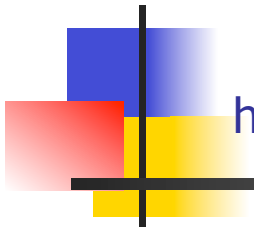
Reti di Calcolatori
AA 2011/2012

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO



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

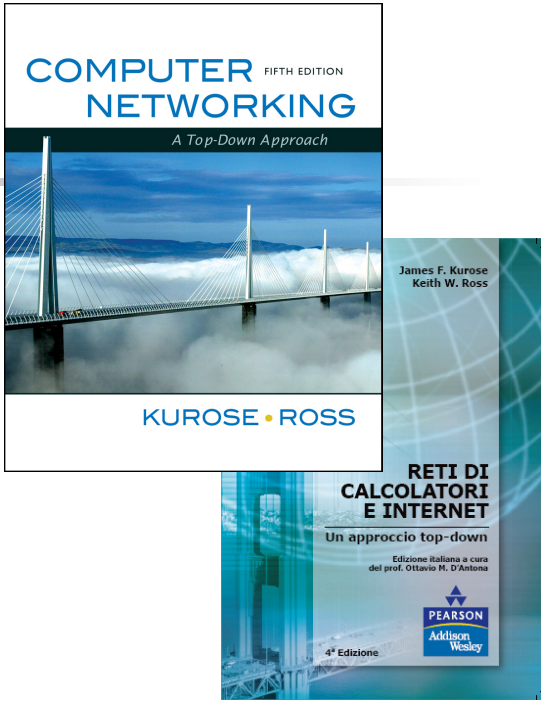
Protocolli di applicazione

(2)

Csaba Kiraly

Renato Lo Cigno

Livello di applicazione (2)



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 form
Gianluca Torta, Stefano Leonardi, Francesco Di Tria

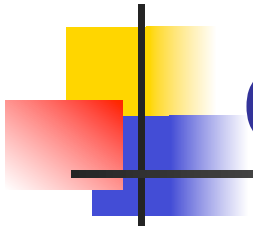
Adaptation is by Csaba Kiraly and Renato Lo Cigno

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO



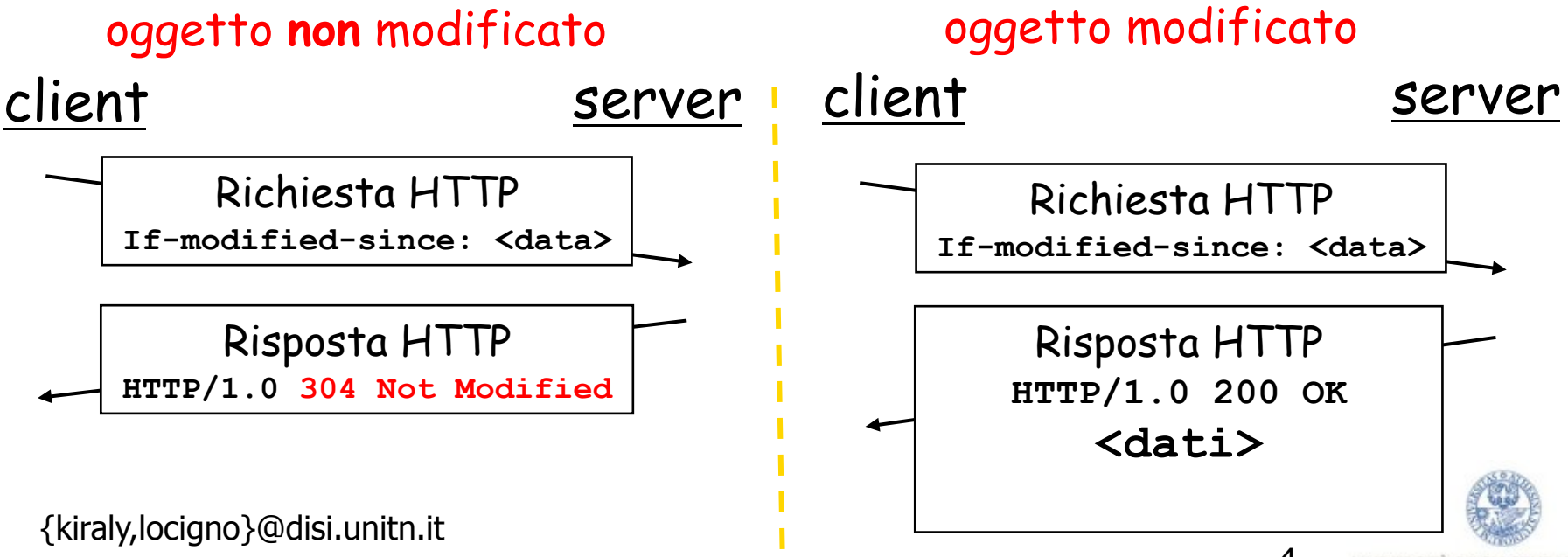
Capitolo 2: Livello applicazione

- 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

GET condizionale

- Obiettivo: non inviare un oggetto se il client ha una copia aggiornata dell'oggetto
- **Cache** del browser: tiene una copia dell'oggetto gia scaricato

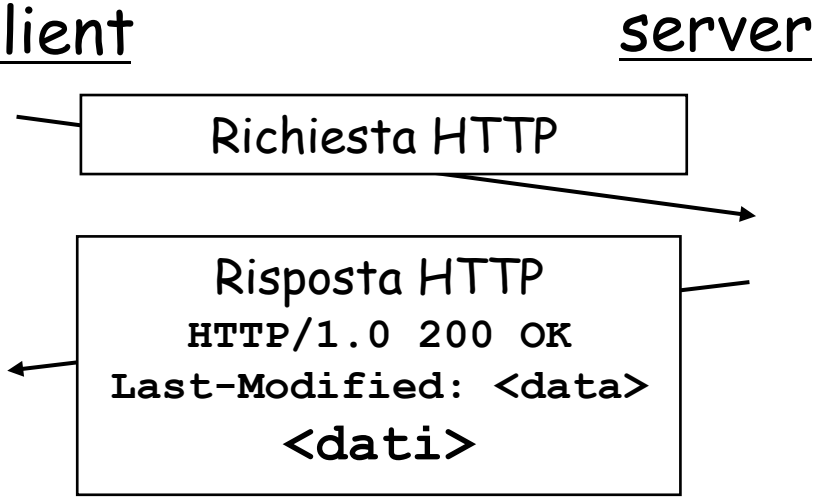
- client: specifica la data della copia dell'oggetto nella richiesta HTTP
  - `If-modified-since: <data>`
- server: la risposta non contiene l'oggetto se la copia nella cache è aggiornata:
  - `HTTP/1.0 304 Not Modified`



