

Slide del corso di Reti di Calcolatori tenuto dal prof . Agostino Poggi dell'Università di Parma.

Traduzione a cura di Bacchini Alessandro, Biasion Francesco e Davoli Luca.

Il prof. Poggi **non** è responsabile del contenuto e della traduzione di queste slide.

Reti di calcolatori

Strati di servizi di applicazioni e
protocolli

Responsabilità del livello Applicazione

- Identificare e stabilire la disponibilità delle applicazioni che intendono comunicare.
- Sincronizzazione di applicazioni cooperanti.
- Stabilire un accordo sulle procedure per il recupero degli errori.
- Controllare l'integrità dei dati.

Servizi e Protocolli

- TCP/IP supporta diversi servizi e protocolli nel livello delle applicazioni.
 - Accesso remoto: TELNET
 - Trasferimento di file: FTP e TFTP
 - Posta elettronica: SMTP, POP3 e IMAP
 - risoluzione di nomi di host in indirizzi IP e viceversa: DNS
 - Navigazione di informazioni: HTTP

Relazioni client-server

- Un componente software, chiamato **server**, fornisce servizi “ben formati” ad applicazioni aperte, chiamate **client**.
 - Le applicazioni client richiedono i servizi mandando dati all'applicazione server.
 - Le applicazioni server rispondono spedendo indietro dati ai client.

Telnet

- Servizio di login remoto che permette all'utente di stabilire una sessione di accesso ad una macchina remota.
- Il servizio è detto trasparente perché dà l'apparenza che l'utente stia usando direttamente la macchina remota.
- La suite del protocollo TCP/IP include un semplice protocollo di terminale remoto chiamato TELNET.
- TELNET permette all'utente di stabilire una connessione TCP per effettuare il login ad un server.

Protocollo TELNET

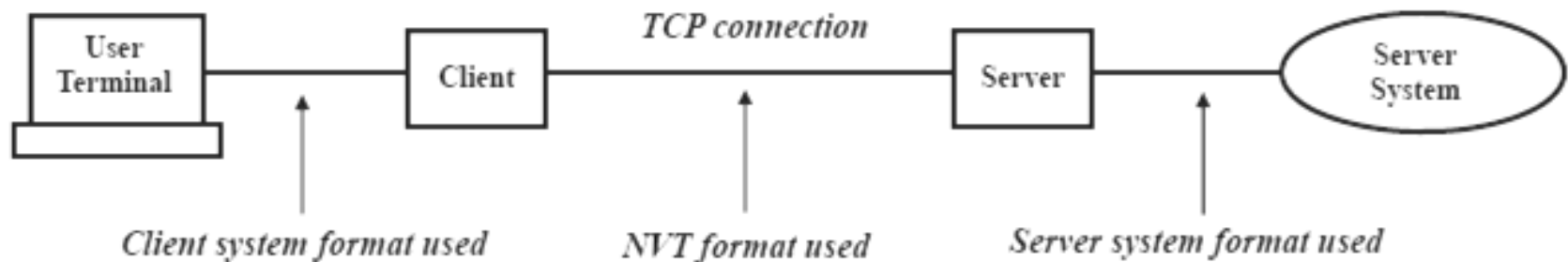
- Il protocollo TELNET specifica esattamente come un client per l'accesso remoto interagisce con un server per l'accesso remoto.
- Il protocollo TELNET è costruito su due idee principali:
 - Terminale di rete virtuale
 - Elimina la necessità degli host "server" e "client" di conservare le informazioni sulle caratteristiche degli altri terminali e delle convenzioni di gestione dei terminali.
 - Opzioni di negoziazione

Client TELNET

- Il Client TELNET (telnet) emula terminali muti
 - I Computer client si comportano come se fossero connessi localmente a terminali muti.
 - I computer locali non eseguono calcoli sui dati.
 - Non supporta il trasferimento di file ma permette l'intercettazione dei dati ricevuti.
 - Provvede una interfaccia a caratteri.

Eterogeneità del terminale

- Problemi
 - Set di caratteri differenti
 - Differente codifica
 - ...
- TELNET definisce come i dati e sequenze di comandi sono spedite nella rete di internet: Network Virtual Terminal (NVT)
 - Provvede un linguaggio standard per le comunicazioni delle funzioni di controllo terminale.
 - Rappresentazione intermedia di un terminale generico



Sicurezza e Problemi Grafici

- Nel protocollo TELNET, ogni cosa è spedita in “free text” o “in the clear”
 - Uno sniffer di pacchetti può vedere ogni lettera che è stata scritta nel momento in cui viene premuto un tasto.
 - Dato che Telnet è frequentemente utilizzato per connettersi a macchine remote che necessitano di password , Telnet rappresenta un chiaro pericolo per la sicurezza.
- Inoltre, Telnet fornisce solo una interfaccia testuale.
- Come risultato, molte organizzazioni hanno cercato di allontanarsi dall'uso di TELNET
 - Soluzioni SSH (**Secure SHell**, shell sicura: è un protocollo che permette di stabilire una sessione remota cifrata ad interfaccia a linea di comando con un altro host.) sono utilizzate in molte organizzazioni che necessitano di una migliore sicurezza.
 - La tecnologia del Desktop Remoto permette di mostrare una copia esatta di uno schermo di un computer su un altro computer.

