



**Università degli Studi di Bologna
Scuola di Ingegneria**

Corso di Reti di Calcolatori T

***Servizi Applicativi standard Internet
Non solo UNIX***

Antonio Corradi

Anno Accademico 2023/2024

SERVIZI APPLICATIVI INTERNET

Internet si è diffusa attraverso la proposta di servizi standard da diffondere agli utenti già agganciati e creando una offerta che potesse invogliare nuovi altri clienti

Le applicazioni sono costruite sui protocolli con interfacce locali diverse che sono state standardizzate

Applicazioni cliente servitore

- Stampa remota
- **Terminale remoto**
- **Trasferimento file**

Applicazioni di infrastruttura distribuita

- Sistemi di nomi globali per Internet
- **Mail**
- **News**

Le prime sono tutte applicazioni punto a punto che coinvolgono due entità alla volta

Le seconde invece prevedono una infrastruttura sempre presente per fornire servizio

SERVIZI APPLICATIVI INTERNET

Internet definisce protocolli standard alla base della realizzazione di applicazioni per comunicazione tra nodi diversi (usando il livello trasporto connesso)

Applicazioni 'indipendenti' dal sistema operativo

Virtual Terminal Protocol: **telnet**

File Transfer Protocol: **ftp**

Trivial File Transfer Protocol: **tftp**

Simple Mail Transfer Protocol: **smtp**

Network News System Transfer Protocol: **nntp**

Line Printer Daemon Protocol: **lpd**

Domain Name System: **dns**

Diffusione conoscenza (più o meno con trasparenza): **nntp, gopher, http, ...**

Applicazioni possibili nel solo sistema operativo UNIX

Servizi remoti (UNIX BSD): **rsh, rwho, rlogin, ...**

SERVIZI DI UNIX (LIVELLO APPLICAZIONE)

Servizi clienti servitore fondamentali

TERMINALE REMOTO: **accesso** a nodi remoti

FILE TRANSFER: possibilità di trasferire **file** tra nodi diversi

COMANDI REMOTI (applicazioni): esecuzione di comandi remoti, anche specializzati, e riferimenti a servizi remoti

INFRASTRUTTURA DISTRIBUITA

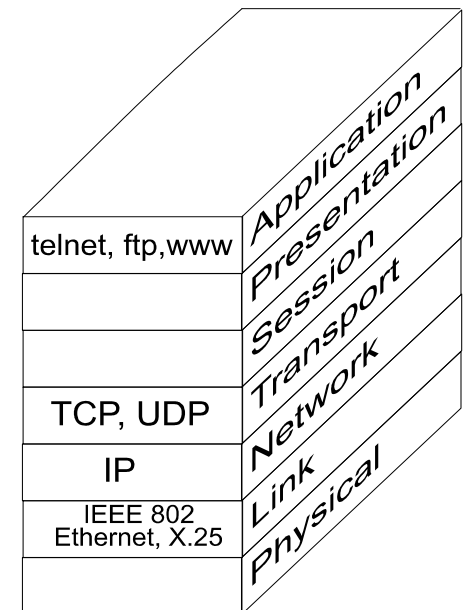
news, mail, gopher, web con trasparenza allocazione

Alcuni sono solo per sistemi UNIX: **rlogin, rwho, rsh, rcp, ...**

Altri più generali **ftp, telnet, mail, ...**

Proprietà fondamentali delle implementazione

- **Trasparenza allocazione** (più o meno)
- Modello **Cliente/Servitore** (con stato o meno)
- **Standardizzazione** dei protocolli



TERMINALE REMOTO (VIRTUAL TERMINAL)

Per lavorare da remoto e gestire l'eterogeneità di sistemi operativi e hardware, il terminale locale diventa un **terminale sul e del sistema (operativo) remoto**

- **telnet** standard per sistemi con TCP/IP (**telecomm & network**)
- **rlogin** per i sistemi UNIX BSD (**remote login**)

Protocollo telnet eterogeneo

- **telnet** costruito su **connessioni TCP/IP**
- **connessione TCP** del cliente con **server telnet** per accesso remoto
- possibilità di aggancio C/S a **server qualunque (anche ssh)**

Caratteristiche di telnet

- **comunicazione** **simmetrica con funzioni distinte, complementari e differenziate**
- **gestione eterogeneità** tramite interfaccia di **terminale virtuale**
- **negoziatura dinamica** delle **opzioni del collegamento** tra **Client e Server** (ASCII a 7 bit o a 8 bit, con bit di controllo, ...)

TELNET: MODELLO C/S

Cliente → processo con due attività principali:

1. **Stabilisce una connessione TCP con Server, accetta i caratteri dall'utente e li manda al Server in invio**
2. **Accetta i caratteri del server in risposta e li visualizza sul terminale d'utente**

Server → processo che deve sia **accettare la richiesta di connessione** del Client e **inoltrare i dati** dalla connessione TCP al **sistema locale** sia **continuare a ricevere richieste**

1. **Creazione demone** sul server per la gestione del servizio
2. **Generazione di un processo figlio** (da parte del demone) per la gestione delle singole sessioni

I dati viaggiano in chiaro (?): sono possibili versioni cifrate

ESEMPIO DI CONNESSIONE TELNET

Telnet in due parti: **cliente** e **servitore** (come demone)

Posso collegarmi ad un server telnet o *qualunque server remoto*

telnet con nome logico host o indirizzo fisico IP del nodo server

anche il *numero di porta da contattare (23 a default per telnet server)*

```
telnet [ host [ port ] ]
```

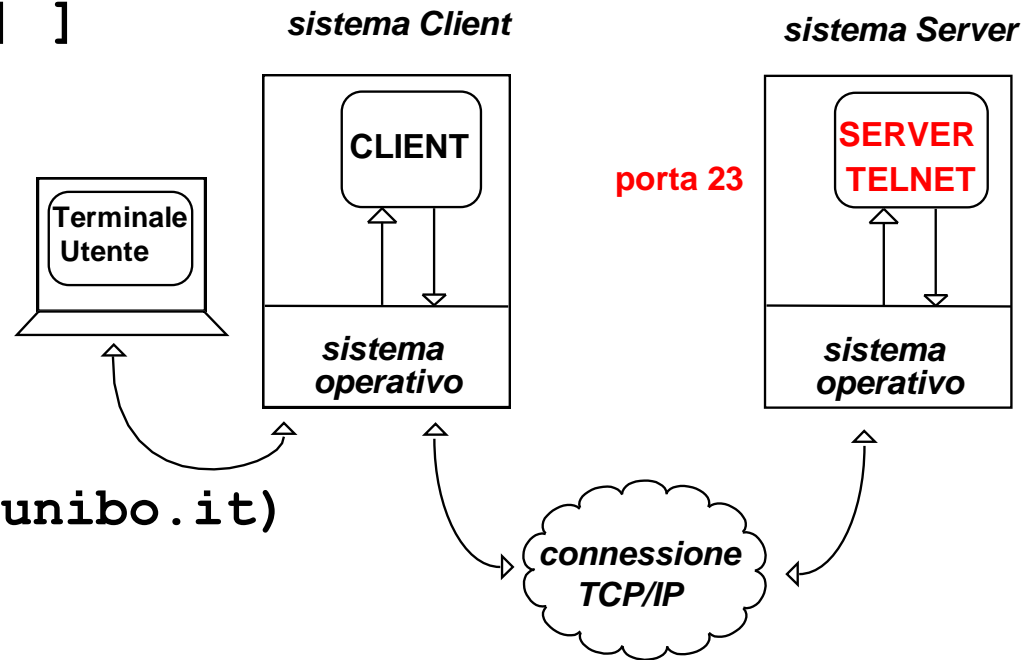
Esempio:

```
telnet 137.204.57.33
```

```
(o telnet disi33.disi.unibo.it)
```

```
username:antonio
```