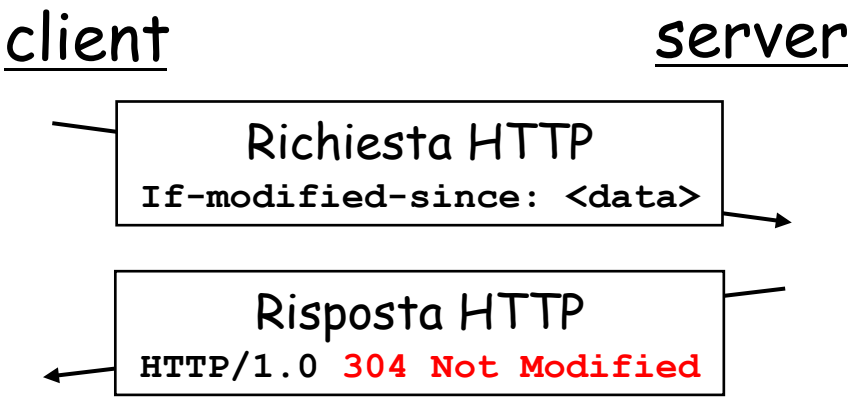
{kiraly,locigno}@disi.unitn.it

GET condizionale (2)

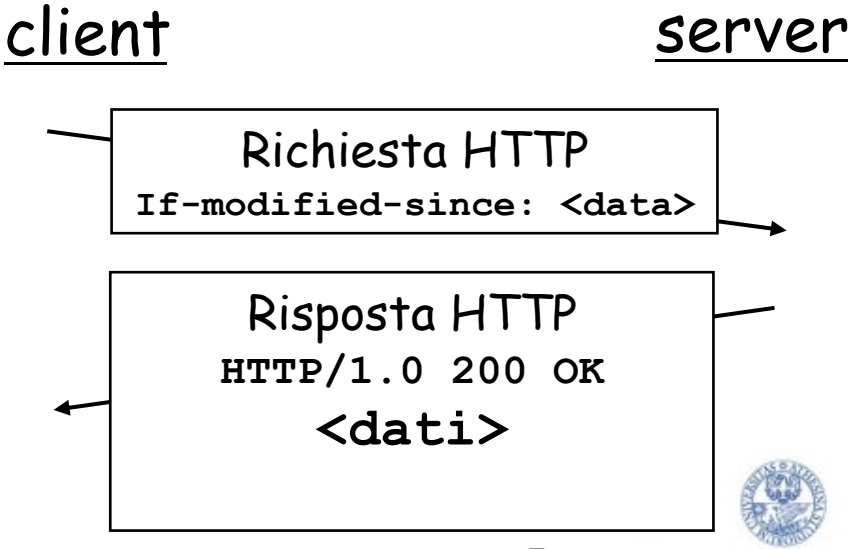
- D: Qual'è la data utilizzata?
- R: la data nella risposta originale



