



Università degli Studi di Firenze



Dipartimento di Elettronica
e Telecomunicazioni

Corso di Laboratorio di Telematica - AA. 2002-2003

Franco Pirri, Maria Chiara Pettenati, Claudio Bizzarri, Maurizio Masseti

Lezione 5

Lo strato di applicazione

LIVELLO APPLICAZIONE

- ❑ **Compito**: definire i servizi attraverso cui l'utente utilizza la rete, con tutte le relative interfacce di accesso
- ❑ Servizi di utente
 - terminale virtuale, trasferimento di file, posta elettronica, servizi di directory, etc.
- ❑ Servizi di sistema operativo
 - risoluzione di nomi, localizzazione di risorse, sincronizzazione degli orologi tra sistemi diversi, controllo di diritti di accesso, etc.



Applicazioni di rete

- ❑ Programmi software che sono eseguiti all'interno dei terminali di una rete di calcolatori.
- ❑ Sono definiti **processi**.
- ❑ Nella comunicazione a livello applicativo fra 2 terminali in una rete di calcolatori, 2 o più processi girano su ciascuno degli host comunicanti e si scambiano **messaggi**.

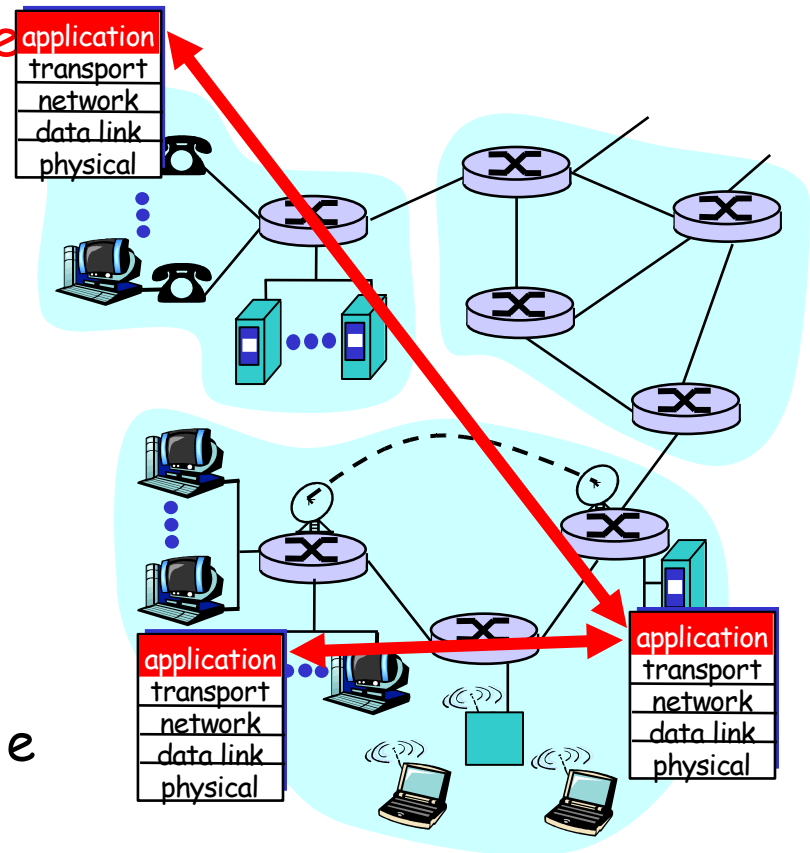
Le applicazioni ed i protocolli dello strato dell'applicazione

Applicazione: processi distribuiti che comunicano tra loro

- girano su host di rete
- Scambiano messaggi per implementare un'applicazione
- es., email, file transfer, Web

Protocolli dello strato applicazione

- definiscono formato e ordine dei messaggi scambiati tra applicazioni e le azioni da intraprendere in trasmissione e ricezione
- Sono "pezzi" dell'applicazione



Es. applicazioni di rete

Web

- ❑ Standard per il formato dei documenti
- ❑ Browser sul client
- ❑ Server Web
- ❑ Protocollo HTTP

Posta elettronica

- ❑ Standard per il formato dei messaggi
- ❑ Programmi di lettura/scrittura sul client
- ❑ Server di posta di Internet
- ❑ Protocollo SMTP