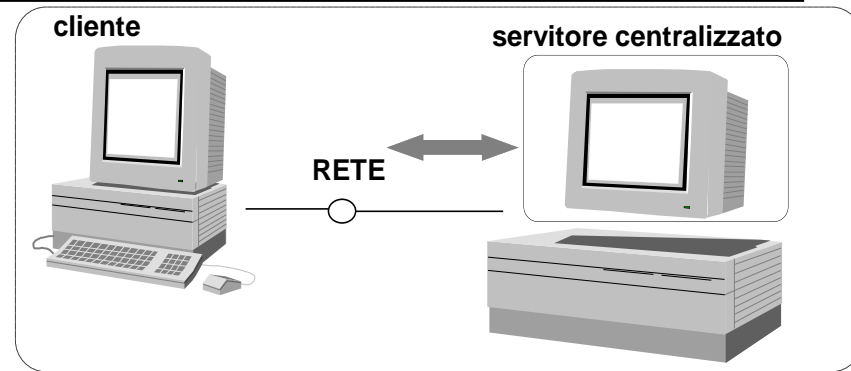
```
password:*****
```



Il controllo del flusso viene fatto **dal servitore (a default)**

TERMINALE VIRTUALE

Esigenza sentita in generale
nelle reti e in particolare in
internetworking



Problema: eterogeneità dei terminali

I terminali possono differire gli uni dagli altri per molti aspetti:

- il **set** di caratteri
- diversa **codifica** dei caratteri
- la **lunghezza** della linea e della pagina prevista (#righe e #colonne)
- i **tasti funzione** individuati da diverse sequenza di caratteri (*escape sequence*)

Soluzione: definizione di un **terminale virtuale**

Sulla rete si considera un **unico terminale standard** e in corrispondenza di ogni stazione di lavoro, si effettuano la **conversione da terminale locale a terminale standard virtuale** e viceversa (vedi **sessione OSI**)

Sia telnet, sia ftp sono basati su questo modello di terminale detto **standard NVT** (ossia **Network Virtual Terminal**)

IMPLEMENTAZIONE STANDARD NVT

Definizione del formato NVT (Network Virtual Terminal)

Allo startup, NVT prevede uso di caratteri con rappresentazione

7 bit USASCII (caratteri normali 1 byte con bit alto a 0, 8° bit reset)

NVT viene usato per l'accordo iniziale tra cliente e servitore
in seguito la rappresentazione della sessione NVT può anche cambiare, se negoziata opportunamente tra i pari

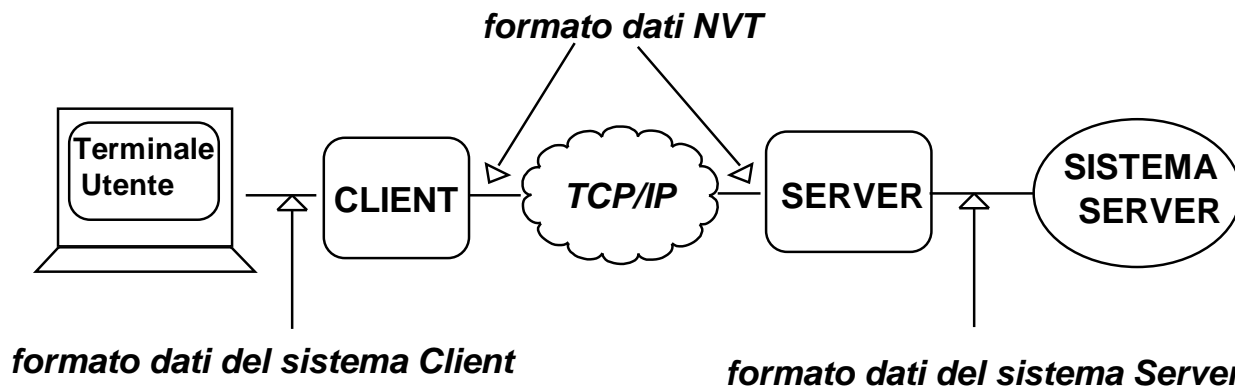
In generale, per ogni informazione scambiata

Client trasla caratteri utente nel formato NVT **prima di inviarli al server**

I dati viaggiano in formato standard

Server trasforma dal formato NVT al formato locale

(e viceversa al ritorno): due **trasformazioni** per ogni dato comunicato



CARATTERI DI CONTROLLO NVT, USASCII

UNICA CONNESSIONE (CONTROLLO IN BANDA)

Invio di caratteri di controllo e funzioni di controllo insieme con i dati normali

| CODICE DI CONTROLLO ASCII | VALORE | SIGNIFICATO ASSEGNATO DA NTV |
|---------------------------|--------|--|
| NUL | 0 | NESSUNA OPERAZIONE |
| BEL | 7 | SUONO UDIBILE/SEGNALE VISIBILE |
| BS | 8 | SPOSTAMENTO A SINISTRA DI UNA POSIZIONE |
| HT | 9 | SPOSTAMENTO A DESTRA DI UNA TABULAZIONE |
| LF | 10 | SPOSTAMENTO IN BASSO ALLA LINEA SUCCESSIVA |
| VT | 11 | SPOSTAMENTO IN BASSO DI UNA TABULAZIONE |
| FF | 12 | SPOSTAMENTO ALL'INIZIO DELLA PROSSIMA PAGINA |
| CR | 13 | SPOSTAMENTO SUL MARGINE SINISTRO DELLA RIGA |
| IAC | 255 | CODICE DI COMANDO (INTERPRET A COMMAND) |
| altri codici | — | NESSUNA OPERAZIONE |

FUNZIONI DI CONTROLLO NVT

Codificati con bit più significativo a 1

| SEGNALE | VALORE | SIGNIFICATO |
|---------|--------|---|
| IP | 244 | INTERRUZIONE DEL PROCESSO |
| AO | 245 | ABORT IN USCITA (SCARTA I CONTENUTI DEI BUFFER) |
| AYT | 246 | CI SEI? (TEST DELLA PRESENZA DEL SERVER) |
| EC | 247 | CANCELLA IL PRECEDENTE CARATTERE |
| EL | 248 | CANCELLA LA CORRENTE LINEA |
| SYNC | 249 | SINCRONIZZAZIONE |
| BRK | 250 | SOSPENSIONE TEMPORANEA (ATTESA DI UN SEGNALE) |
| WILL | 251 | SI PROPONE AL PARI DI ATTUARE UNA AZIONE |
| WONT | 252 | SI PROPONE AL PARI DI NON ATTUARE UNA AZIONE |
| DO | 253 | SI ACCETTA DI ATTUARE UNA AZIONE |
| DONT | 254 | NON SI ACCETTA DI ATTUARE UNA AZIONE |

NEGOZIAZIONE

NEGOZIAZIONE del TERMINALE (cfr. OSI presentazione)

Possibilità di **negoziare** la connessione,

sia alla **inizializzazione**

sia **successivamente** per selezionare le opzioni telnet

(**comunicazione half- full- duplex,**

determinare il tipo di terminale,

codifica 7-8 bit)

NVT definisce molte funzioni

anche un **tasto di interruzione concettuale** per richiedere la terminazione della applicazione

NEGOZIAZIONE

NVT prevede un Protocollo di negoziazioni per stabilire le opzioni **simmetrico tra i pari**, con messaggi con opzioni:

| | |
|---------|--|
| will X | will you agree to let me use option X? |
| won't X | I won't start using option X |
| do X | I do agree to let you use option X |
| don't X | I don't agree to let you use option X |

Chi ha la iniziativa determina l'accordo richiesto per potere lavorare correttamente sulla connessione stabilita

Cliente

WILL ECHO
DO "terminal type" XYZ
WONT ECHO

Server

DO ECHO
WILL "terminal type" XYZ
WILL ECHO

e si va avanti... Tutto è scambiato in modo testo

Le richieste negative **DONT** e **WONT** sono sempre accettate

OPERATIVITÀ TELNET

MODI di LAVORO per i caratteri da mandare (quanti caratteri????)

one char at a time (echo fatto sempre dal server) →
un carattere alla volta, con problemi di overhead

one line at a time buffering → problemi di ritardo nei dati

linemode ottimizzazione automatica per invio dei dati

Uso di dati urgenti

Lo stream impiega i **dati urgenti** sulla connessione stessa per ovviare al caso di stream di dati pieno

Alcuni codici urgenti riconosciuti come comandi da telnet

flush → scarta tutto

no client flow control → il cliente non fa più controllo di flusso

client flow control
sliding window → cambiamento della dimensione e controllo del cliente