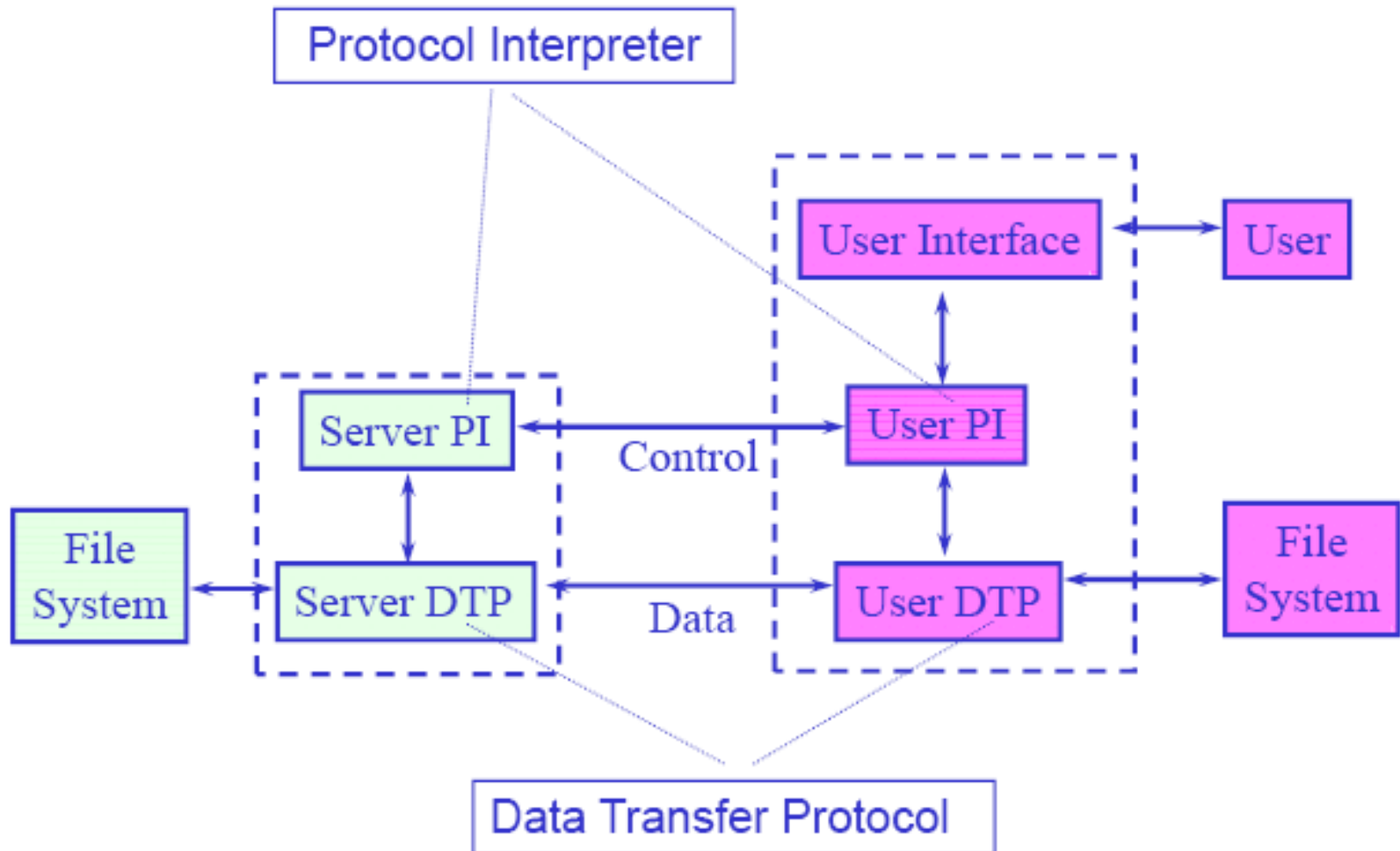
FTP

- Alcuni sistemi di rete provvedono computer con la capacità di accedere ai file su macchine remote.
- La suite del protocollo TCP/IP include un semplice protocollo da terminale remoto chiamato File Transfer Protocol (FTP)
- FTP permette trasferimenti di dati affidabili ed efficienti
 - Sicuro ed affidabile.
 - Ottimizzato per il trasferimento di dati di grande dimensione.
- FTP è stato creato principalmente per essere usato dai programmi, ma può essere usato direttamente dall'utente attraverso un terminale.
 - Il tentativo è quello di soddisfare le varie necessità degli utenti di maxi-host, mini-host, workstations personali, con un protocollo semplice e implementato facilmente.

