNS: Domain Name System

- Il **Domain Name System(DNS)** è un servizio Internet per la risoluzione dei nomi degli host in indirizzi IP
- Le caratteristiche principali di DNS sono:
 - ▣ *Database distribuito* implementato in una gerarchia di *server DNS*
 - ▣ *Protocollo a livello di applicazione* che consente agli host, ai router e ai server DNS di comunicare per *risolvere* i nomi (tradurre indirizzi/nomi)

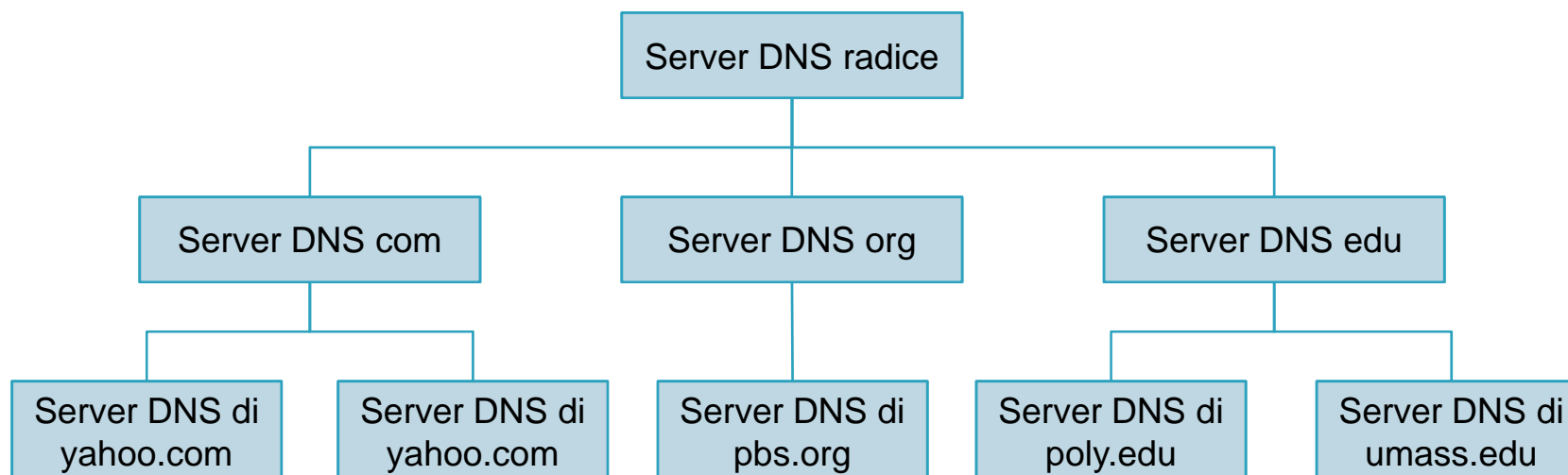
Servizi offerti dal DNS

- ❑ Traduzione degli hostname in indirizzi IP
- ❑ Host aliasing
 - ❑ Un host può avere più nomi. Ad esempio `www.enterprise.com` ha un hostname canonico `relay1.west-coast.enterprise.com`
- ❑ Mail server aliasing
 - ❑ `rob@hotmail.com` fa riferimenti in effetti al mail server `relay1.west-coast.hotmail.com`
- ❑ Distribuzione locale
 - ❑ Server web replicati: insieme di server con indirizzi IP diversi ma mappati su un solo nome canonico
 - ❑ Utile per il bilanciamento del carico

Perché non centralizzare il DNS?