RLOGIN

Servizio di login remoto su un'altra macchina UNIX

`rlogin lia02.deis.unibo.it`

`username:antonio`

`password:*****`

Se l'utente ha una **home directory** in remoto accede a quel direttorio
Altrimenti, l'utente entra nella **radice** della macchina remota

Il servizio di rlogin UNIX supporta il concetto di trusted hosts

Utilizzando i file `.rhosts`, `/etc/hosts.equiv`

per garantire corrispondenze tra utenti (uso **senza password**)

L'utente riconosciuto passa da una macchina ad un'altra senza qualificarsi e fornire password

In genere, il superutente non può passare da una macchina ad un'altra

Problemi di sicurezza rlogin:

- nell'uso di `.rhosts` ed `hosts.equiv`
- password in chiaro

CARATTERISTICHE RLOGIN

Conosce **l'ambiente di partenza e quello di arrivo**, ha nozione di stdin, stdout e stderr (collegati al client mediante TCP)

- Esporta l'ambiente del **client** (es., il tipo di terminale) verso il **server**
- Utilizza **connessioni TCP/IP** e **più processi** (**due** per parte)
- Lavora solo **un carattere alla volta** (**Nagle** on e overhead)

rlogin molto più snello di telnet ma con prestazioni limitate e non ottimizzate

codice di **migliaia di linee vs. decine di migliaia (di telnet)**

- **Alla fine, uso di due connessioni e 4 processi**
- **Flow control**: il client rlogin tratta **localmente** i caratteri di controllo del terminale
(**<Ctrl><S>** e **<Ctrl><Q>** fermano e fanno ripartire l'output del terminale, e così il **<Ctrl><C>**)

IMPLEMENTAZIONE

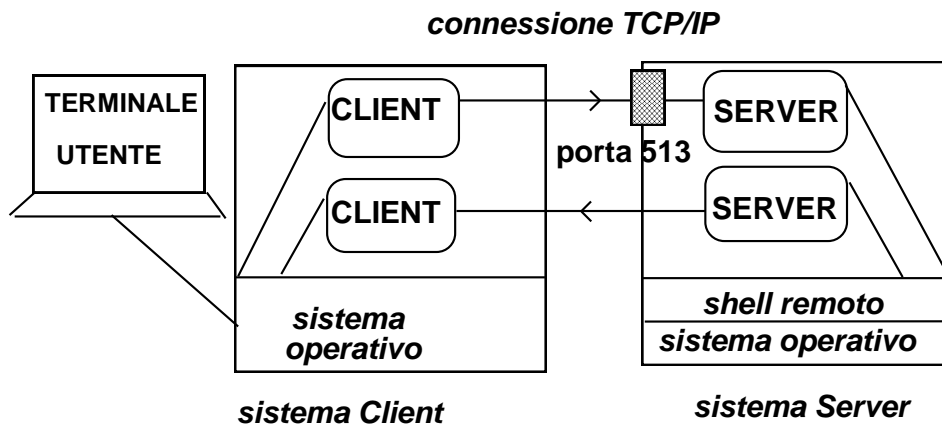
Client rlogin e Server remoto (server rlogind)

Il **client** crea una **connessione TCP** al server rlogind

Il **client** rlogin spezza le funzioni di ingresso/uscita

- il genitore gestisce i caratteri che vanno dal cliente allo shell remoto
- il figlio gestisce i caratteri in arrivo sul cliente dallo shell remoto

Il server si collega ad uno shell remoto con coppia master-slave di uno pseudoterminale (dopo avere lasciato libero il **demone rlogind**)



Invocazione remota

Anche **rsh**:

- invoca l'interprete (shell) remoto UNIX
- con gli argomenti della linea di comando:

rsh nodo_remoto comando

TRASFERIMENTO FILE E ACCESSO

ftp (file transfer protocol)

Uso di TCP (affidabile ed orientato alla connessione)

tftp (trivial file transfer protocol)
basato su **UDP**

tfpt più semplice e con meno
possibilità (uso di UDP)

**Entrambi
permettono
copia di file nei
due versi**

FILE TRANSFER PROTOCOL ftp

ftp deve consentire di creare un ambiente per trasferire file dal cliente al servitore e viceversa in modo supportato

- **Controllo identità**: login e password per controllo accesso
- **Esecuzione a livello applicativo o con accesso interattivo utente** (si può richiedere la lista dei file di un direttorio remoto, o creare un direttorio remoto, etc.)
- **Specifica differenziata del formato dei dati** (rappresentazione): file di tipo testo o binario

OPERAZIONI DI TRASFERIMENTO FILE

Comandi di **trasferimento file**:

1. **put local-file [remote-file]**

→ memorizza un **file locale sulla macchina remota**

2. **get remote-file [local-file]**

→ trasferisce un **file remoto sul disco locale**

3. **mget** e **mput** utilizzano metacaratteri nei nomi dei file per trasferire gruppi di file

Altri comandi:

- comandi di movimento nel file system remoto e locale
dir, ls, cd, lcd, ...
- comandi per le proprietà della sessione
ascii → trasferimento di file **ascii e non binario**
- comandi di supporto
help

Esistono **nodi server di ftp** che sono contenitori di informazioni a cui si può accedere "liberamente" → uso di **ftp anonymous** verso i server

Operazioni libere di download di file

ESEMPIO DI FTP ANONYMOUS

Esistono **nod**i **server** di **ftp** che sono server contenitori di informazioni a cui si può accedere "liberamente" → uso di **ftp anonymous** verso i server, poi operazioni libere di download di file

```
antonio disi33 ~ 7 >
```

```
ftp didahp1.deis.unibo.it
```

```
Connected to didahp1. 220 didahp1 FTP server (Version 1.7.109.2 Tue Jul 28 23:32:34 GMT 1992) ready. Name (didahp1.disi.unibo.it:antonio): anonymous
```

```
331 Guest login ok, send ident as password.
```

```
Password:XXXXXXXXXX 230 Guest login ok, access restrictions apply.
```

```
ftp> ls
```

```
200 PORT command successful.
```

```
150 Opening ASCII mode data connection for file list.
```

```
bin  etc  pub  RFC  incoming  prova.txt
```

```
226 Transfer complete.
```

```
37 bytes received in 0.0035 seconds (10 Kbytes/s)
```

```
ftp> ascii 200 Type set to A.
```

```
ftp> get prova.txt 200 PORT command successful.
```

```
150 Opening ASCII mode data connection for prova.txt (8718 bytes).
```

```
226 Transfer complete.
```

```
local: prova.txt remote: prova.txt
```

```
8719 bytes received in 0.025 seconds
```

```
(3.3e+02 Kbytes/s)
```

```
ftp> get pippo.txt -
```

```
// si mostra il contenuto direttamente a console
```

```
ftp> get pippo.txt "| more"
```

```
// si passa il contenuto a more
```

```
ftp> mget pip*
```

```
// trasferisce tutti i file del direttorio corrente che fanno match con la wildcard
```

```
...
```

CODIFICA ED OTTIMIZZAZIONI

Tutte le informazioni di risposta viaggiano **in chiaro**, con una **codifica numerica**

La prima cifra codifica le **interazioni**

- 1xx Risposta positiva preliminare
- 2xx Risposta positiva completa
- 3xx Risposta positiva intermedia
- 4xx Risposta negativa transitoria, il comando può essere ripetuto
- 5xx Risposta negativa permanente

La seconda cifra codifica le **risposte**

- x0x Errore di Sintassi
- x1x Informazione
- x2x Connessione
- x3x e x4x Codici non specificati
- x5x Filesystem status

La terza cifra specifica più precisamente

- 150 Risposta preparatoria per filelist
- 200 OK
- 226 Trasferimento completo
- 331 Username OK, serve la password

Per il **formato delle informazioni di controllo?**

⇒ **uso di NVT**

IMPLEMENTAZIONE FTP

Vari tipi di file riconosciuti e usabili

| | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| filetype | ASCII, | EBCDIC, | binary, | local |
| format | Nonprint, | telnet fmt, | Fortran fmt | |
| structure | stream, | record, | page | |
| TX mode | stream, | block, | compressed | |

(non comparabile con FTAM OSI)