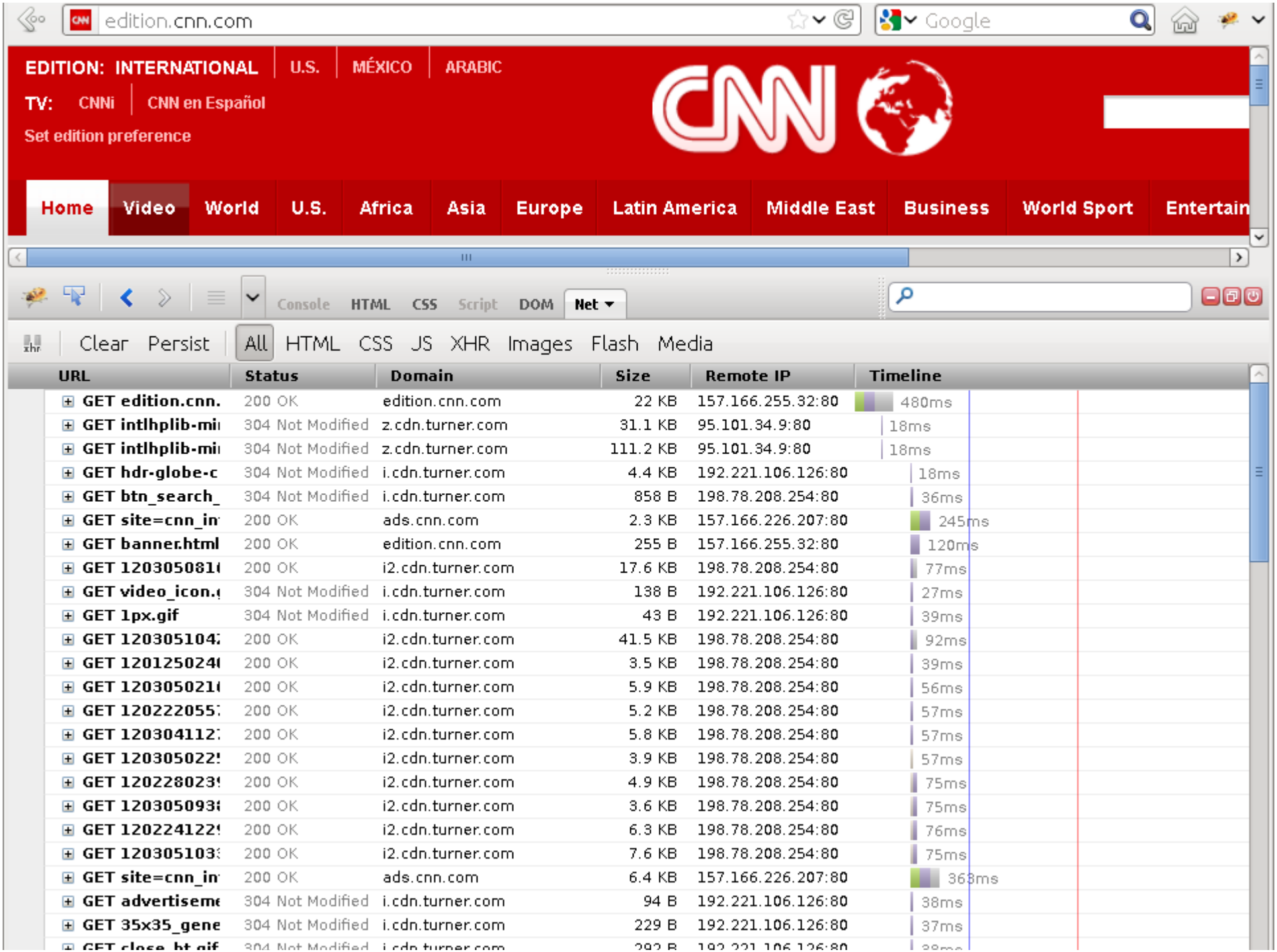
oggetto **non** modificato



oggetto modificato



{kiraly,locigno}@disi.unitn.it


edition.cnn.com
Google
EDITION: INTERNATIONAL | U.S. | MÉXICO | ARABIC
TV: CNNi | CNN en Español
Set edition preference
CNN
Home | Video | World | U.S. | Africa | Asia | Europe | Latin America | Middle East | Business | World Sport | Entertain
Console HTML CSS Script DOM Net
Clear Persist All HTML CSS JS XHR Images Flash Media
URL | Status | Domain | Size | Remote IP | Timeline
GET edition.cnn. | 200 OK | edition.cnn.com | 22 KB | 157.166.255.32:80 | 480ms
GET intlhplib-mi | 304 Not Modified | z.cdn.turner.com | 31.1 KB | 95.101.34.9:80 | 18ms
GET intlhplib-mi | 304 Not Modified | z.cdn.turner.com | 111.2 KB | 95.101.34.9:80 | 18ms
GET hdr-globe-c | 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 4.4 KB | 192.221.106.126:80 | 18ms
GET btn_search_ | 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 858 B | 198.78.208.254:80 | 36ms
GET site=cnn_in | 200 OK | ads.cnn.com | 2.3 KB | 157.166.226.207:80 | 245ms
GET banner.html | 200 OK | edition.cnn.com | 255 B | 157.166.255.32:80 | 120ms
GET 120305081(| 200 OK | i2.cdn.turner.com | 17.6 KB | 198.78.208.254:80 | 77ms
GET video_icon.(| 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 138 B | 192.221.106.126:80 | 27ms
GET 1px.gif | 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 43 B | 192.221.106.126:80 | 39ms
GET 120305104: | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 41.5 KB | 198.78.208.254:80 | 92ms
GET 120125024(| 200 OK | i2.cdn.turner.com | 3.5 KB | 198.78.208.254:80 | 39ms
GET 120305021(| 200 OK | i2.cdn.turner.com | 5.9 KB | 198.78.208.254:80 | 56ms
GET 120222055: | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 5.2 KB | 198.78.208.254:80 | 57ms
GET 120304112: | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 5.8 KB | 198.78.208.254:80 | 57ms
GET 120305022! | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 3.9 KB | 198.78.208.254:80 | 57ms
GET 120228023! | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 4.9 KB | 198.78.208.254:80 | 75ms
GET 120305093(| 200 OK | i2.cdn.turner.com | 3.6 KB | 198.78.208.254:80 | 75ms
GET 120224122! | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 6.3 KB | 198.78.208.254:80 | 76ms
GET 120305103: | 200 OK | i2.cdn.turner.com | 7.6 KB | 198.78.208.254:80 | 75ms
GET site=cnn_in | 200 OK | ads.cnn.com | 6.4 KB | 157.166.226.207:80 | 368ms
GET advertiseme | 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 94 B | 192.221.106.126:80 | 38ms
GET 35x35_gene | 304 Not Modified | i.cdn.turner.com | 229 B | 192.221.106.126:80 | 37ms

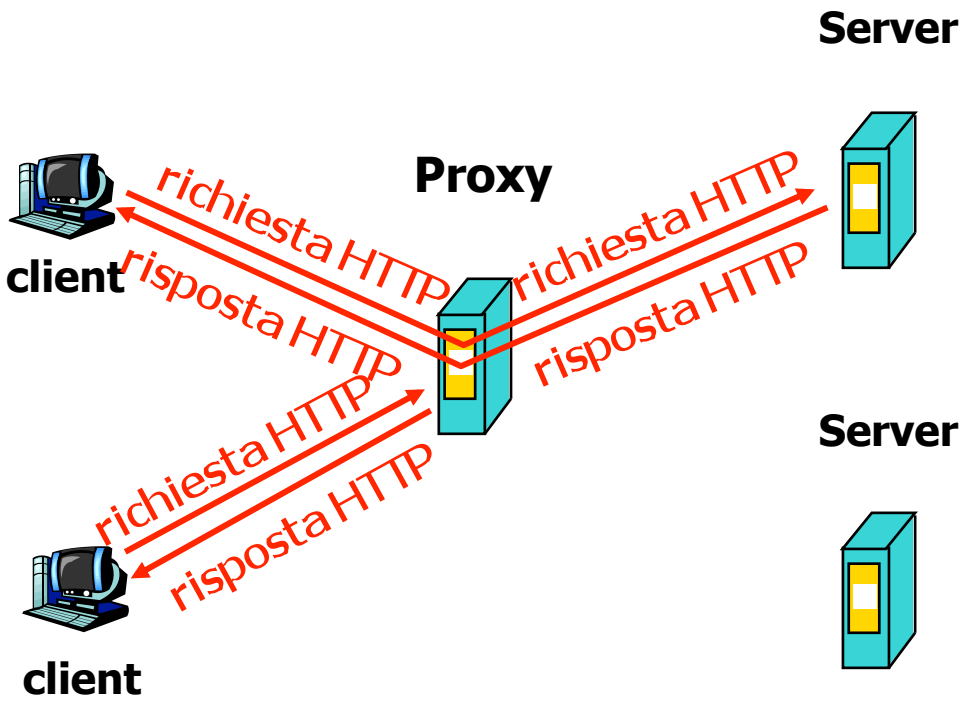
Server Proxy

Proxy:

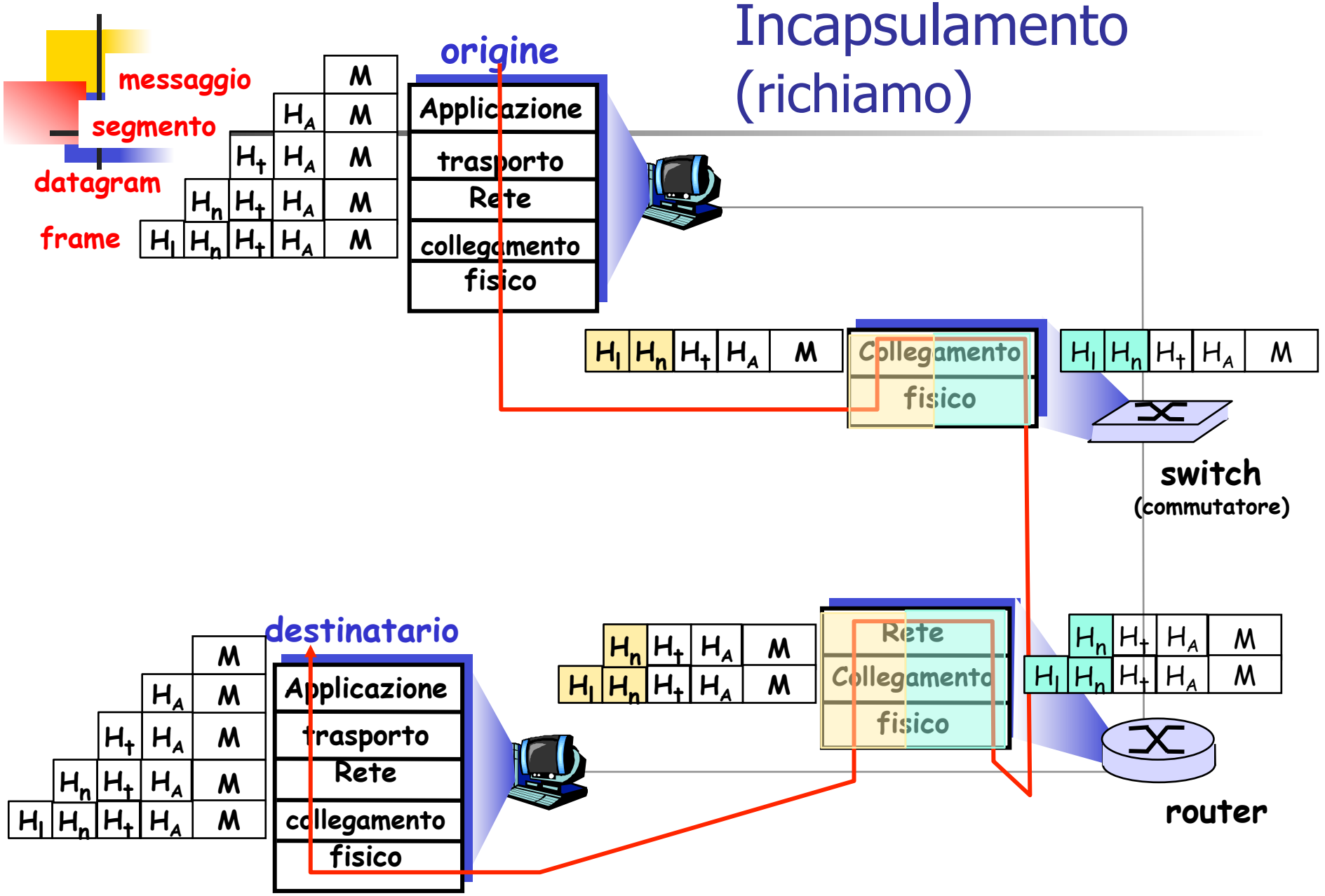
- interpone tra un client ed un server facendo da tramite tra i due
- inoltra le richieste e le risposte dall'uno all'altro