Protocollo dello strato Apps

- ❑ Definisce i tipi di messaggi scambiati (es: di richiesta e di risposta)
- ❑ la sintassi dei vari tipi di messaggio (i campi del messaggio)
- ❑ la semantica dei campi (significato)
- ❑ le regole per determinare quando e come un processo invia messg o risponde ai messg

Il paradigma client-server

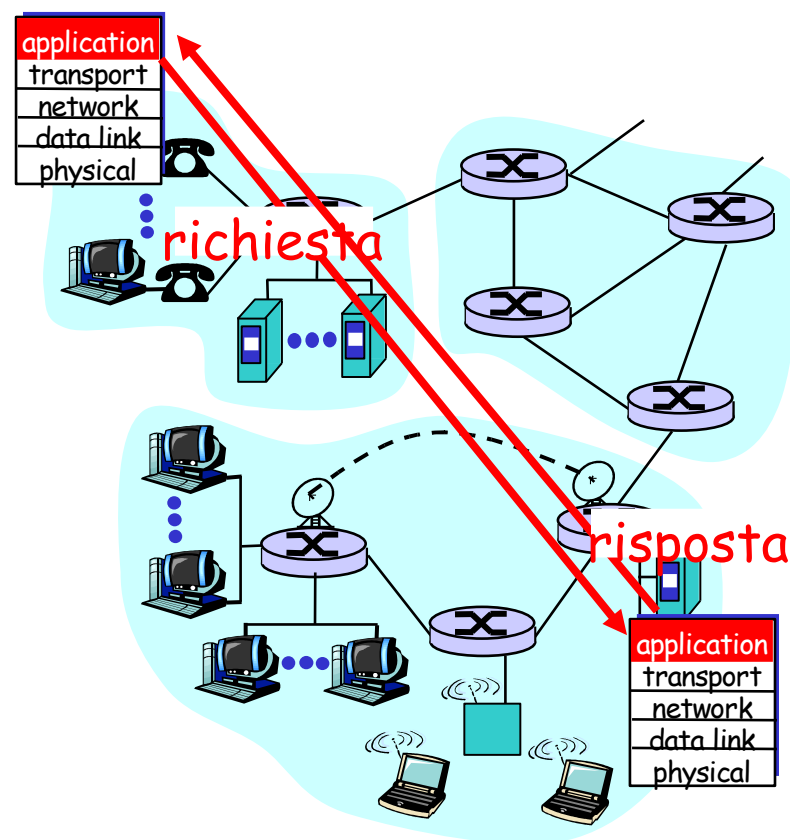
Le applicazioni di rete hanno tipicamente due elementi : il *client* e il *server*

Client:

- inizia il contatto con il server ("parla per primo")
- richiede tipicamente il servizio al server,
- per il Web, il client è implementato nel browser; per l'e-mail, nel mail reader

Server:

- fornisce al client il servizio richiesto
- es., i Web server inviano le pagine Web richieste, il mail server invia le e-mail



Applicazioni di rete: terminologia

- ❑ Un **processo** è un programma che gira su un host
- ❑ All'interno dello stesso host, due processi comunicano attraverso la **comunicazione inter-processo** definita dal sistema operativo
- ❑ I processi che girano su host differenti comunicano con un **protocollo dello strato applicazione**
- ❑ Un **agente di utente (user agent)** è un'interfaccia tra l'utente e l'applicazione di rete
 - Web: browser
 - E-mail: lettore di posta
 - streaming audio/video: media player

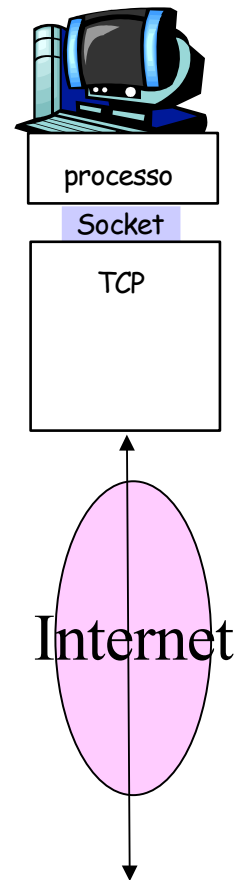
I protocolli dello strato applicazione

API: application programming interface

- ❑ definisce l'interfaccia di programmazione delle applicazioni
- ❑ socket: interfaccia tra gli strati dell'applicazione e di trasporto
 - Internet API
 - due processi comunicano mandando dati alla socket, e leggendoli da questa

Q: come fa un processo ad identificare un altro processo con cui vuole comunicare?