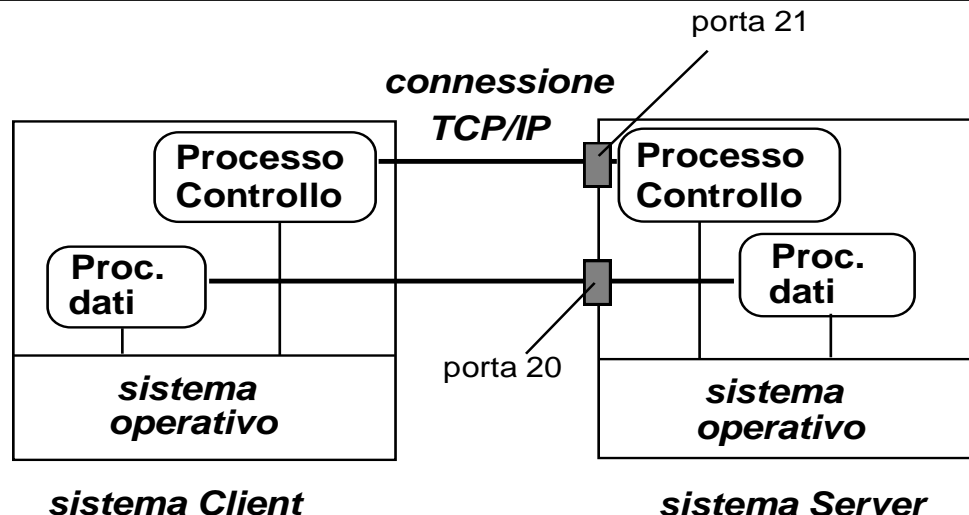
Accesso concorrente da parte di più client ad un unico server e uso di **TCP** per le connessioni al server

Almeno due collegamenti per ogni client e per ogni server:

- **una connessione di controllo (sempre viva)**
- **una (o più) di dati (ciascuna attiva solo per ogni trasferimento di file)**

Impiegando **più processi (due per nodo)** a parte il demone iniziale che si libera immediatamente e torna in ascolto

IMPLEMENTAZIONE FTP: DETTAGLI IMPLEMENTATIVI



Dettagli implementazione server:

Un processo **master** del server attende connessioni (processo **ftpd**, demone ftp) e crea uno **slave** per ciascuna richiesta

Lo **slave** è composto da:

- un processo per il **collegamento di controllo** con il client (persiste per tutta la durata del collegamento)
- un processo per il **trasferimento dati (creato al bisogno)** (possono essere molti nello stesso collegamento)

Anche il client usa processi separati per la parte di controllo e di trasferimento dati

USO DI NUMERI DI PORTA TCP

TCP: **gli endpoint** individuano una connessione ed è sufficiente un endpoint diverso per avere una connessione diversa (almeno un elemento della quadrupla, o porta o nodo)

FTP prevede almeno **due connessioni**:

- **una di controllo persistente** per tutta la sessione
- **una dati** per ogni trasferimento file

Collegamento controllo

- la porta di trasferimento lato server è fissa (**21**)
- specifica della porta da parte del cliente (**xxx**)

Collegamento dati

- la porta di trasferimento lato server è fissa (**20**)
- porta da parte del cliente (xxx/yyy)

IMPEGNO DI RISORSE E QUALITÀ

Possibilità di stato della connessione:

in caso di trasferimento di grandi moli di dati, se ci si blocca, non si deve ripartire dall'inizio, ma dall'ultima posizione trasferita

Per quanto tempo si tiene lo stato? E dove lo si mantiene?

Client collegamento con server su porta cliente (xxx)

Servizio unico di trasferimento, la stessa porta xxx del cliente può essere usata per la prima connessione dati → per le successive il cliente deve passare il numero di porta

Il valore di porta passato al server rappresenta una **forma di coordinamento** senza cui il servizio non può funzionare

Servizi **paralleli** per lo stesso cliente o **porte multiple** (yyy)

Il cliente può indicare una porta addizionale (yyy), normalmente **porte successive (per connessioni diverse)**

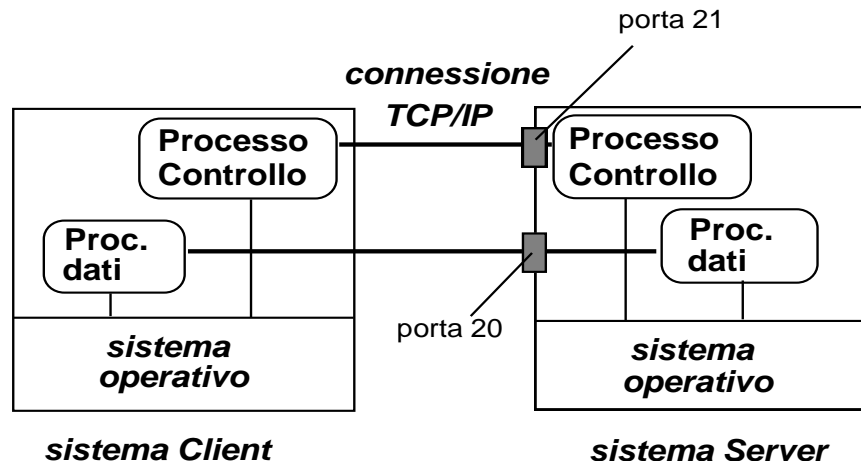
FTP: INIZIATIVA CONNESSIONI

Connessione controllo iniziativa del cliente o **cliente attivo**

- la porta di trasferimento comandi lato server è fissa (**21**)
- il cliente specifica una porta (**xxx**) per la connessione e il server ha fatto una listen ed è in attesa di richieste...
- il client esegue la **connect**, conoscendo la porta del server con la sua porta xxx (esegue la **accept**)

Connessione dati

- la porta di trasferimento lato server è fissa (**20**)
- la porta del cliente differenziata (**xxx/yyy**)
- in questa connessione, creata su comando **get** o **put** del client, chi esegue la connect?



FTP: CONNESSIONE DATI

Sulla connessione dati, chi esegue la connect?

Chi esegue la connect è detto attivo, il pari passivo

Iniziativa del cliente o cliente attivo

il client esegue la connect, il server deve avere già fatto la listen, ed essersi messo in attesa di richieste del cliente

- In questo caso il cliente deve intervenire garantendo che le azioni siano nell'ordine giusto e coordinarsi con il server (che deve mandare un evento di pronto)

Iniziativa del server (server attivo) o cliente passivo

il client esegue la listen e fa una **accept** sulla sua porta (**xxx/yyy**), (poi **comanda la get/put**)

il server deve solo fare una **connect** sulla porta del cliente

- In questo caso il cliente può facilmente intervenire producendo le azioni nell'ordine necessario (**SENZA OVERHEAD**)

CONFRONTO TELNET/FTP

Cosa giustifica la scelta del livello di trasporto di ognuno dei due protocolli?

ftp e telnet ...

SERVIZI SINCRONI

vs.

SERVIZI ASINCRONI

mail, news ...

| | | |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Servizio | FILE TRANSFER ftp tftp | VIRTUAL TERMINAL telnet rlogin |
| Oggetto | file | caratteri |
| Distribuzione Informazioni | punto a punto | punto a punto |
| Protocollo | NVT | NVT |