Obiettivo:

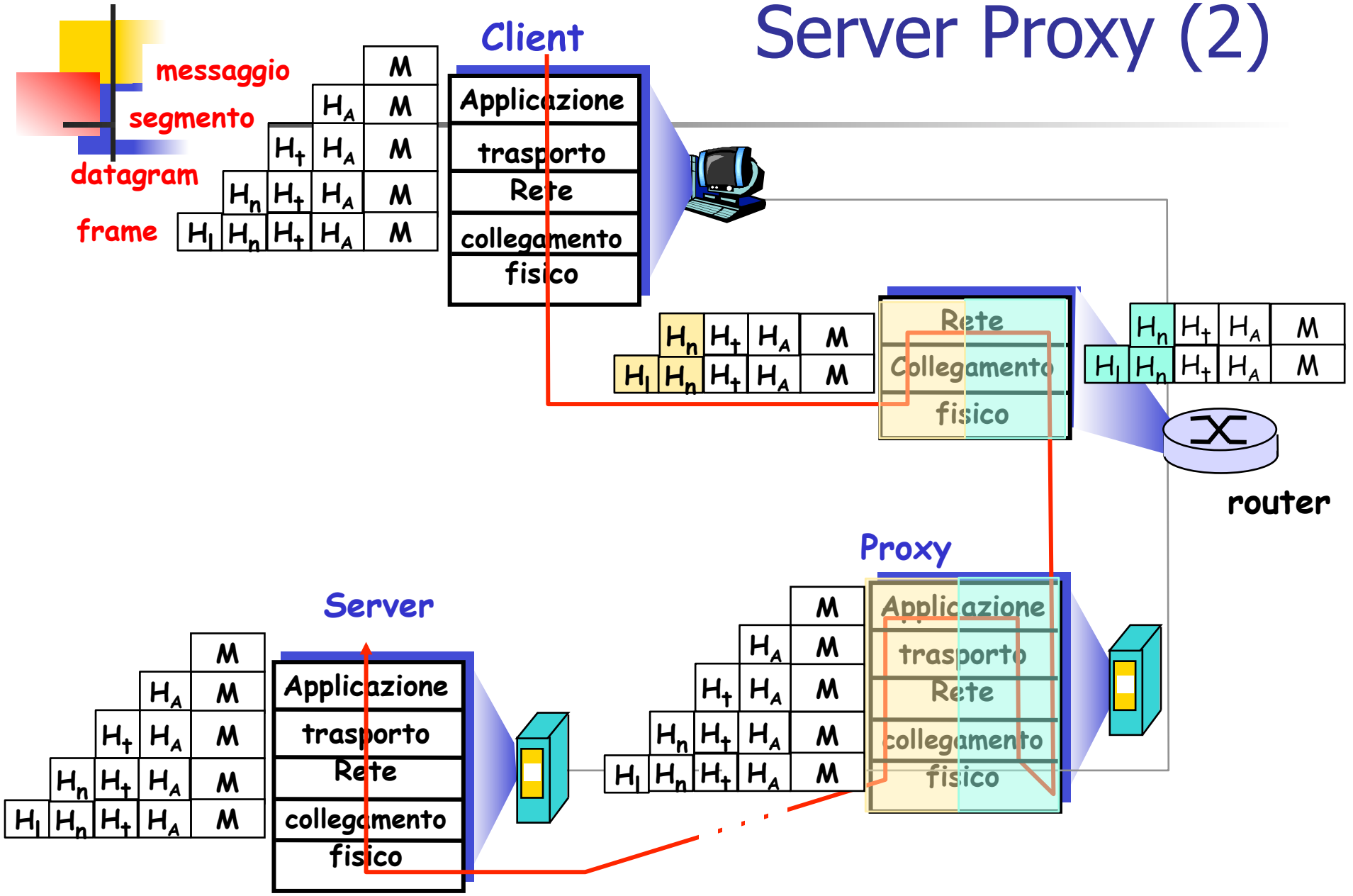
- Caching proxy
- Connettivita
- Controllo/filtraggio/ modifiche
- Privacy



Incapsulamento (richiamo)



Server Proxy (2)



Server Proxy (3)