- **Indirizzi IP** degli host sui quali girano gli altri processi
- **"numero di porta"** - permette all'host ricevente di determinare a quale processo locale deve essere consegnato il messaggio



Indirizzamento

- ❑ Per la comunicazione tra processi sono necessari
 - indirizzo dell'host (mittente e destinazione)
 - in Internet indirizzi IP (32 bit)
 - identificatore del processo ricevente (porta) nell'host destinazione
 - porta di accesso (socket). È standard per i protocolli più comuni
 - definiti nelle RFC

Che tipo di trasporto è richiesto da un'applicazione?

Perdita dei dati

- ❑ alcune apps (es., audio) possono tollerare alcune perdite
- ❑ altre apps (es., file transfer, telnet) richiedono un trasferimento dati affidabile al 100%

Banda

- ❑ alcune apps (es. multimedia) richiedono una banda minima per essere efficaci
- ❑ altre apps ("elastic apps") usano la banda che trovano a disposizione

Timing

- ❑ alcune apps (es., teleconferenza, giochi interattivi) richiedono un basso ritardo per essere efficaci

Trasporto richiesto da comuni applicazioni

Applicazione	Perdita dati	Banda	Sensibilità al tempo
file transfer	ness. perdita	elastica	
e-mail	ness. perdita	elastica	no
Web documents	tollerante	elastica	no
real-time audio/video	tollerante	audio: 5Kb-1Mb	no
		video: 10Kb-5Mb	sì, 100's msec
stored audio/video	ness. perdita	come sopra	sì, few secs
interactive games	tollerante	da pochi Kbps	sì, 100's msec
financial apps	ness. perdita	elastica	sì e no

I servizi forniti dal protocollo di trasporto di Internet

Servizio TCP:

- ❑ *connection-oriented*: richiesto handshake tra client e server
- ❑ *trasporto affidabile* tra i processi mittente e destinatario
- ❑ *controllo di flusso*: il mittente non sommergerà il destinatario
- ❑ *controllo della congestione*: limita il mittente quando la rete è sovraccarica
- ❑ *non fornisce*: timing, banda minima garantita

Servizio UDP:

- ❑ trasferimento dati non affidabile tra mittente e destinatario
- ❑ non fornisce: setup della connessione, affidabilità, controllo di flusso, controllo della congestione, timing, o garanzia di banda

Apps Internet: i loro protocolli e protocolli di trasporto

Applicazione	Protocollo livello Apps	Protocollo trasporto sottostante
e-mail	smtp [RFC 821]	
remote terminal access	telnet [RFC 854]	TCP
Web	http [RFC 2068]	TCP
file transfer	ftp [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	proprietario (e.g. RealNetworks)	TCP TCP o UDP
Internet telephony	proprietario (e.g., Vocaltec)	TCP o UDP tipicamente UDP

Esempi di applicazioni di rete

- ❑ WEB
- ❑ Trasferimento File
- ❑ Posta Elettronica
- ❑ Sistema dei nomi di dominio (DNS)

Il Web: terminologia

□ Pagina Web:

- consiste di "oggetti"
- indirizzati da un URL (Uniform Resource Locator)

□ la maggior parte delle pagine Web è formata:

- pagine HTML base, e
- diversi oggetti referenziati (es immagini)

□ URL ha due componenti: il nome dell'host ed percorso all'interno dell'host

□ Lo User agent per il Web è chiamato

browser:

- MS Internet Explorer
- Netscape Communicator

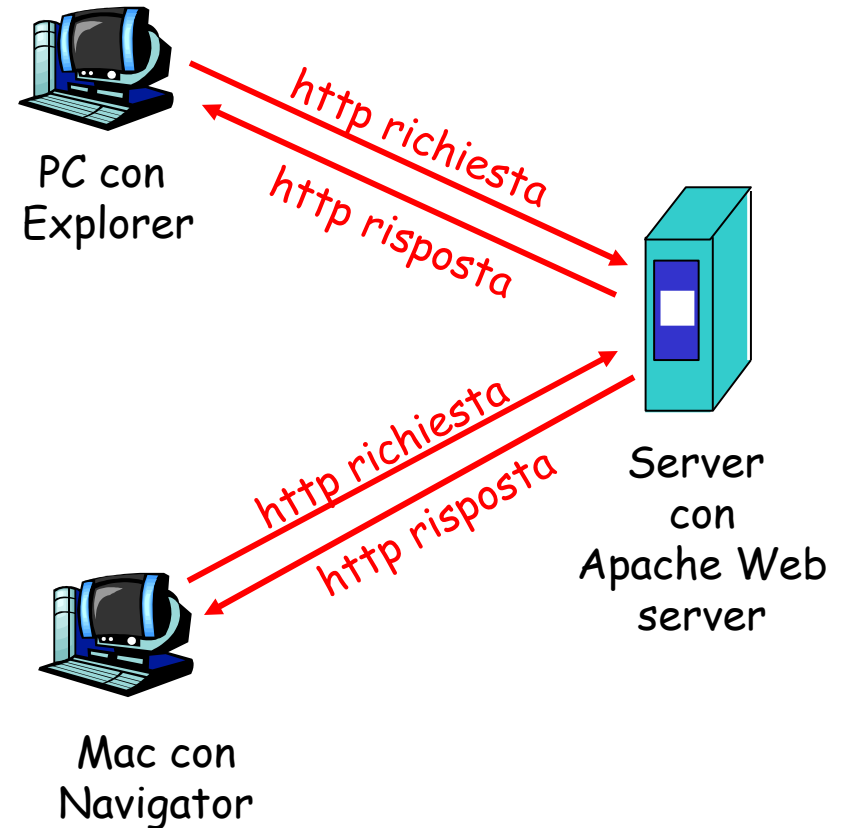
□ Il Server per Web è chiamato Web server:

- Apache (pubblico)
- MS Internet Information Server

Il Web: il protocollo http

http: hypertext transfer protocol

- ❑ è il protocollo dello strato di applicazione del Web
- ❑ modello client/server
 - *client*: browser che richiede, riceve e visualizza gli oggetti Web
 - *server*: Web server che invia oggetti in risposta ad una richiesta
- ❑ http1.0: RFC 1945
- ❑ http1.1: RFC 2616



Esempio http

Supponiamo che l'utente digiti l'URL

www.someSchool.edu/someDepartment/home.index

(contiene testo,
e riferimenti a
10 immagini jpg)

1a. Il client http inizia la
connessione TCP verso il
server http al
www.someSchool.edu. Socket
Porta 80 è default per il
server http .

1b. Il server http dell'host
www.someSchool.edu aspetta
le richieste di connessione TCP
connection alla porta 80.
"accetta" la connessione, e lo
notifica al client

2. Il client http invia un *messaggio
di richiesta http* (che contiene
l'URL) nel socket di
connessione TCP

3. Il server http riceve il msg di
richiesta, compila un
messaggio di risposta che
contiene l'oggetto richiesto
(someDepartment/home.index),
manda il messaggio nella
socket

tempo
↓

Esempio http (cont.)

4. Il server http chiude la connessione TCP

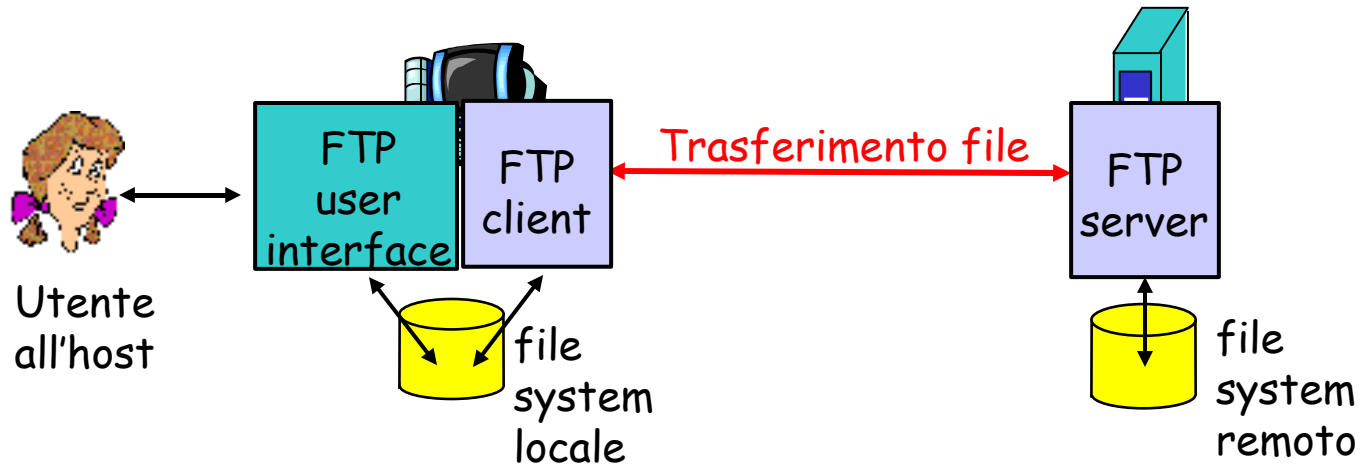
5. Il client http riceve il messaggio di risposta che contiene il file html e lo visualizza. Percorrendo il file trova il riferimento a 10 oggetti jpg