Modello FTP

- FTP è un servizio insolito in quanto utilizza due porte, una per i dati ed un'altra per i comandi.
 - I controlli delle funzioni (Comandi) e i codici di risposta sono trasferiti sulla *connessione dei controlli*:
 - La “famosa” connessione dei controlli ascolta sulla porta 21
 - La connessione dei controlli usa il protocollo TELNET.
 - Tutti i trasferimenti di dati invece vengono eseguiti sulla *connessione dei dati (Solitamente porta 20, ma dipende dalla modalità)*
 - La *connessione dei controlli* deve essere “aperta” mentre i dati vengono trasferiti.
 - La *connessione dei dati* può essere usata in entrambe le direzioni.
 - La *connessione dei dati* può anche non esistere durante tutta la durata.

Modello FTP



Controlli di interazione Client-Server

- Il client spedisce comandi FTP attraverso sequenze di carattere di Telnet emesse sulla connessione dei controlli.
 - I comandi iniziano con un codice di comando seguito da un argomento (non case sensitive)
- Il Server risponde con una risposta sulla connessione dei controlli
 - Le risposte sono una singola linea contenente un codice di stato (per programmi) seguito da un messaggio di testo (per uomini)

Modalità di trasferimento dati

- Sono possibili tre tipi di trasferimento:
 - STREAM: Il file è trasmesso come uno stream di byte
 - Non c'è restrizione sulla rappresentazione dei tipi usati.
 - BLOCK: il file è trasmesso in pacchetti, ognuno dei quali preceduto da uno o più byte di header (intestazione).
 - I byte di intestazione contengono un campo per il conteggio ed un codice di descrizione.
 - COMPRESSED: Il file è trasmesso come una serie di blocchi compressi
 - I blocchi sono compressi mediante un semplice algoritmo di compressione.

Gestione File Binari/ File Testuali

- FTP gestisce tutti i tipi di file (“binari” e “testuali”)
 - Nella modalità testuale (text mode) sono fatte appropriate conversioni:
 - Se stai andando da Unix a Windows, ogni carattere <LF> è rimpiazzato con due caratteri <CR><LF> (su windows il carattere “a capo” è infatti codificato con i due caratteri <CR> carriage return e <LF> left)
 - File non testuali (es: immagini, documenti MS Word, ...) richiedono invece la modalità non testuale (Non-text).

Comandi FTP

| Comando | Descrizione |
|-----------------|---|
| open | Apri una connessione ad un host remoto |
| close | Chiude una connessione ad un host |
| dir, ls | Lista il contenuto di una directory |
| mkdir, rmdir | Creazione e rimozione di una directory |
| get, mget | Recupera uno o più file da una directory remota |
| put, mput | Copia uno o più file in una directory remota |
| verbose, status | Fornisce informazioni sulla sessione |
| rename | Rinomina file |
| delete | Cancella file |

Una semplice sessione FTP

```
C:\>ftp aot.ce.unipr.it
```

```
Connected to aot.ce.unipr.it.
```

```
220 aot FTP server (Version 4.1 Sat Nov 23 12:52:09 CET 2002)  
ready.
```

```
Name (rs60002): poggi
```

```
331 Password required for poggi.
```

```
Password: xxxxxx
```

```
230 User poggi logged in.
```

```
ftp> put file01.txt file01.txt
```

```
200 PORT command successful.
```

```
150 Opening data connection for file01.txt (1252 bytes).
```

```
226 Transfer complete.
```

```
local: file01.txt remote: file01.txt
```

```
1285 bytes received in 0.062 seconds (20 Kbytes/s)
```

```
ftp> close
```

```
221 Goodbye.
```

```
ftp> quit
```

FTP anonimo

- Per accedere al server FTP è necessario conoscere:
 - Il nome della macchina host
 - L'id utente o lo user name
 - Password
- Per l'FTP anonimo, l'user name è "anonymous", e la password è solitamente l'indirizzo email.
- Il Server da accesso in sola lettura per una parte del suo file system:
 - ftp> ...
 - ftp> 230 guest login OK, access restrictions apply
- "ftp" URLs sono considerati ftp anonimi.

TFTP

- Il Trivial File Transfer Protocol (TFTP) è una versione semplificata dell'FTP.
- Trasferisce file tra processi
 - Non può mostrare le directory.
- Overhead minimo (nessuna sicurezza)
 - Nessuna autenticazione utente.
- Creato per l'UDP, Comunque può essere utilizzato con molti protocolli di trasporto.
- Facile da implementare.
- Piccolo – Possibilità di includerlo in un firmware
 - Spesso utilizzato per bootstrap di workstation e periferiche di rete.