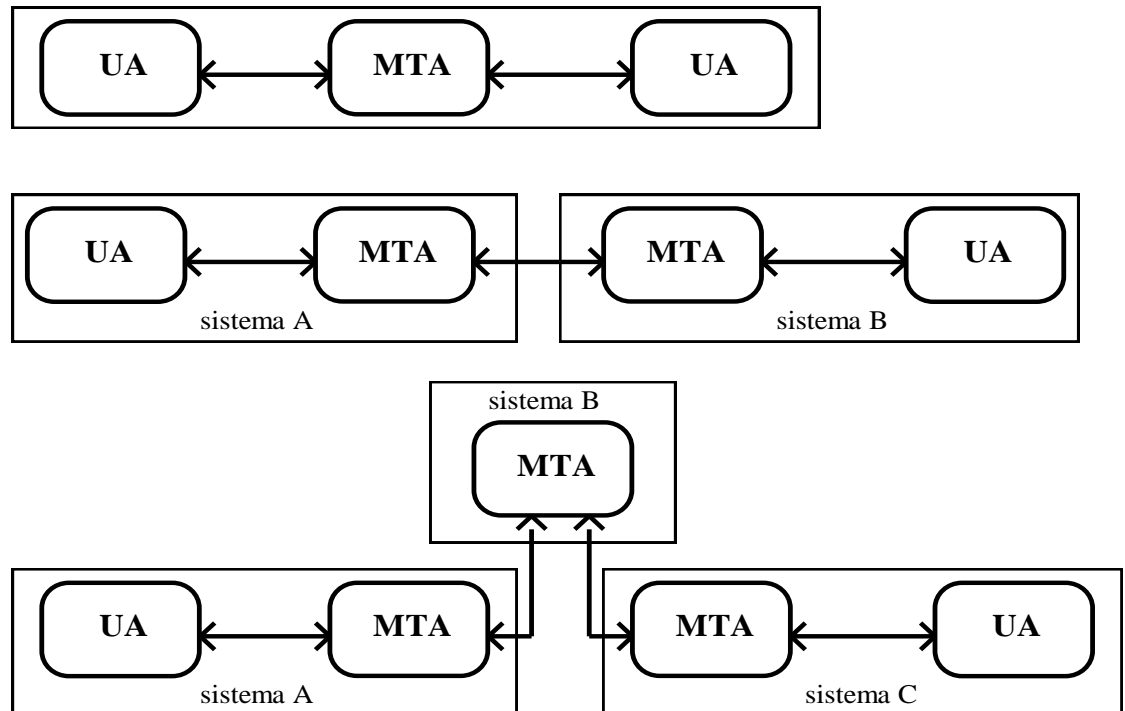
LA POSTA ELETTRONICA

Gli standard di posta elettronica sono quelli relativi alla infrastruttura che garantisce tutto il supporto ai messaggi degli utenti, parte invio e parte ricezione

Parliamo di comunicazioni tra agenti di mail di due tipi:

User Agents e Message Transfer Agents

Gli agenti in vicinanza lavorano a coppie, comunicando in **modo batch sincrono bloccante tra loro fino a produrre il servizio di email tra utenti finali**



LA POSTA ELETTRONICA

La posta elettronica (**e-mail**) permette **scambio di messaggi tra utenti**, come nel servizio postale, in **modo asincrono reciproco**

Caratteristica fondamentale - servizio **asincrono**:

il mittente non aspetta il destinatario (vs. telnet ed ftp) → uso di buffer di disaccoppiamento o **spooling**

I messaggi possono essere dei semplici testi - oppure anche interi file (uso alternativo ad ftp)

Mail – Esempio di uso

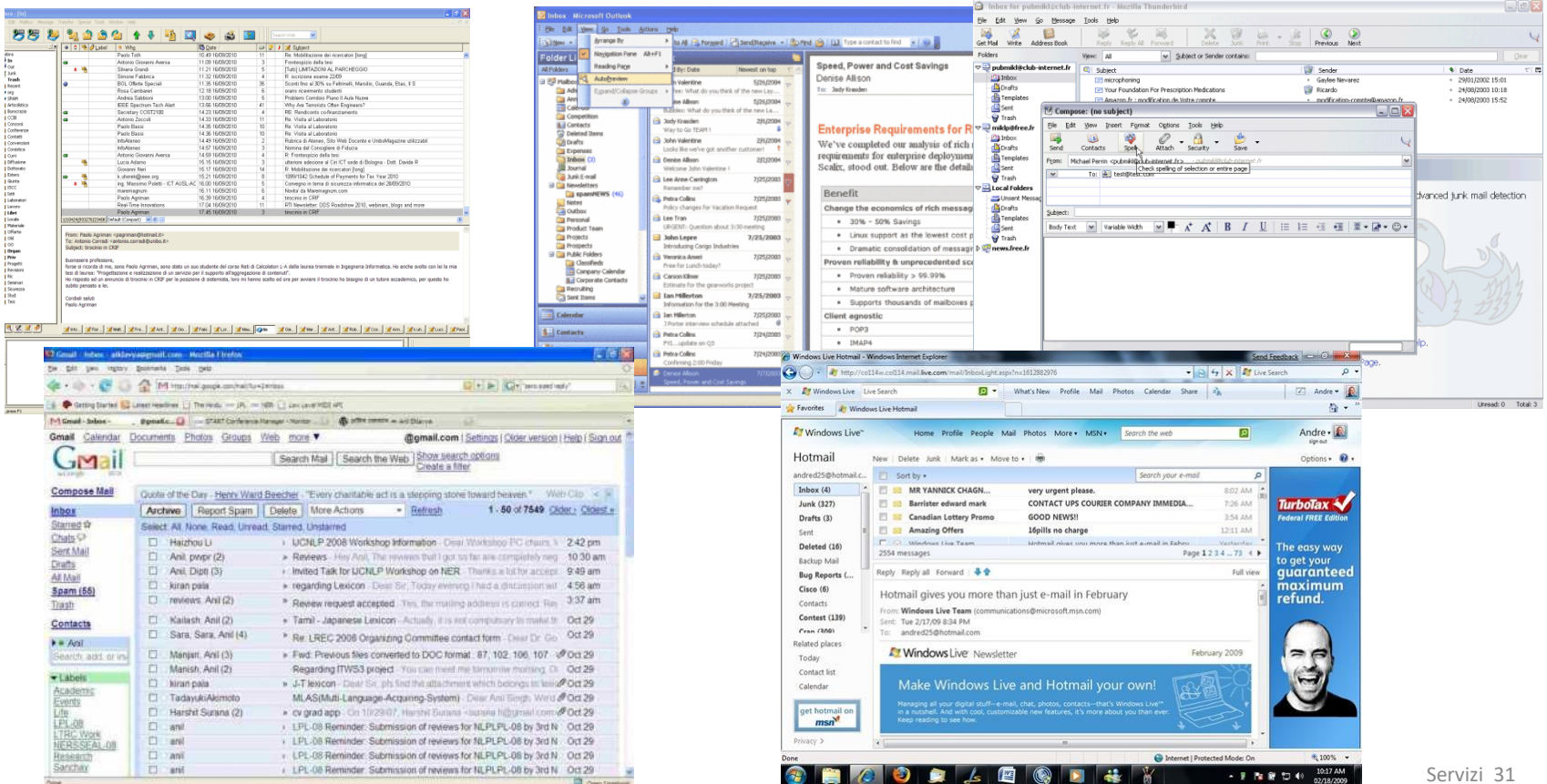
```
antonio deis33 ~ 12 >  
Mail beppe@ing.unibo.it  
Subject: Prova di mail  
Testo del mail  
ctrl-D
```

```
beppe ingbo ~ 10 > Mail  
Mail version SMI 4.1-OWV3 Mon Sep 23 98 07:17:24  
PDT 1991 Type ? for help.  
"/usr/spool/mail/beppe": 1 message 1 unread  
>U 1 antonio Fri May 22 99 16:48 14/296  
Prova di mail  
& return  
Message 1:  
From antonio Fri, 22 May 16:48:38 1999  
Received: by ing.unibo.it (4.1/4.7); Fri, 22 May  
99 16:48:37 +0200  
From: antonio (Antonio Corradi)  
Subject: Prova di mail  
To: Beppe  
Date: Fri, 22 May 99 16:48:39 MET DST  
X-Mailer: ELM [version 2.3 PL11]  
Status: RO  
Testo della mail
```

LETTORI DI POSTA ELETTRONICA

Noi interagiamo con la mail attraverso lettori, molto differenziati
Questi non c'entrano con il protocollo di mail (RFC 822, ...)

Programmi installati come Outlook, Thunderbird, Eudora, o Strumenti compatibili Web (gmail, hotmail, ...)



DATI E PROTOCOLLO

Il formato dei dati iniziale della mail, uno standard dei primi di Internet è molto semplificato ed è legacy

I messaggi sono di testo puro e sono divisi in

Header: descrittore

Corpo: contenuto del messaggio

il testo dei messaggi nello standard RFC822 è in **formato ASCII puro**

Lo standard definisce anche le funzioni del supporto che specifica come deve essere trattato il messaggio

Come sapete possiamo mandare altri formati...