6. Ripete i passaggi da 1-5 per ognuno dei 10 oggetti jpg

http è "stateless"

- ❑ il server non mantiene alcuna informazione sulle richieste passate del client

ftp: the file transfer protocol



- ❑ Trasferisce i file a/da host remoti
- ❑ modello client/server
 - *client*: la parte che inizia il trasferimento
 - *server*: host remoto
- ❑ ftp: RFC 959
- ❑ ftp server: porta 21

ftp: connessione di controllo separata dalla connessione dati

- Il client ftp contatta il server ftp alla porta 21, specificando il TCP come protocollo di trasporto
- vengono aperte due connessioni TCP parallele :
 - di controllo: identificazione, scambio comandi, risposte tra client e server.
controlli "out of band"
 - per i dati: da e al server
- il server ftp mantiene lo "stato": directory attuale, autenticazione



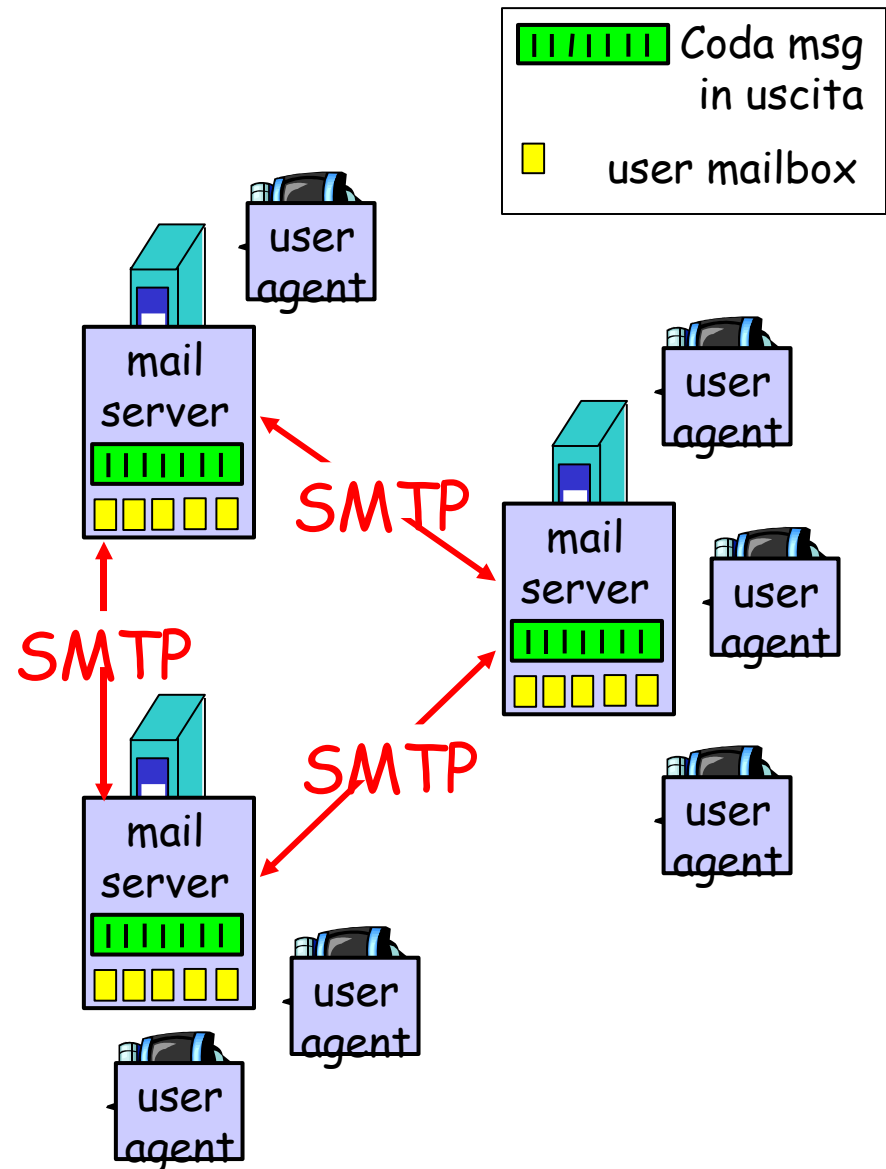
Electronic Mail

Tre componenti principali:

- agenti utente
- mail server
- simple mail transfer protocol: smtp

Agenti utente

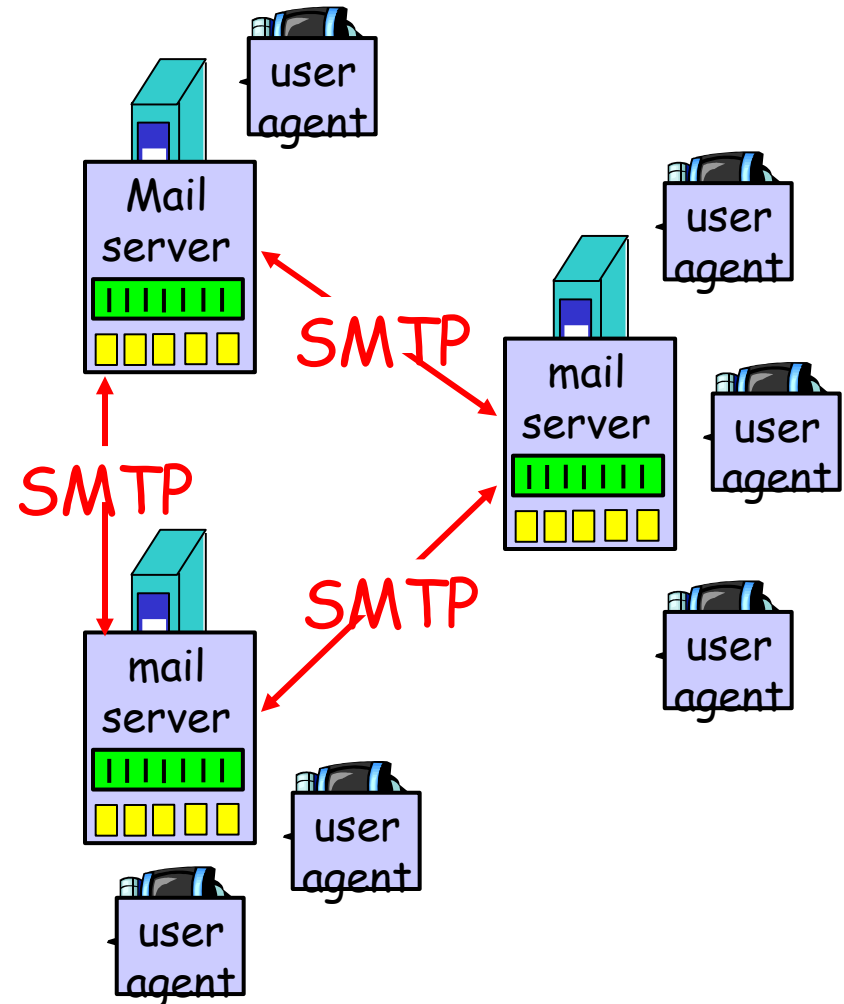
- detti anche "mail reader"
- per la composizione, editing, lettura di messaggi di posta
- es., Eudora, Outlook, elm, Netscape Messenger
- i messaggi in entrata ed uscita vengono archiviati sul server



Electronic Mail: mail servers

Mail Servers

- ❑ le **mailbox** contengono messaggi in ingresso (che devono ancora essere letti) per l'utente
- ❑ una **coda di messaggi** in uscita (che devono essere inviati)
- ❑ il **protocollo SMTP** per il dialogo tra mail servers allo scopo di scambiare messaggi
 - client: mail server che invia
 - "server": mail server che riceve