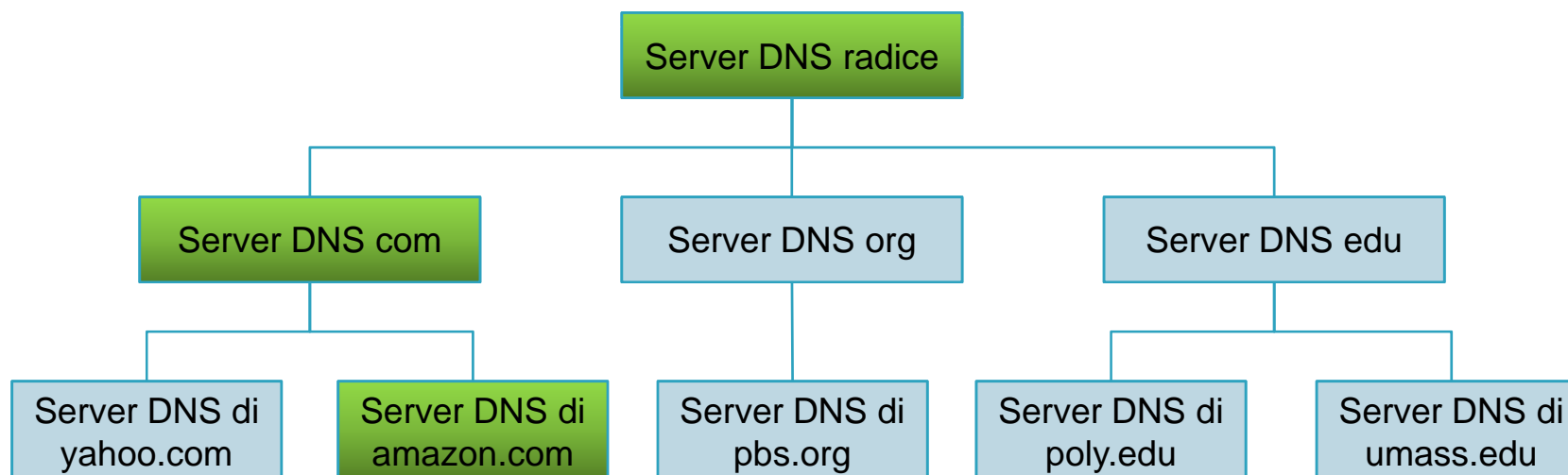
- Un solo punto di fallimento
 - ▣ Se il server DNS si guasta Internet si blocca
- Volume del traffico
 - ▣ Un singolo server DNS dovrebbe gestire tutte le richieste
- Database centralizzato distante
 - ▣ Un server DNS potrebbe essere troppo lontano geograficamente rispetto ad un client
- Manutenzione
 - ▣ Troppo complesso gestire un database che deve essere aggiornato frequentemente
- Un database centralizzato su un singolo server DNS non è *scalabile* !

Database distribuiti e gerarchici



- DNS utilizza diversi server organizzati in maniera gerarchica e divisi in tre classi (in prima approssimazione)
 - ▣ Server radice
 - ▣ Server **top-level domain** (TLD)
 - ▣ Server di competenza
- Nessun server ha le corrispondenze per tutti gli host su Internet

Esempio: risolvere l'indirizzo ww.amazon.com



1. Il client interroga il server radice per trovare il server DNS com
2. Il client interroga il server DNS com per ottenere il server DNS amazon.com
3. Il client interroga il server DNS amazon.com per ottenere l'indirizzo IP di www.amazon.com

Server DNS radice

- Il server DNS radice è contattato da un server DNS locale che non può tradurre il nome
- Il server DNS radice:
 - ▣ Contatta un server DNS autorizzato se non conosce la mappatura
 - ▣ Ottiene la mappatura
 - ▣ Restituisce la mappatura al server DNS locale



- Esistono 13 server radice etichettati da A a M
- I server sono organizzati come un cluster di server replicati

Server TLD (top-level domain)



- Si occupano dei domini com, org, net, edu, ecc. e di tutti i domini locali di alto livello, quali 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