Per estendere il formato del corpo due vie:

- prevedere la possibilità di **codifica ASCII dei binari**
- **estensione ex novo** (con introduzione di nuovi tipi riconosciuti associati ad una parte del messaggio)

MIME (Multipurpose Interchange Mail Extension): possibilità di inserire di messaggi con formati diversi in un unico corpo di un messaggio che il protocollo riconosce automaticamente

FORMATO DEI DATI

Header

From: → indirizzo del **mittente**
To: → mailbox cui il messaggio va recapitato, anche **più indirizzi**
Date: → la **data** di spedizione
Subject: → il **soggetto** del messaggio

opzionali

Cc: → **copia** ai destinatari
Bcc: → **copia nascosta** ai destinatari
Replay-To: → **indirizzo** per la risposta
Message-Id: → **identificatore unico** del messaggio

Corpo: il testo dei messaggi è in **formato ASCII**

Con estensioni di formato nel solo corpo

MIME (Multipurpose Interchange Mail Extension): possibilità di inserimento di messaggi con formati diversi in un unico corpo di un messaggio che il protocollo riconosce automaticamente

Da caratteri in formato speciale, fino a blocchi che possono contenere binari specializzati

MIME (MULTIPURPOSE INTERCHANGE MAIL EXTENSION)

Messaggi con formati diversi
nel corpo ASCII text

Mime-Version:

Content-Type:

Content-Transfer-Encoding:

Content-ID:

Content-Description:

Content-Transfer-Encoding:

**7bit (NVT ASCII), 8-bit,
binary-encoding, ...**

Content-type

Subtype

| | | |
|--------------------|----------------------|--|
| text | <i>plain</i> | testo non formattato |
| | <i>richtext</i> | testo con semplice formattazione (bold, ecc) |
| | <i>enriched</i> | raffinamento del richtext |
| multipart | <i>mixed</i> | parti da processare seq. |
| | <i>parallel</i> | parti su cui lav. in parallelo |
| | <i>digest</i> | message digest |
| | <i>alternative</i> | molte copie con la stessa semantica (in alternativa) |
| message | <i>rfc822</i> | un altro messaggio di mail |
| | <i>partial</i> | frammento di un messaggio |
| application | <i>external-body</i> | puntatore al messaggio |
| | <i>octet-stream</i> | dati arbitrari |
| image | <i>postscript</i> | file postscript |
| | <i>jpeg</i> | file ISO 10981 immagine |
| video | <i>gif</i> | Graphic Interchange Format |
| | <i>mpeg</i> | file ISO 11172 stream |
| audio | <i>basic</i> | formato audio 8-bit |

SISTEMA DI NOMI PER INDIRIZZI DI MAIL

Destinatario e Mittente come **identificatore IP nodo di destinazione** e **mailbox sul nodo** (nome login)

Indirizzi di posta elettronica

varie possibili forme, con alcune convenzioni

`antonio.corradi@disi.unibo.it` (A. Corradi)

`postmaster` mailbox del postmaster in ogni dominio

`MAILER-DAEMON` segnalazioni di problemi

Altri indirizzi

mappaggio identificatori distinti in nomi di sistema

anche **pseudonimi (aliases)** e **mail forwarding**

un utente può avere **più identificatori di mail**

e anche **unico identificatore per un gruppo di destinatari**

NOMI MULTIPLI più sottodomini e nomi multipli

`antonio.corradi@disi.unibo.it`

`acorradi@disi33.disi.unibo.it`

`antonio@disi33.disi.unibo.it`

Electronic mailing list anche con destinatari **non locali**

Possibili problemi di indirizzamento nelle mailing list creando eventuali cicli senza fine

nella mailing list di A, x mappato in y di B

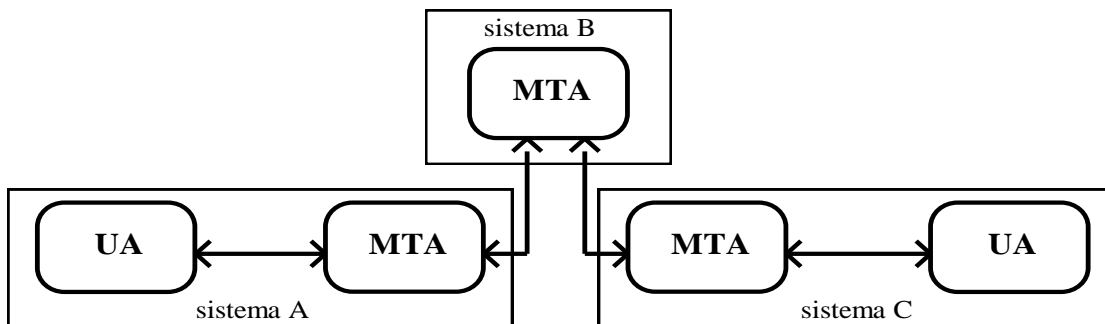
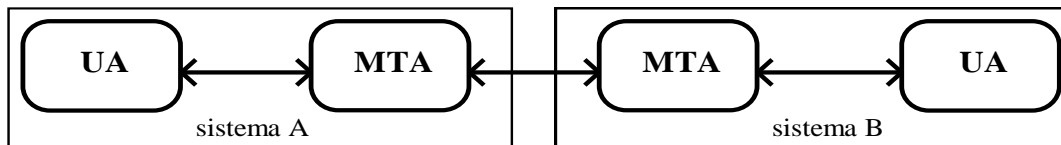
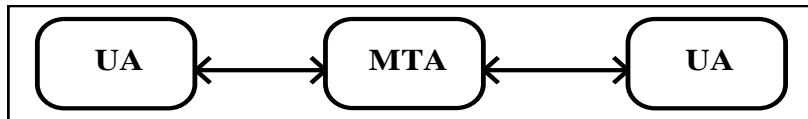
nella mailing list di B, y mappato in x di A

ARCHITETTURA DEL SERVIZIO DI MAIL

Uso di comunicazioni **punto a punto** attraverso una rete di **User Agent (UA)** e **Mail Transfer Agent (MTA)** che sono **indipendenti tra loro**

Mail Transport Agent (MTA) trasferisce mail dallo **user agent (UA)** sorgente a quello di destinazione

Diversi pattern di collegamento possibili



Uso di mailbox come area associata e riservata ad **un solo utente**

Non si assume la conoscenza completa dei MTA tra loro

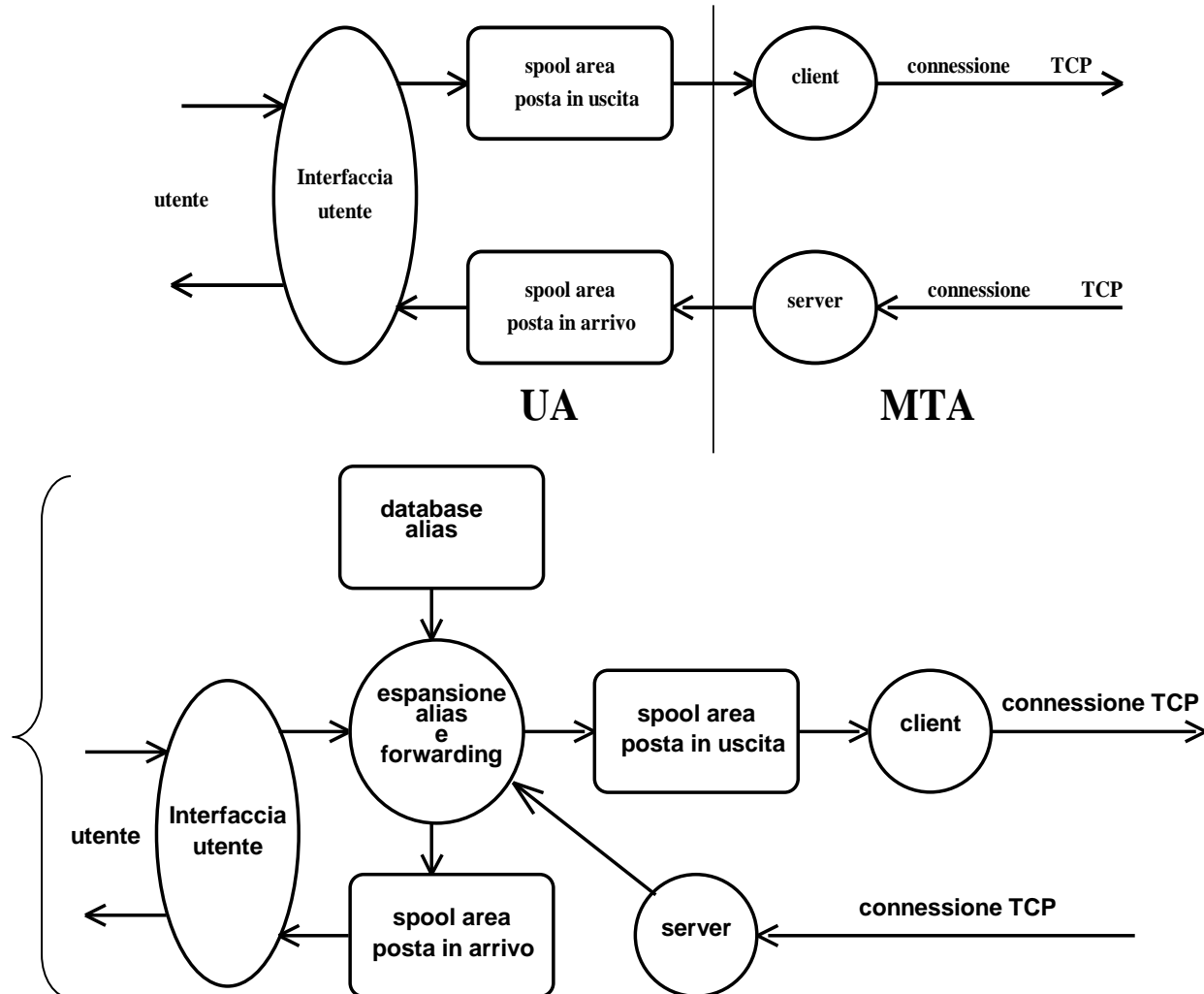
Il protocollo regola i modi di comunicazione e non la politica di conoscenza delle entità