Protocollo TFTP

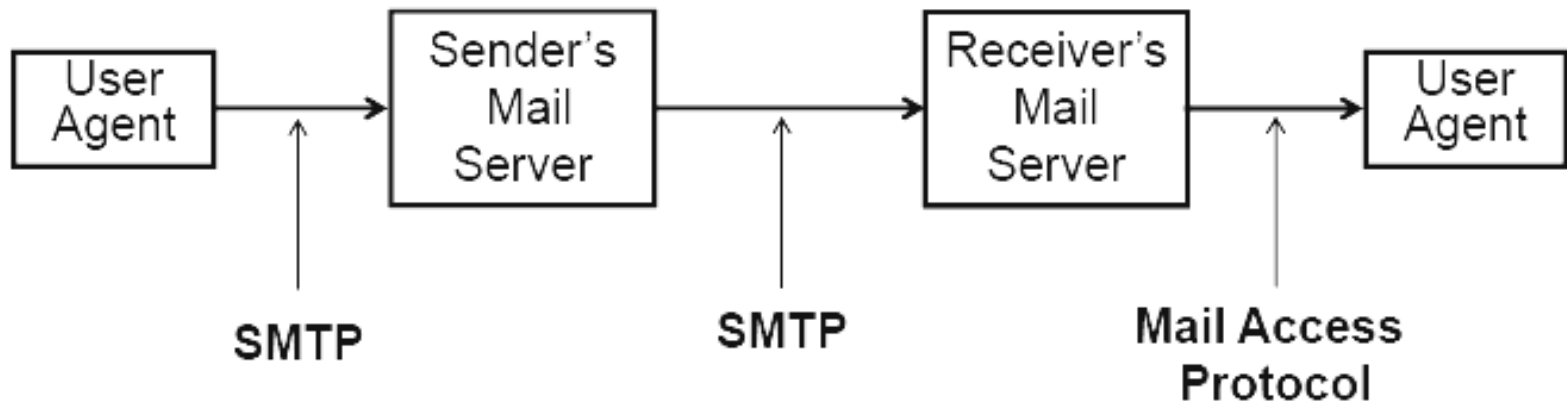
- 5 Tipi di messaggio:
 - Richiesta di lettura.
 - Richiesta di scrittura.
 - Dati.
 - ACK (riconoscimento)
 - Errore.
- Modalità di trasferimento TFTP
 - Netascii: per trasferire file di testo.
 - Octet: per trasferire file binari.

Protocollo SMTP

- Il Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) fornisce un metodo semplice per trasferire la posta elettronica tra un mittente (client) ed un destinatario (server)
 - Il mittente è un client (Outlook, Sendmail, un mail server, ...) e stabilisce una connessione TCP sulla porta 25 con il destinatario (mail.libero.it, smtp.tiscali.it, ...)
 - Il Destinatario è un server (mail server) che accetta connessioni in ingresso sulla porta 25
 - Può essere il destinatario finale (copia i messaggi nelle mailbox appropriate)
 - O essere un host intermedio (relay MTA)

Protocollo SMTP

- Il mittente ed il destinatario sono chiamati agenti di trasferimento messaggio (message transfer agent, MTA)
 - Gli user agent (Outlook, Mail, ...) possono:
 - Agire direttamente come mittenti MTA (Outlook)
 - Comunicare con un mittente locale separato MTA (Mail uses sendmail)
 - I Server Mail sono MTA.



Comandi SMTP

| Command | Description |
|---------|---|
| HELO | Identifies the sender to the receiver. Host name as an argument |
| MAIL | Starts mail transaction and identifies the mail originator |
| RCPT | Identifies the recipient (several recipients several RCPT lines) |
| DATA | Sender's data in the text format. Each line terminated with CR/LF. The mail ends with CR/LF.CR/LF |
| RSET | Abort transaction |
| NOOP | Asks for positive reply |
| QUIT | Ask for positive reply and close the connection |
| VERFY | Verifies that receiver is valid |
| EXPN | Asks receiver to confirm that name identifies a mailing list |
| HELP | Ask information about counterparts implementation and commands |
| TURN | Switch roles, Sender becomes receiver and other way around |
| SEND | If the recipient is logged in deliver the mail straight to the recipients terminal |
| SOML | Send or mail. |
| SAML | Send and mail. |

Struttura dei messaggi SMTP

- Una mail è composta da due parti:
 - Intestazioni (headers)
 - Corpo (Body)
- Ogni campo di intestazione contiene un nome, seguito da “due punti”, seguito da un campo valore.

```
Return-Path: <smith@any.com>  
Received: from <any.com> ...  
Reply-to: <smith@here.com>  
From: “John Smith” <smith@any.com>  
To: “Paul Brown” <brown@some.com>  
Subject: mail testing  
Date: Sat, 8 Feb 2003 23:14:47
```


Struttura dei messaggi SMTP

- Le intestazioni che iniziano con una X- sono campi definiti dall'utente
 - X-Priority: 3 (Normal)
 - X-MSMail-Priority: Normal
 - X-Mailer: Microsoft Outlook, Build 10.0.2627
- I campi lunghi dell'intestazione sono contenuti in linee multiple con linee aggiuntive, che cominciano con spazi bianchi.
- Il Corpo è il contenuto del messaggio.