- Richiesta senza Proxy

  GET /pub/WWW/TheProject.html HTTP/1.0

- Richiesta con Proxy

  GET http://www.w3.org/pub/WWW/TheProject.html HTTP/1.0

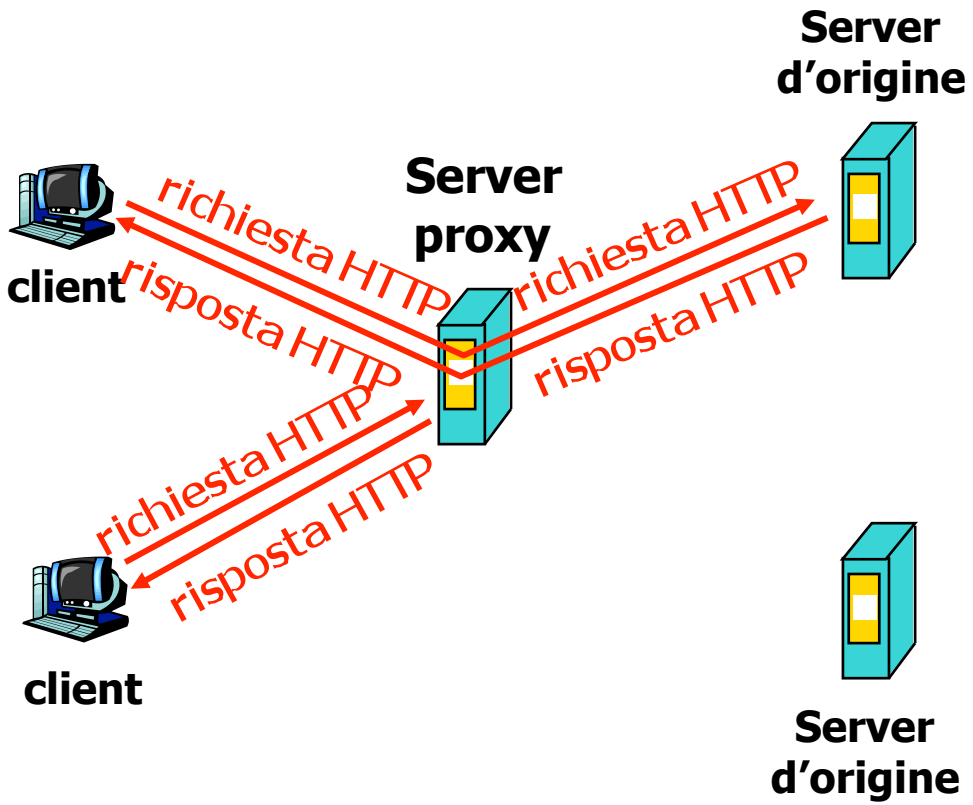
absolute URL

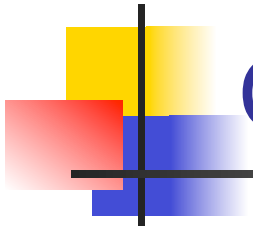
  - Absolute URL: necessario per aprire un connessione TCP verso il server nel Proxy

Cache web (proxy)

Obiettivo: soddisfare la richiesta del client senza coinvolgere il server d'origine

- L'utente configura il browser: accesso al Web tramite la cache
- Il browser trasmette tutte le richieste HTTP alla cache
  - oggetto nella cache: la cache fornisce l'oggetto
  - altrimenti la cache richiede l'oggetto al server d'origine e poi lo inoltra al client



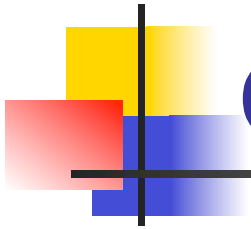


Cache web (continua)

- La cache opera come client e come server
- Tipicamente la cache è installata da un ISP (università, aziende o ISP residenziali)

Perché il web caching?

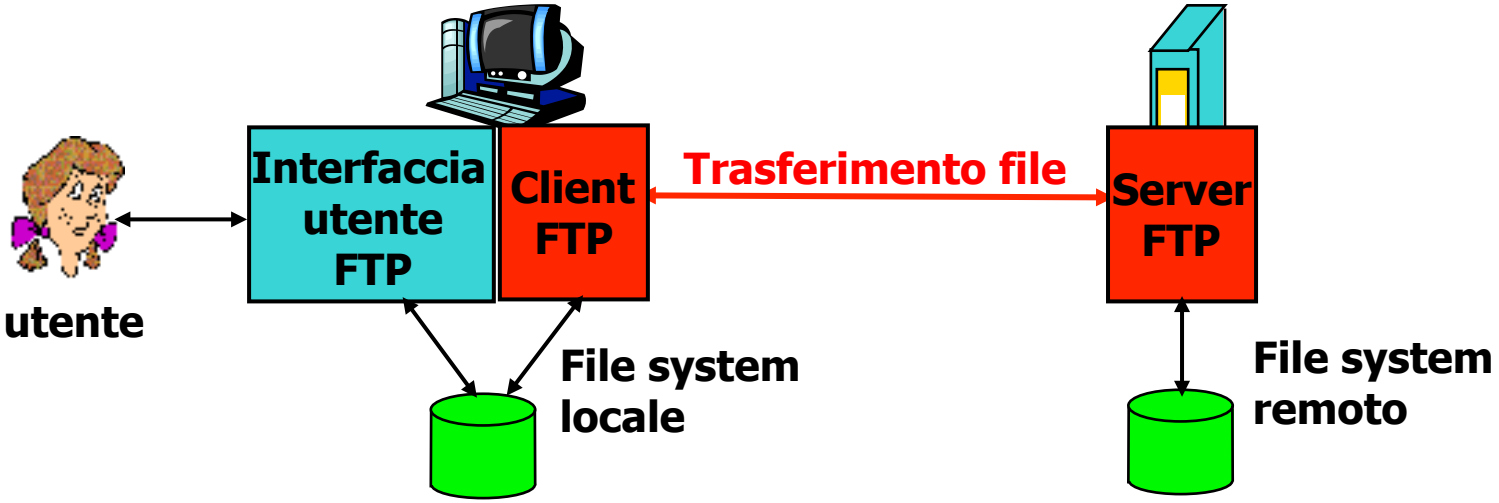
- Riduce i tempi di risposta alle richieste dei client
- Riduce il traffico sul collegamento di accesso (dell ISP) a Internet



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

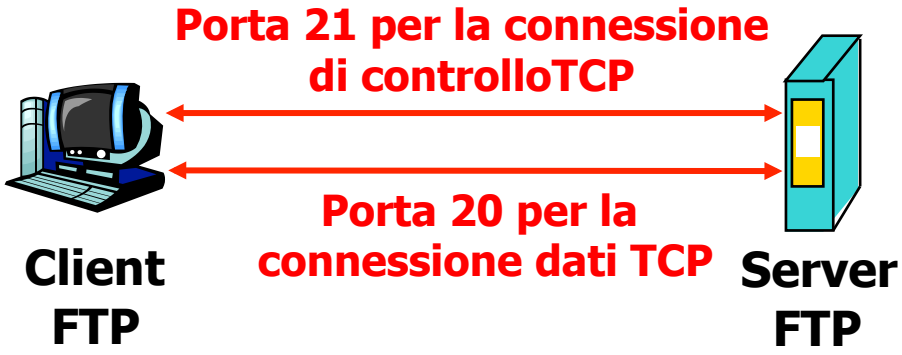
FTP: file transfer protocol



- Trasferimento file a/da un host remoto
- Modello client/server
  - *client:* il lato che inizia il trasferimento (a/da un host remoto)
  - *server:* host remoto
- ftp: RFC 959
- server ftp: porta 21

FTP: connessione di controllo, connessione dati

- Il client FTP contatta il server FTP alla 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



- **Il server apre una seconda connessione dati TCP per trasferire un altro file.**
- **Connessione di controllo: "fuori banda" (*out of band*)**
- **Il server FTP mantiene lo "stato": associare la connessione di controllo ad un utente e tenere traccia della directory corrente**

Comandi e risposte FTP

Comandi comuni:

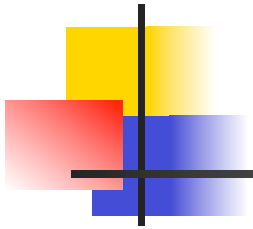
Inviati come testo ASCII sulla connessione di controllo