COMPONENTI DEL SERVIZIO DI MAIL

Il processo UA in background diventa il cliente della attività MTA che

- mappa il **nome della destinazione** in indirizzo IP o di intermediario
- tenta la connessione **TCP** con il mail server successivo o di destinazione
- se OK, **copia un messaggio** al successivo passo

Trattamento dei nomi multipli di utente e liste



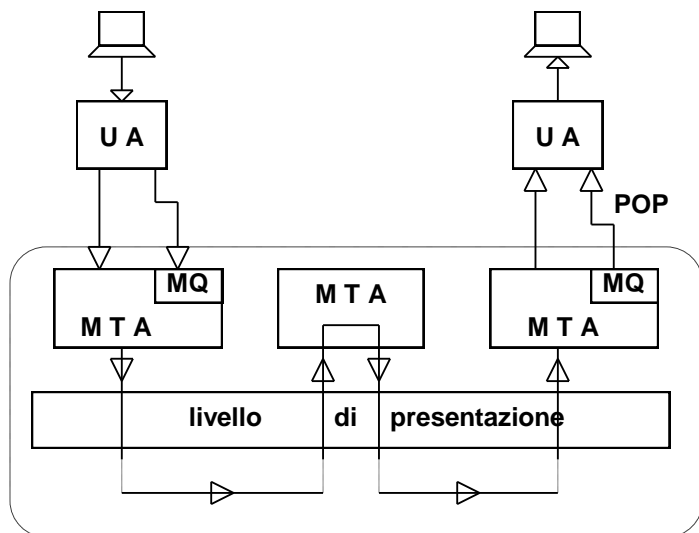
NOMI DI MAIL E DOMAIN NAME SYSTEM (DNS)

ROUTING tra MTA: il sistema di nomi della posta elettronica può

- basarsi sui **nomi di DNS**
- basarsi su **altri cammini e percorsi**

I diversi MTA possono organizzarsi anche in modo **del tutto indipendente dalle normali forme di routing** di IP → **diverso** dal sistema di corrispondenze di IP

Il sistema di nomi standard DNS può definire percorsi dedicati di mail distinti e trattati a parte: **vedi record DNS tipo MX**



Connessione di tipo **end-to-end diretto** (TCP)

Uso di **mail gateway** (macchine intermedie)

Il protocollo SMTP usa la porta TCP per gli scambi tra MTA (e tra UA e MTA): porta **25**

Accesso finale ai singoli messaggi da parte dell'utente UA sono invece regolati da diversi strumenti e protocolli:

- **POP** Post Office Protocol
- **IMAP** Internet Mail Access Protocol
- anche **sicuri**, ecc.,

Molti lettori diversi di posta elettronica:

Mail, mail, elm, eudora, outlook, Web based

PROTOCOLLO SMTP

Simple Mail Transfer Protocol RFC 821

È il **protocollo standard** per il **trasferimento della mail tra mailer** (MTA) che si connettono e scambiano messaggi di posta in chiaro

Scambi di messaggi codificati tra un client ed un server

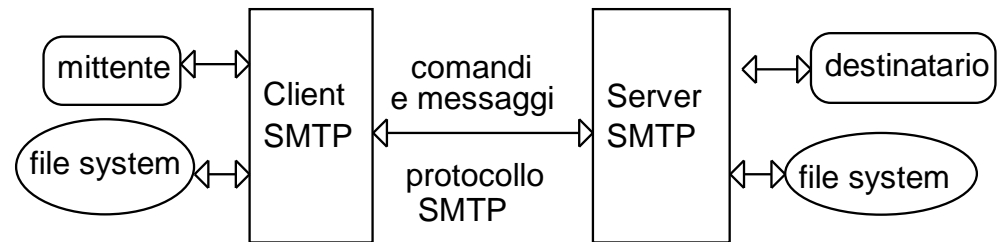
PROTOCOLLO SMTP

Comandi cliente e risposte server, esempio:

sender 'MAIL FROM:' nome mitt.
receiver 'OK'

sender 'RCPT TO:' nome dest.
receiver 'OK' abilitato

sender 'DATA' corpo messaggio
sender '< cr-lf> < cr-lf>' (fine msg.)
receiver 'OK'



I ruoli tra **sender** e **receiver** (o client e server) possono essere **invertiti per trasmettere la posta diretta nel verso opposto**.

COMANDI: parole composte di caratteri ASCII:
RISPOSTE: composte di codice numerico di 3 cifre e testo

CODIFICA STANDARD DELLE RISPOSTE

La **prima cifra** codifica le interazioni

| | |
|-----|---|
| 1xx | Comando accettato |
| 2xx | Risposta positiva completa |
| 3xx | Risposta positiva intermedia |
| 4xx | Risposta negativa transitoria, il comando può essere ripetuto |
| 5xx | Risposta negativa permanente |

La **seconda cifra** codifica le risposte

| | |
|-----------|----------------------------------|
| x0x | Sintassi |
| x1x | Informazione |
| x2x | Connessione |
| x3x e x4x | Codici non specificati |
| x5x | Mail system (stato del receiver) |

CODIFICA DELLE RISPOSTE

La terza cifra specifica più precisamente

Procedure di SMTP

Procedura di invio come **MAIL TRANSACTION**

→ fatta in modo da **completare la trasmissione**

Se tutto va bene OK

Se problemi → messaggi disordinati e ripetuti
(azioni di posta **idempotenti** ?)

ESEMPI DI CODIFICA

S: MAIL FROM:<Smith@Alpha.ARPA>
R: 250 OK
S: RCPT TO:<Jones@Beta.ARPA>
R: 250 OK
S: RCPT TO:<Green@Beta.ARPA>
R: 550 No such user here
S: RCPT TO:<Brown@Beta.ARPA>
R: 250 OK
S: DATA
R: 354 Start mail input; end with <CRLF>.<CRLF>
S: Blah blah blah...
S: ...etc. etc. etc.
S: <CRLF>.<CRLF>
R: 250 OK
Return-Path: <@GHI.ARPA,@DEF.ARPA,@ABC.ARPA:JOE@ABC.ARPA>
Date: 27 Oct 91 15:01:01 PST
From: JOE@ABC.ARPA
Subject: Improved Mailing System Installed
To: SAM@JKL.ARPA
This is to inform you that ...

MAIL FORWARDING → forward-path non corretto

251 User not local; will forward to forward-path

551 User not local; please try forward-path

VERIFYING AND EXPANDING

Verificare lo **user name** (VRFY)

Espansione di mailing list (EXPN)

VRFY user-name

- i) 250 'username completo' <indirizzo>
- ii) 251 User not local; will forward to <indirizzo>
- iii) 551 User not local; please try <indirizzo>
- iv) 550 That is a mailing list, not a user
550 String does not match anything
- v) 553 User ambiguous.