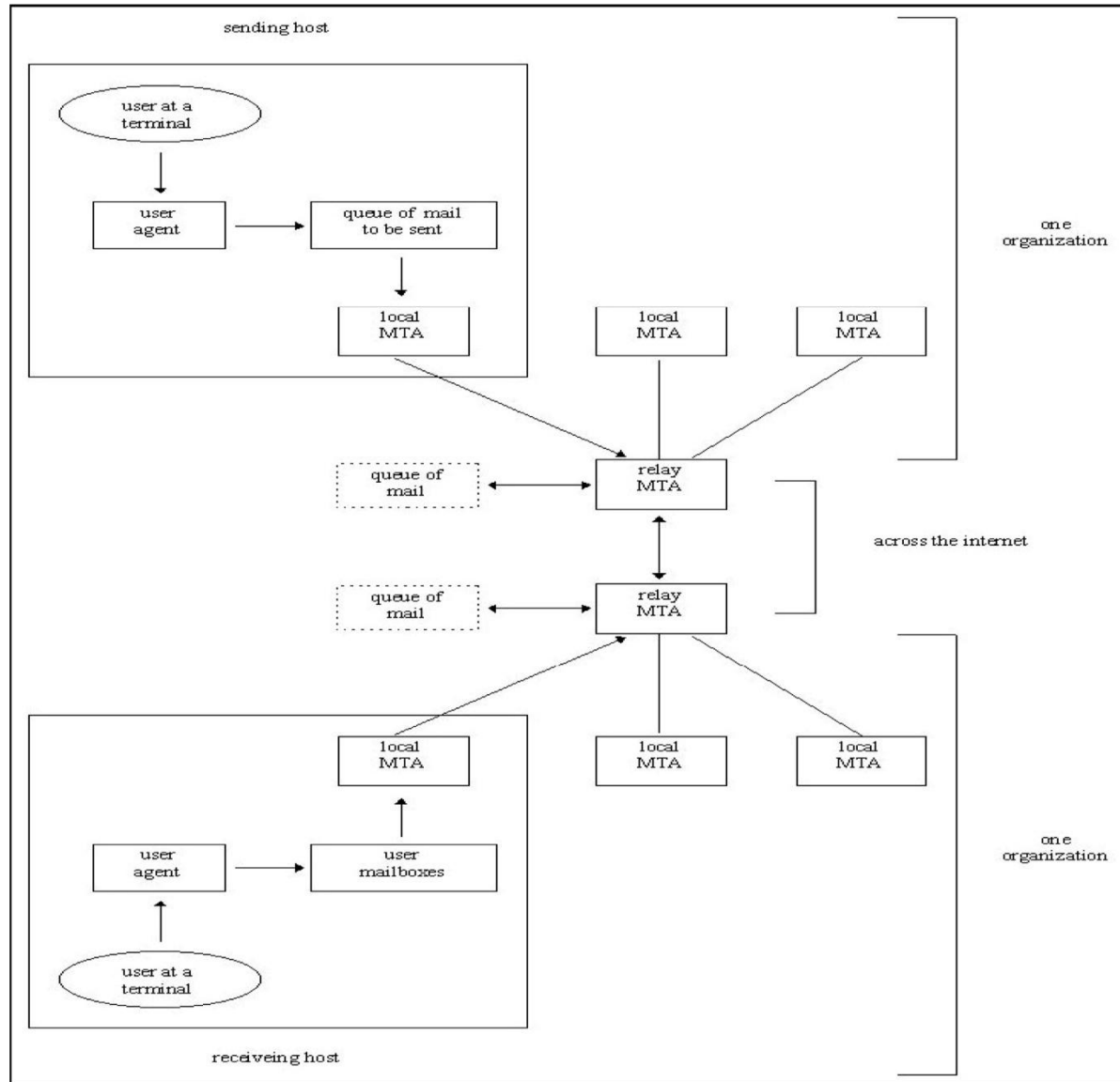
Struttura dei messaggi SMTP

- Le intestazioni ed il corpo sono spedite dal mittente con il comando DATA
 - Le intestazioni sono spedite per prime, seguite da una riga vuota, seguite a loro volta dal corpo.
- Lo user agent prende quello che viene specificato come il corpo, aggiunge a questo alcune intestazioni e passa il risultato all'MTA.
- L'MTA aggiunge alcune intestazioni (time stamp, ...) e spedisce il risultato ad un altro MTA.

Relay MTA

- Molti sistemi sono configurati in modo tale da spedire tutte le mail non locali
 - Questo semplifica la configurazione di tutte le MTA oltre che il sistema di relay MTA.
 - Permette ad un sistema di una organizzazione di lavorare come un mail hub,
- Il relay MTA prende la connessione diretta dal ricevente relay MTA, che dirige la posta al MTA locale sui ricevitori host.

Relay MTA



Protocollo ESMTP

- Una carenza nel protocollo SMTP è che può inviare solo messaggi di testo, espressi con codice ASCII a 7 bit (il bit di ordine più alto viene cancellato) con una lunghezza massima di 1000 caratteri.
- Questo problema è risolto con il protocollo extended SMTP message transfer agent (ESMTP protocol).

MIME

- MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) definisce il formato dei corpi del messaggio per permettere corpi del messaggio multi-part textual e non-textual
 - Incorpora più oggetti in un singolo messaggio (testo, allegati, ...)
 - Rappresenta il corpo del testo con set di caratteri diversi dall'US-ASCII
 - Rappresenta testi formattati con più fonts.
 - Rappresenta materiale non testuale (non ASCII) come immagini, frammenti audio, programmi, ... , e in generale file binari.