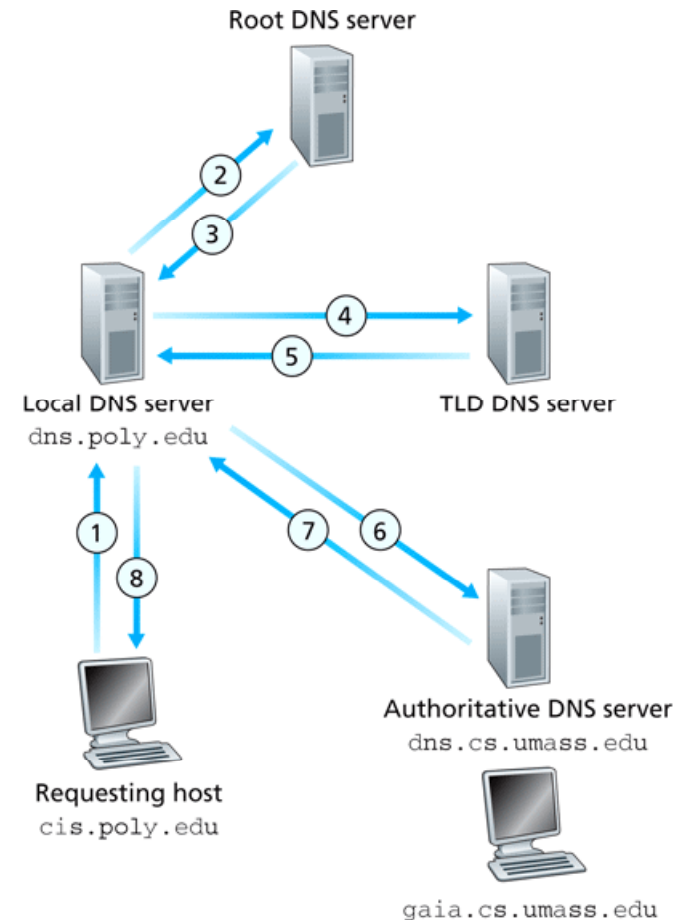
- Ogni organizzazione dotata di host su Internet pubblicamente accessibili deve fornire i record DNS di pubblico dominio
 - Ad esempio server web o i server di posta
- I record mappano i nomi di tali host in indirizzi IP
 - ▣ Possono essere mantenuti dall'organizzazione o dal service provider

Server DNS locale

- Il server DNS locale non appartiene alla gerarchia ma gioca un ruolo fondamentale
- Ogni ISP (università, azienda, etc...) ha un server DNS locale chiamato **default name server**
 - ▣ Quando un host si connette ad un ISP riceve un indirizzo IP ed un DNS locale
- Se 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