EXPN <mailing-list>

S: EXPN Example-People

R: 250-Jon Postel <Postel@USC-ISIF.ARPA>

R: 250-Fred Fone <Fone@USC-ISIQ.ARPA>

R: 250-Sam Q. Smith <SQSmith@USC-ISIQ.ARPA>

R: 250-Quincy Smith
<@USC-ISIF.ARPA:Q-Smith@ISI-VAXA.ARPA>

R: 250-<joe@foo-unix.ARPA>

R: 250 <xyz@bar-unix.ARPA>

OPENING E CLOSING

HELO <domain> <CR-LF>

QUIT <CR-LF>

RESET (RSET)

abort della transazione corrente;
receiver deve inviare OK

TURN (TURN)

intenzione di scambio dei ruoli

USENET NEWS

News come un **insieme** di **gruppi** di **discussione collettiva**

Ogni gruppo riguarda un **particolare argomento** (**topic**) e permette di partecipare **alla discussione** su tale argomento, scambiando informazioni e facendo domande, ricevendo risposte, ... su insiemi aperti di interessi pubblici

GERARCHIE PRINCIPALI DI NEWS

| | | | |
|-------------|---------------|-------------|-----------------|
| comp | (COMPUTER) | misc | (MISCELLANEOUS) |
| news | (NEWS) | biz | (BUSINESS) |
| rec | (RECREATIVE) | soc | (SOCIETY) |
| sci | (SCIENCE) | talk | (TALK) |
| alt | (ALTERNATIVE) | bit | (BITNET) |

SOTTOGERARCHIE DI 'comp.unix': admin, aix, amiga, aux, internals, large, misc, programmer, question, etc ...

STORIA: sviluppo veloce

1979 → 3 macchine uucp, 1980 → anews con due soli gruppi,
1982 → bnews

ARCHITETTURA DEL SERVIZIO DI NEWS

Nodo **client**:

- un **client** di news locale mantiene le news e molti **lettori** di news

Il **client** si coordina con il/i **server** per ottenere le news

I client sono **strumenti per l'accesso applicativo** alle news e **consentono anche di inviare news** ai gruppi di interesse

Uso di **agenti** con **TCP/IP** di connessione

News: uso di **database coordinati** per le informazioni ma **non consistenti**

Protocollo news: Network News...

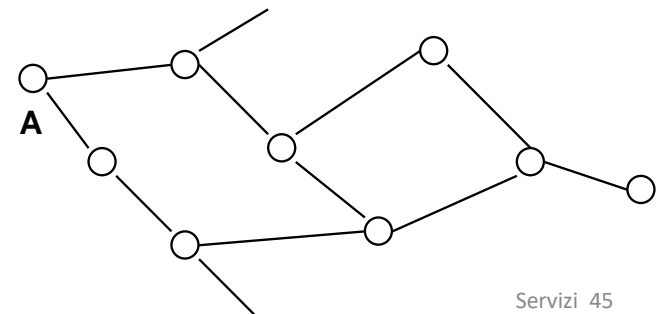
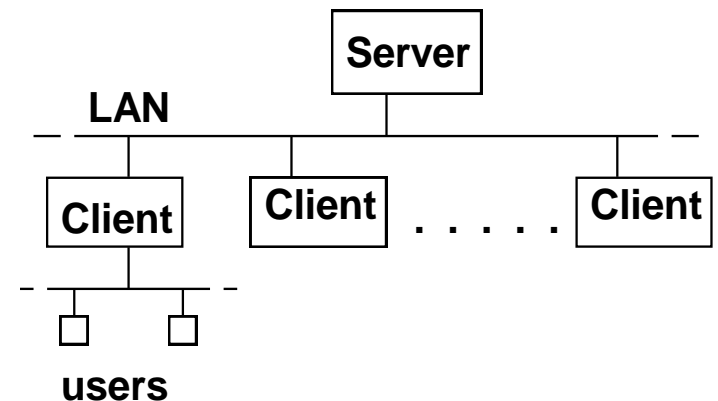
Il protocollo è NNTP (USENET)

Comandi cliente ----- **Risposte server**

COMANDI: parole composte di caratteri ASCII

RISPOSTE: composte di codice numerico di 3 cifre e testo

Gli agenti si coordinano usando la **porta 119**



PROTOCOLLO NNTP

Protocolli di propagazione a negoziazione (uso well-known port 119)

In genere gli agenti si coordinano usando la **port 119**

Come smtp, così nntp (USENET): **comandi** e **risposte**, e il server restituisce una risposta al comando del client con il risultato dell'azione chiesta

PROTOCOLLO NNTP (Network News Transfer Protocol)

Comandi cliente ----- Risposte server

COMANDI: parole composte di caratteri ASCII:

più parametri separati e fine con carattere <CR> <LF>

RISPOSTE: composte di codice numerico di 3 cifre e testo

risposte di testo e di stato

le risposte di testo: linee successive con un <CR> <LF>

le risposte di stato: stato dal server per l'ultimo comando

codice numerico di tre cifre per le risposte di stato

CODIFICA SUCCESSO / INSUCCESSO

Codice numerico di tre cifre

La prima cifra codifica successo o meno

- 1xx - messaggio informativo
- 2xx - comando ok
- 3xx - comando non ancora ok, richiesta del resto
- 4xx - comando corretto ma non eseguito
- 5xx - comando non implementato, o scorretto, o errore

La seconda cifra codifica la categoria della risposta

- x0x - messaggi di connessione, setup, e vari
- x1x - selezione newsgroup
- x2x - selezione articoli
- x3x - funzioni di distribuzione
- x4x - posting
- x8x - estensioni non standard
- x9x - debugging output

Ad esempio

- 100 help text
- 190 through
- 199 debug output
- 200 server ready - posting allowed
- 201 server ready - posting not allowed

400 service discontinued

500 command not recognized

501 command syntax error

502 access restriction or

permission denied

**503 program fault - command not
performed**

NNTP ESEMPIO

PROTOCOLLO NNTP

Comandi cliente ----- Risposte server

COMANDI: parole composte di caratteri ASCII:

RISPOSTE: composte di codice numerico di 3 cifre e testo

In genere gli agenti si coordinano usando la **port 119**

CODICI NUMERICI DI RISPOSTA utilizzati per la gestione automatica delle risposte:

C: GROUP msgs

S: 211 103 402 504 msgs Your new group is msgs

C: ARTICLE 401

S: 423 No such article in this newsgroup

C: ARTICLE 402

S: 220 402 4105@xyz-vax.ARPA Article retrieved, text follows

S: (invio del testo da parte del server)

S: 205 XYZ-VAX news server closing connection. Goodbye

SERVIZI SINCRONI E ASINCRONI

| | | |
|-------------------------------|----------------------|----------------------------|
| Servizio | FILE TRANSFER | VIRTUAL TERMINAL |
| Oggetto | ftp tftp file | telnet rlogin caratteri |
| Distribuzione Informazioni | punto a punto | punto a punto |
| Protocollo | NVT | NVT |

| | | |
|---------------|------------------------------|---|
| Servizio | POSTA ELETTRONICA | NEWS |
| Oggetto | messaggi | messaggi |
| Distribuzione | mailbox | database centralizzati che sono distribuiti |
| Protocollo | SMTP | NNTP |

Per **USENET (rete news)**

- la **dimensione globale** anche delle informazioni
- la distribuzione anche a **flooding** e a **gruppi**
- **MA** nessuna sicurezza (alternative ...)
- Possibilità di avere meno consistenza e costo più basso

**I SERVIZI COMINCIANO A DELINEARE LA IDEA DI UNA
INFRASTRUTTURA DI SUPPORTO
ANCHE PIÙ DI UNA INFRASTRUTTURA**

SERVIZI SINCRONI E ASINCRONI

In generale, gli strumenti di prima generazione e hanno prodotto anche strumenti con garanzia di sicurezza e di cifrature dei dati tra il C/S

telnet **ssh**

ftp **sftp**

Cifratura dei messaggi sulla infrastruttura senza l'intervento degli utenti