- **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

Codici di ritorno comuni:

Codice di stato ed espressione (come in HTTP)

- **331 Username OK, password required**
- **125 data connection already open; transfer starting**
- **425 Can't open data connection**
- **452 Error writing file**



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

Posta elettronica

Componenti principali:

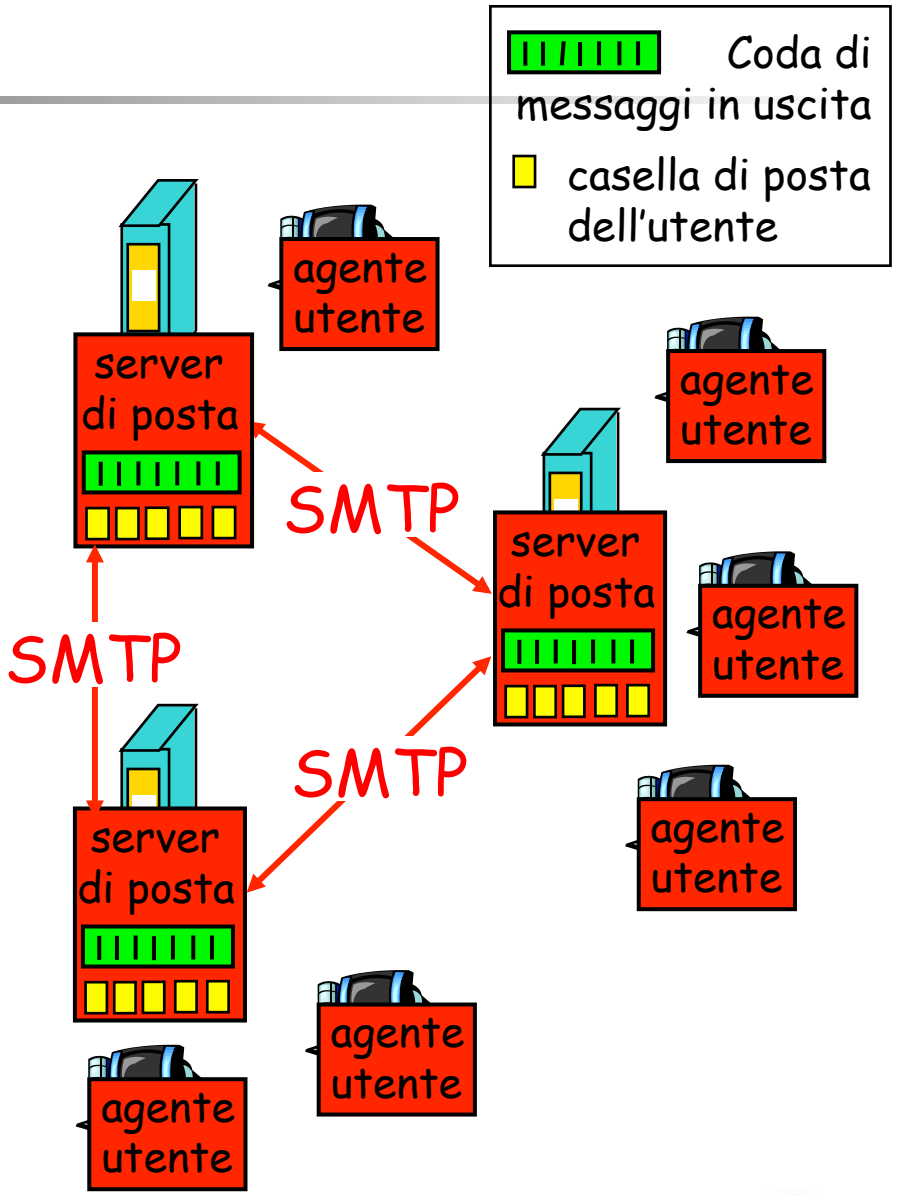
- agente utente
- server di posta

Protocolli principali:

- SMTP: Simple Mail Transfer Protocol
- POP3: Post Office Protocol
- IMAP: Internet Mail Access Protocol

Agente utente

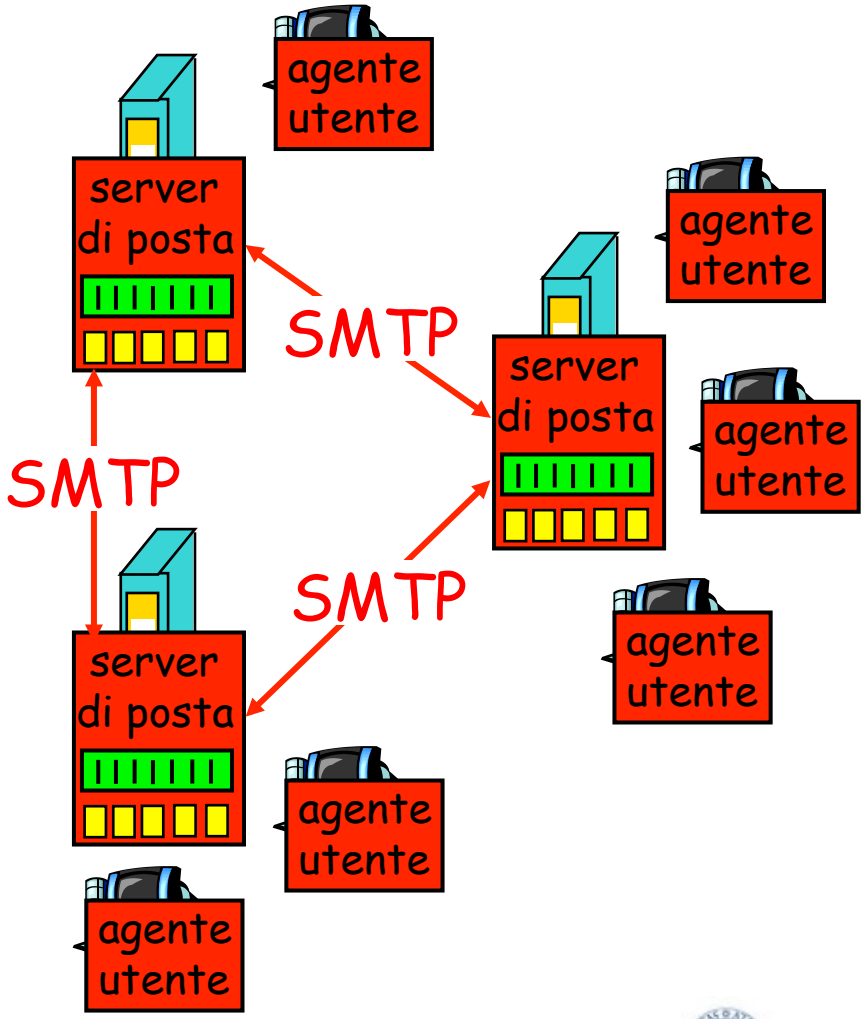
- detto anche "mail reader"
- composizione, editing, lettura dei messaggi di posta elettronica
- esempi:
  - Eudora, Outlook, Mozilla Thunderbird
  - pine, elm
  - Web browser!
- i messaggi in uscita o in arrivo sono memorizzati sul server