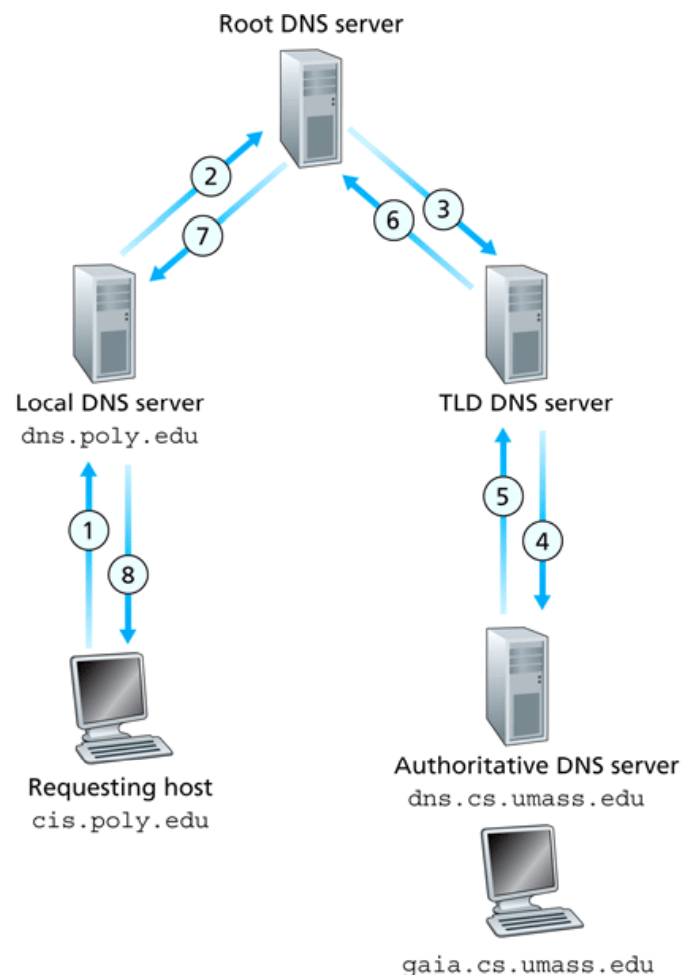
Esempio

- Supponiamo l'host `cis.poly.edu` voglia risolvere il nome `gaia.cs.umass.edu`



Query ricorsive

- Query ricorsiva:
 - ▣ Affida il compito di tradurre il nome al server DNS contattato
 - ▣ Compito difficile?
- Query iterativa:
 - ▣ Il server contattato risponde con il nome del server da contattare
 - ▣ “Non conosco questo nome, ma chiedi a questo server”



Caching e aggiornamento dei record

- Una volta che un server DNS determina la mappatura la inserisce in *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>

Record DNS

- Un DNS è un database distribuito che memorizza i **record di risorsa (RR)**
 - ▣ Tra cui anche quelli che forniscono la corrispondenza tra nomi ed indirizzi
- Ogni record ha il seguente formato
(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 (ad esempio dns.foo.com)

- 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**

Messaggi DNS

- Nel protocollo DNS le query ed i messaggi di *risposta* hanno entrambi lo stesso *formato*
- Intestazione del messaggio
 - ▣ Identificazione: numero di 16 bit per la domanda; la risposta alla domanda usa lo stesso numero
 - ▣ Flag:
 - Domanda o risposta
 - 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 addizionali
Domande (numero variabile di domande)	
Risposte (numero variabile di record di risorsa)	
Competenze (numero variabile di record di risorsa)	
Informazioni aggiuntive (numero variabile di record di risorsa)	

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
Numero di RR autorevoli	Numero di RR addizionali
Domande (numero variabile di domande)	
Risposte (numero variabile di record di risorsa)	
Competenze (numero variabile di record di risorsa)	
Informazioni aggiuntive (numero variabile di record di risorsa)	

Inserire un record nel database DNS

- ❑ Abbiamo appena avviato la nuova società “Network Utopia”
- ❑ Registriamo il nome `networkutopia.com` presso un ente di registrazione chiamato **registrar**
- ❑ Forniamo a registrar i nomi e gli indirizzi IP dei server DNS di competenza (primario e secondario)
- ❑ Registrar inserisce due RR nel server TLD com:
 - (`networkutopia.com, dns1.networkutopia.com, NS`)
 - (`dns1.networkutopia.com, 212.212.212.1, A`)
- ❑ Nel server di competenza `dns1.networkutopia.com` inseriamo:
 - (`www.networkutopia.com, 212.212.212.10, A`)
 - (`networkutopia.com, mail.networkutopia.com, MX`)

- ❑ In che modo gli utenti otterranno l’indirizzo IP del nostro sito web?

Risolviamo `www.networkutopia.com`

- Supponiamo che Alice in Australia voglia contattare `www.networkutopia.com`
 1. Il suo host contatta il server DNS locale
 2. Il server DNS locale contatta il server radice
 3. Il server radice contatta un TLD `.com`
 1. Questo server contiene i campi NS e A inseriti precedentemente dal registrar
 4. Il server TLD risponde al server DNS locale di Alice con i campi NS e A
 5. Il server locale invia una richiesta a `212.212.212.1` chiedendo di risolvere `www.networkutopia.com`
 6. Il server di competenza di Network Utopia risponderà con `212.212.71.4`