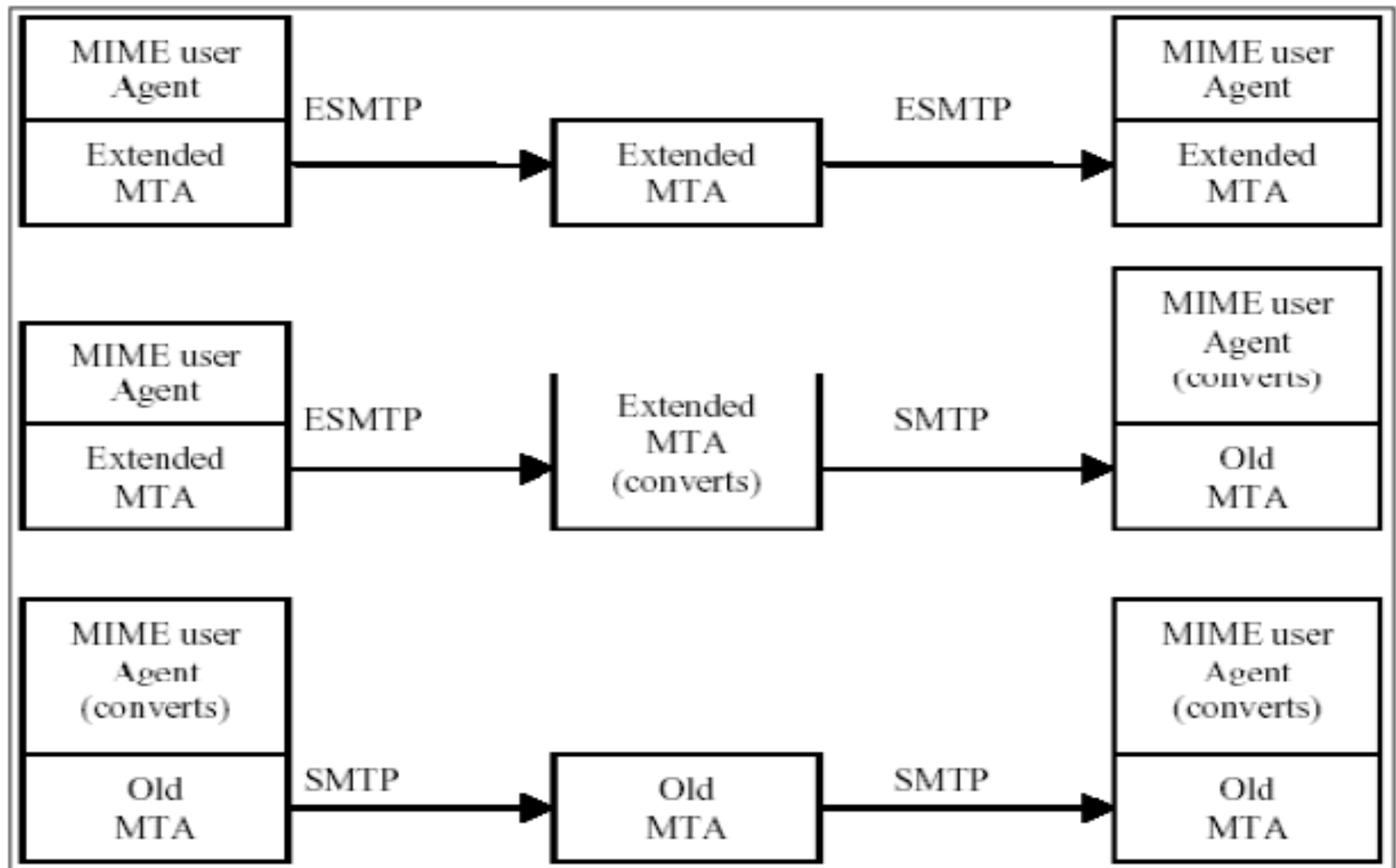
MIME

- Il formato di un messaggio MIME spedito contiene qualche intestazione aggiuntiva.
- Queste intestazioni contengono informazioni sulla struttura e sul contenuto del messaggio:
 - La versione MIME dell'intestazione
 - Il campo di intestazione *Content-Type*, per specificare il tipo ed il sottotipo dei dati contenuti nel corpo e altri parametri.

MIME

| Content-Type | Subtype | Description |
|--------------|------------------|---|
| Text | Plain | Unformatted text |
| | Richtext | Text with simple formatting |
| | Enriched | Refinement of richtext |
| Multipart | Mixed | Multiple body parts processed sequentially |
| | Parallel | Multiple body parts processed parallel |
| | Digest | An electronic mail digest (each part is message itself) |
| | Alternative | Several renditions (postscript or text for example) |
| | Appledouble | |
| Header-set | | |
| | | |
| | | |
| Message | Rfc822 | Content is RFC822 mail message |
| | Partial | Part of message |
| | External-body | Pointer to actual message |
| Application | Octet-stream | Arbitrary binary data |
| | Postscript | Formatted postscript file |
| | (several others) | |
| Image | Jpeg | Jpeg file |
| | Gif | Gif file |
| | Ief | |
| | Tiff | |
| Audio | Basic | Encoded using 8-bit ISDN u-law format |
| Video | Mpeg | ISO 11172 format |
| | QuickTime | QuickTime format |

Protocolli MIME & ESMTP



Protocollo POP

- Il protocollo POP (Post Office Protocol) è usato per permettere ad un utente (client host) di recuperare le mail che un server (server host) sta tenendo per lui.
- Quando un client host desidera fare uso di questo servizio, stabilisce una connessione TCP sulla porta 110 con il server host.