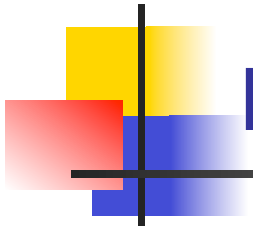


Posta elettronica: server di posta

Server di posta

- Casella di posta (*mailbox*) contiene i messaggi in arrivo per l'utente
- Coda di messaggi da trasmettere
- Protocollo SMTP tra server di posta per inviare messaggi di posta elettronica
  - client: server di posta trasmittente
  - "server": server di posta ricevente



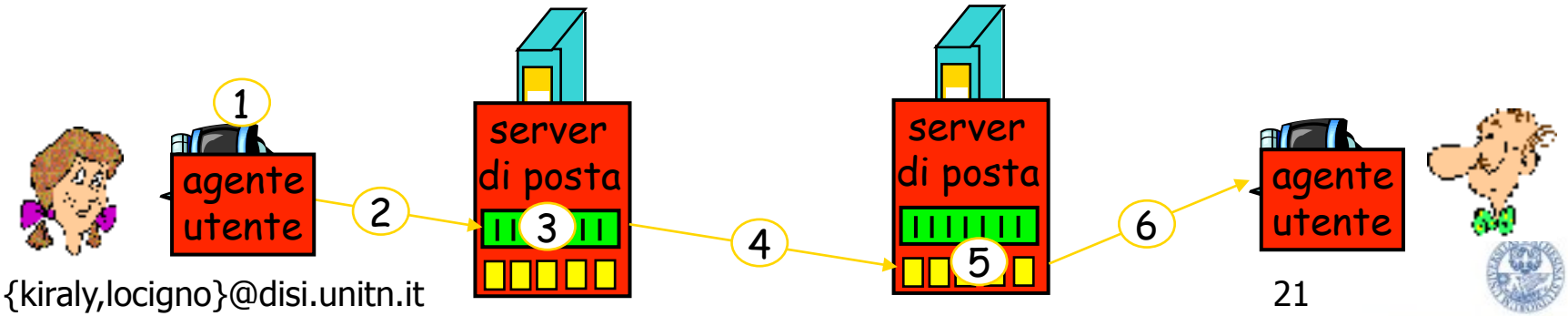


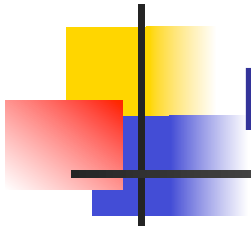
Posta elettronica: SMTP [RFC 2821]

- usa TCP per trasferire in modo affidabile i messaggi di posta elettronica dal client al server, porta 25
- trasferimento diretto: il server trasmittente al server ricevente (di solito)
- tre fasi per il trasferimento
  - handshaking (saluto)
  - trasferimento di messaggi
  - chiusura
- interazione comando/risposta
  - comandi: testo ASCII
  - risposta: codice di stato ed espressione
- i messaggi devono essere nel formato ASCII a 7 bit

Scenario: Alice invia un messaggio a Roberto

1) Alice usa il suo agente utente per comporre il messaggio da inviare "a" `rob@someschool.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 Roberto
4) Il client SMTP invia il messaggio di Alice sulla connessione TCP
5) Il server di posta di Roberto pone il messaggio nella casella di posta di Roberto
6) Roberto invoca il suo agente utente per leggere il messaggio





Esempio di interazione SMTP

```
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: <rob@hamburger.edu>
S: 250 rob@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
```

SMTP: note finali

- SMTP usa connessioni persistenti
- SMTP richiede che il messaggio (intestazione e corpo) sia nel formato ASCII a 7 bit
- Il server SMTP usa `CRLF.CRLF` per determinare la fine del messaggio

Confronto con HTTP:

- HTTP: pull
- SMTP: push
- Entrambi hanno un'interazione comando/risposta in ASCII, codici di stato
- HTTP: ciascun oggetto è incapsulato nel suo messaggio di risposta
- SMTP: più oggetti vengono trasmessi in un unico messaggio

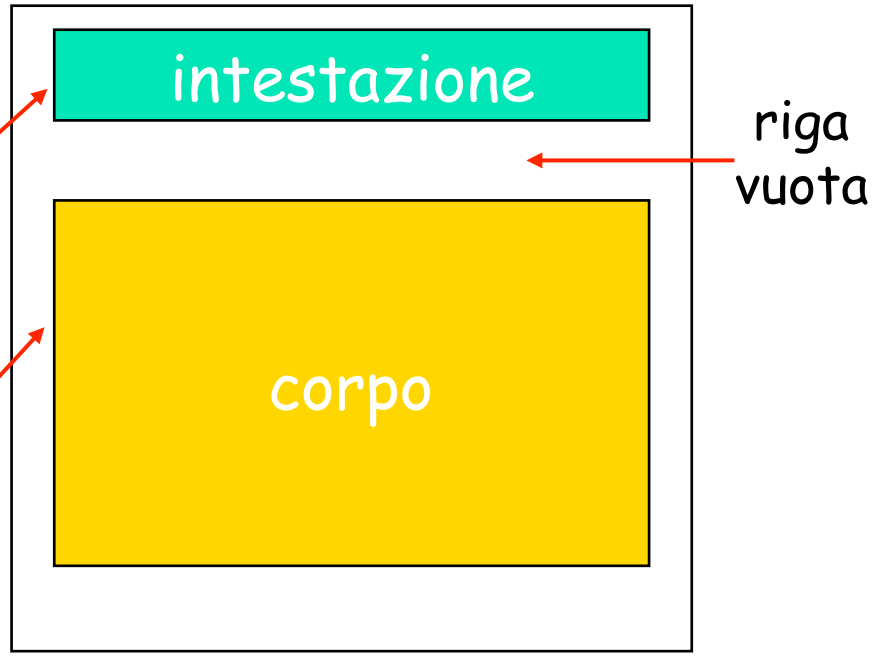
Formato dei messaggi di posta elettronica

SMTP: protocollo per scambiare messaggi di posta elettronica

RFC 822: standard per il formato dei messaggi di testo:

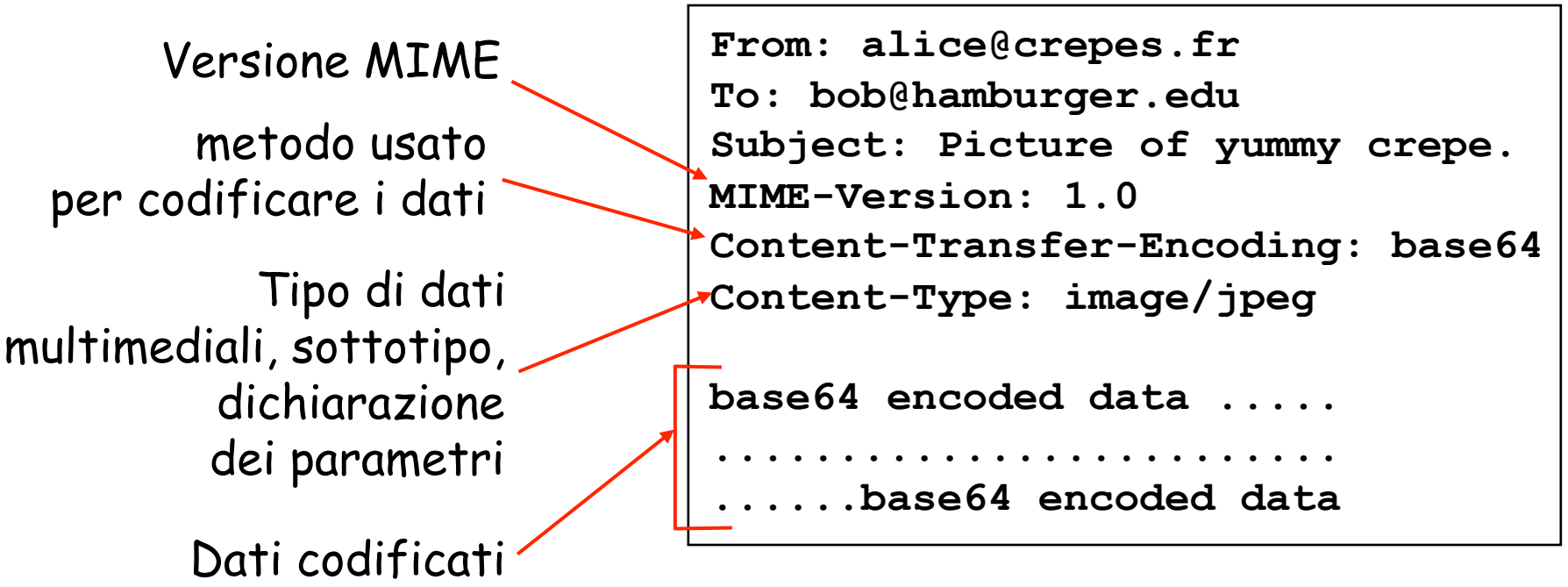
- Righe di intestazione, per esempio
  - To/A:
  - From/Da:
  - Subject/Oggetto:

  differenti dai comandi SMTP !
- corpo
  - il "messaggio", soltanto caratteri ASCII



Formato del messaggio: estensioni di messaggi multimediali

- MIME: estensioni di messaggi di posta multimediali, RFC 2045, 2056
- Alcune righe aggiuntive nell'intestazione dei messaggi dichiarano il tipo di contenuto MIME

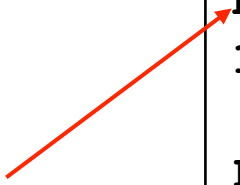


Messaggio ricevuto

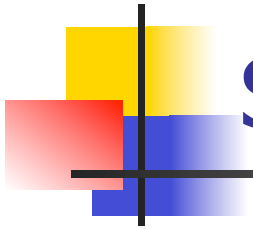
Chi ha inviato

Chi ha ricevuto

Quando



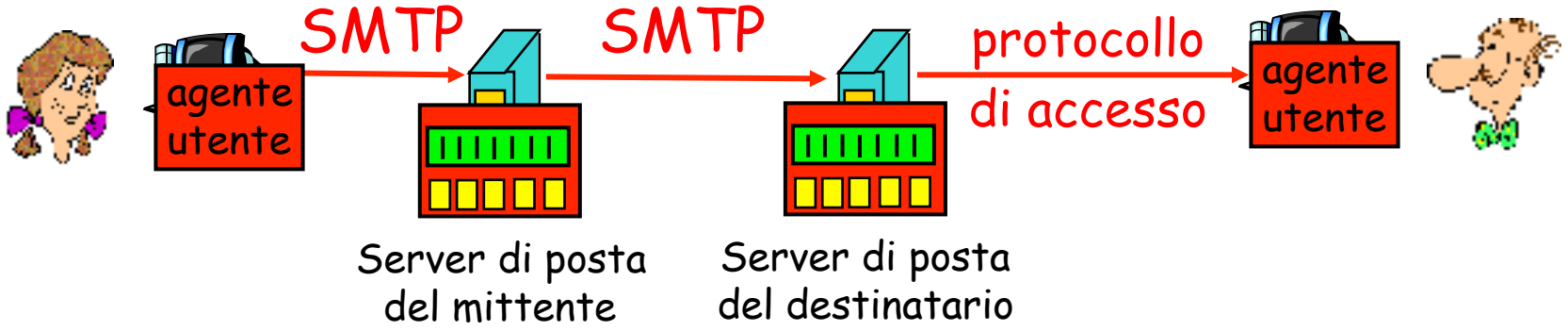
```
Received: from crepese.fr by hamburger.edu;
12 Oct 98 15:27:39 GMT

From: alice@crepes.fr
To: bob@hamburger.edu
Subject: Picture of yummy crepe.
MIME-Version: 1.0
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg

base64 encoded data .....
.........................
......base64 encoded data
```



SMTP demo

- **`telnet servername 25`**
- Server risponde con codice 220
- Utilizzando I comandi
  - HELO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA, QUIT
- potete mandare e-mail “a mano”

Protocolli di accesso alla posta



- SMTP: consegna/memorizzazione sul server del destinatario
- Protocollo di accesso alla posta: ottenere i messaggi dal server
  - (agente utente direttamente sul server di posta)
    - accesso diretto tramite il file system
  - POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
    - Porta 110
    - autorizzazione (agente <--> server) e download
  - IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
    - più funzioni (più complesse)
    - manipolazione di messaggi memorizzati sul server
  - HTTP: gmail, Hotmail , Yahoo! Mail, webmail UNITN, ecc.

Protocollo POP3

Fase di autorizzazione

- Comandi del client:
  - `user:` dichiara il nome dell'utente
  - `pass:` password
- Risposte del server
  - `+OK`
  - `-ERR`

Fase di transazione

- Comandi del client:
  - **list:** elenca i numeri dei messaggi
  - **retr:** ottiene i messaggi in base al numero
  - **dele:** cancella
  - **quit**

```
S: +OK POP3 server ready
C: user rob
S: +OK
C: pass hungry
S: +OK user successfully logged on
```

```
C: list
S: 1 498
S: 2 912
S: .
C: retr 1
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 1
C: retr 2
S: <message 1 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

POP3 (altro) e IMAP

Ancora su POP3

- Il precedente esempio usa la modalità "scarica e cancella"
- Roberto non può rileggere le e-mail se cambia client
- Modalità "scarica e mantieni": copia i messaggi su più client
- POP3 è un protocollo senza stato tra le varie sessioni

IMAP

- Mantiene tutti i messaggi in un unico posto: il server
- Consente all'utente di organizzare i messaggi in cartelle
- IMAP conserva lo stato dell'utente tra le varie sessioni:
  - I nomi delle cartelle e l'associazione tra identificatori dei messaggi e nomi delle cartelle