Protocollo POP

- Una volta che la connessione TCP è stata aperta e il server POP3 ha spedito il saluto, la sessione procede attraverso tre stati:
 - Stato di autorizzazione
 - Il client deve identificarsi al server POP3.
 - Comandi: USER name, PASS string, QUIT.
 - Stato di Transazione
 - Il client richiede azioni da parte del server POP3; termina con il comando QUIT;
 - Stato di aggiornamento
 - Il server POP3 rilascia ogni risorsa acquisita durante lo stato di transazione; la connessione TCP viene poi chiusa.
 - Comandi: UPDATE, QUIT.

Protocollo IMAP

- Internet Message Access Protocol (IMAP) consente all'utente di organizzare i messaggi in cartelle gerarchiche chiamate mailbox.
- Consente la gestione delle cartelle e dei messaggi sul server.
- Creare , cancellare cartelle, rinominare, spostare, eliminare, copiare,... i messaggi.
- completa gestione MIME.
- IMAP non specifica un metodo per spedire mail:
 - Questa funzione è gestita da un protocollo di trasferimento di posta come SMTP.

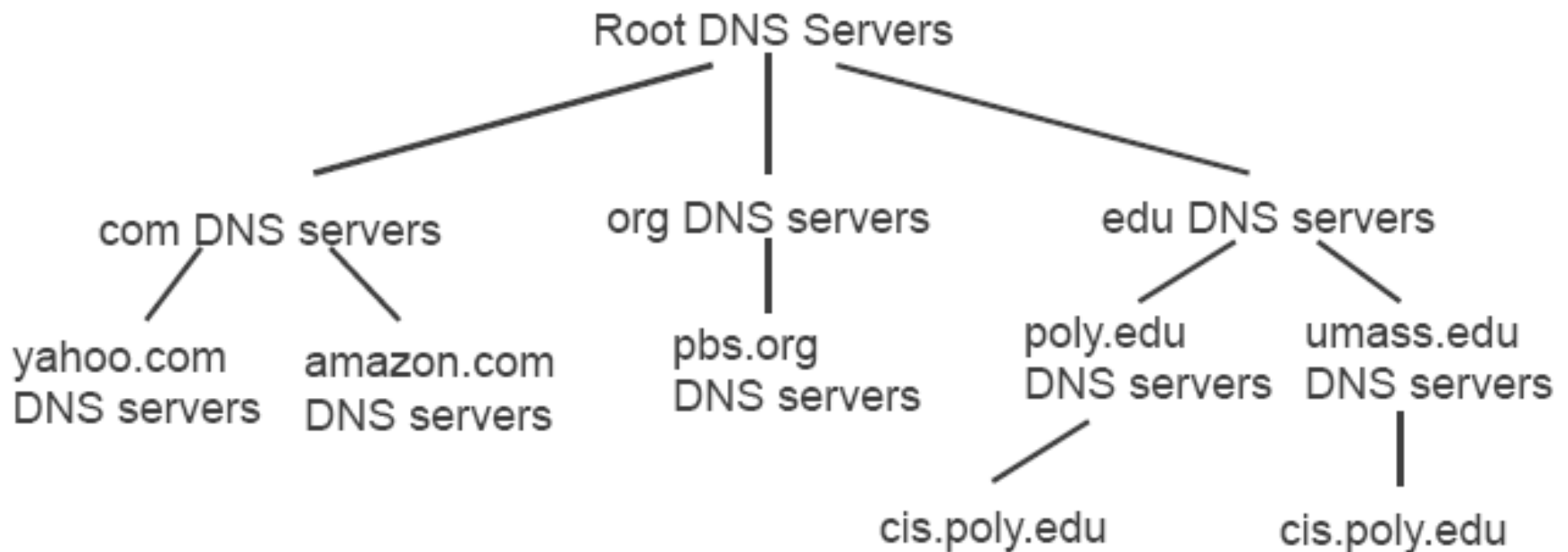
Protocollo IMAP

- Una connessione IMAP consiste nella creazione di una connessione client/server, dal saluto iniziale del server, e da interazioni client/server.
- Una sessione IMAP procede attraverso quattro stati:
 - Stato non autenticato
 - Il client deve fornire le credenziali di autenticazione
 - Stato autenticato
 - Il cliente è autenticato e deve selezionare una mailbox per l'accesso.
 - Stato selezionato
 - Una mailbox è stata selezionata per l'accesso.
 - Stato di Logout
 - La connessione viene terminata e il server chiuderà la connessione.

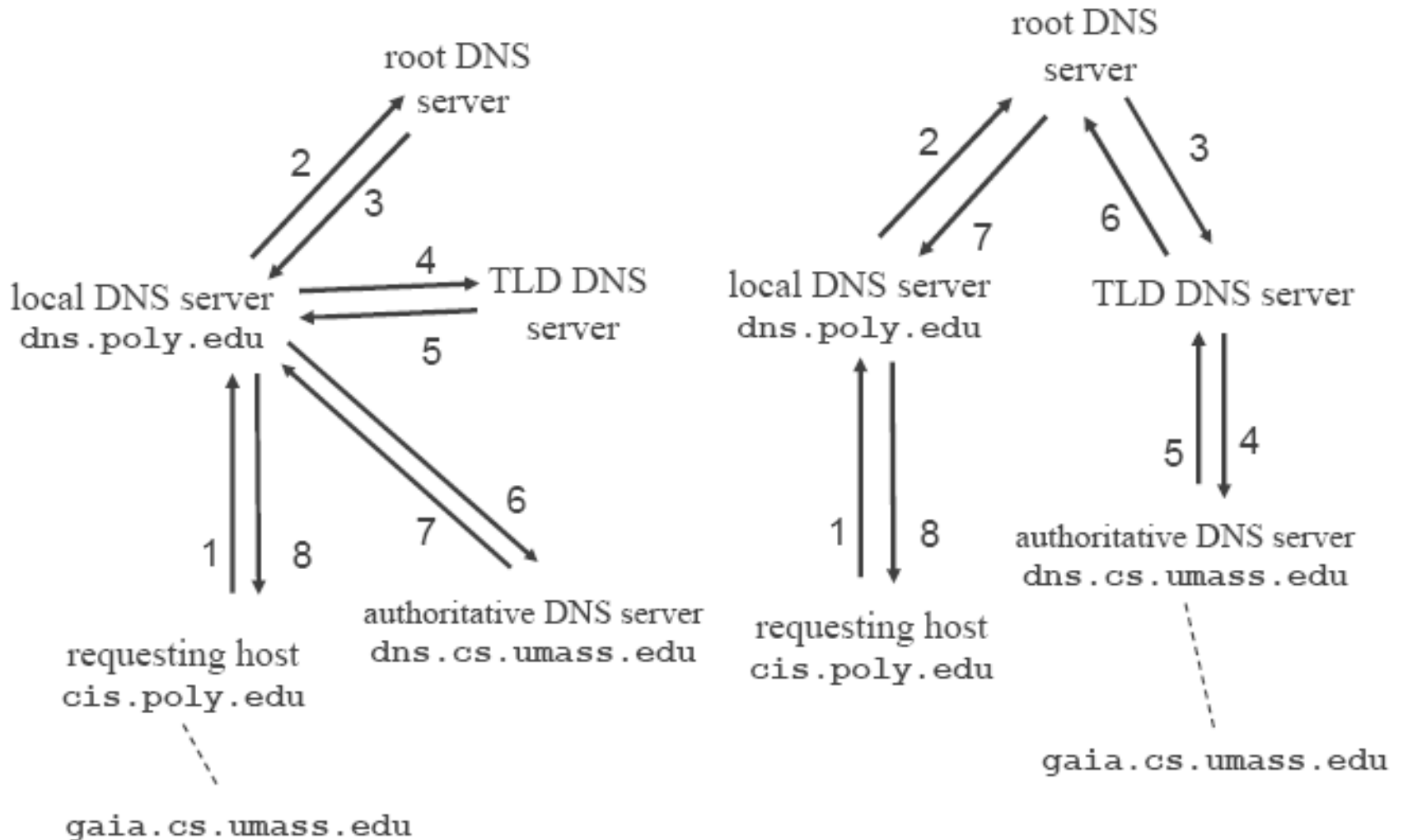
DNS (Domain Name Server)

- Gli uomini usano nomi simbolici per identificare gli host, ma gli host usano gli indirizzi IP.
- Un DNS (Domain Name Server) mappa i nomi simbolici in indirizzi IP utilizzando una gerarchia di altri DNS.
- I DNS lavorano come un database distribuito.
 - Root Name Servers
 - Dominio di primo livello (TLD) server
 - Server DNS autorevoli
 - Local Name Servers

Gerarchia DNS



Query iterative e ricorsive



Caching

- Le risposte DNS sono messe nella cache.
 - Risposta veloce per traduzioni ripetute.
 - Utile per trovare i server come gli indirizzi.
- Le query DNS negative vengono memorizzate nella cache.
 - Risparmio di tempo per i siti inesistenti, ad esempio in caso di errori di scrittura.
- Le voci nella cache scompaiono dopo un certo tempo.
 - La memoria nella cache viene periodicamente svuotata.
 - Durata (TTL) di dati controllati
 - Bassi valori di TTL riducono le incongruenze, consentono il mapping dinamico.
 - Grandi valori TTL riducono il carico del server e della rete.

Formato di un Record DNS

- I record DNS sono chiamati record delle risorse ed hanno i seguenti campi:
 - Nome, valore, tipo, ttl
- Ci sono quattro tipi di record:
- A
 - Name è l'hostname
 - Value è l'indirizzo IP
- NS
 - Name è il dominio
 - Value è l'indirizzo IP