Esempio di scenario: Alice invia un messaggio di posta a Bob

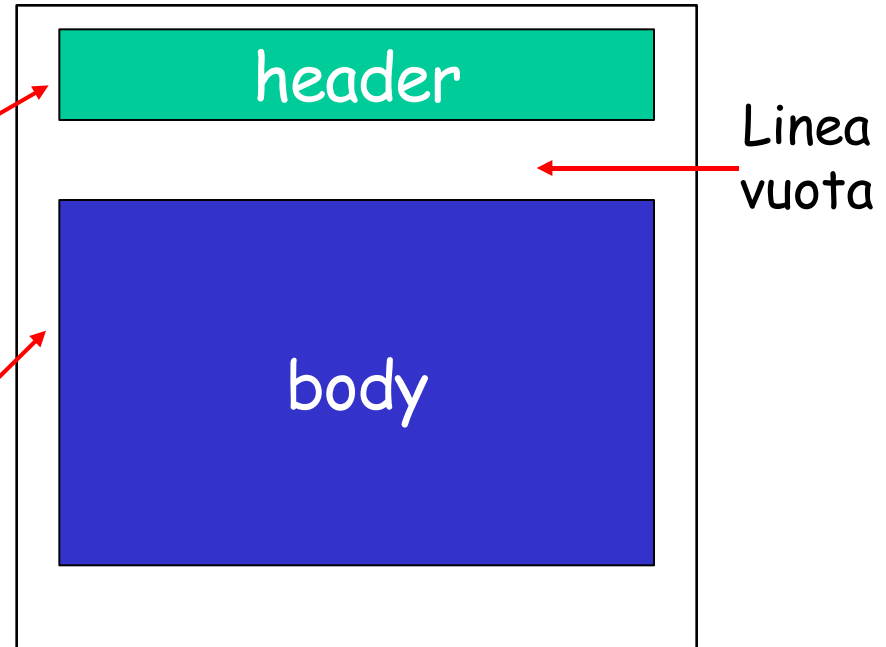
1. Alice per mezzo del suo mail user agent compone il messaggio. Alice fornisce all'user agent l'indirizzo di destinazione (quello di Bob)
2. L'user agent di Alice spedisce il messaggio al suo server di posta e il messaggio viene accodato in attesa di invio
3. Il lato client dell'SMTP sul server di posta di Alice vede il messaggio e apre una connessione TCP al server SMTP sul server di posta di Bob
4. L'SMTP client invia il messaggio nella connessione TCP
5. Sull'host del server di posta di Bob, il lato server dell'SMTP riceve il messaggio e lo colloca nella casella di posta di Bob
6. Bob, quando vuole, chiede al suo user agent di leggere il messaggio

Formato messaggi mail

SMTP: protocollo per lo scambio dei msgs

RFC 822: standard per il formato testo :

- ❑ linee intestazione, es.,
 - To:
 - From:
 - Subject:*che sono diversi dai comandi SMTP!*
- ❑ body
 - il "messaggio", solamente caratteri ASCII a 7 bit



Format dei messaggi: estensioni multimediali

- ❑ MIME: Multipurpose Internet Mail Extension, RFC 2045, 2046
- ❑ linee di intestazione aggiuntive per dichiarare il tipo di contenuti MIME

Versione MIME

metodo usato
per codifica dati

Dati multimediali
tipo, sottotipo,
dichiarazione parametri

Dati codificati

```
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
```

Tipi MIME

Content-Type: type/subtype; parameters

Specificano la natura dei dati nel corpo di un'entità MIME

Text

- esempi di subtypes: plain, html

Video

- esempi di subtypes: mpeg, quicktime

Image

- esempi di subtypes: jpeg, gif

Audio

- esempi di subtypes: basic (8-bit mu-law encoded), 32kadpcm (32 kbps coding)

Application

- altri dati che devono essere processati da un'applicazione prima di essere visualizzabili
- esempi di subtypes: msword, octet-stream (dati arbitrari binari)

Tipo "Multipart"

From: alice@crepes.fr
To: bob@hamburger.edu
Subject: Picture of yummy crepe.
MIME-Version: 1.0
Content-Type: multipart/mixed; boundary=98766789

--98766789

Content-Transfer-Encoding: quoted-printable
Content-Type: text/plain

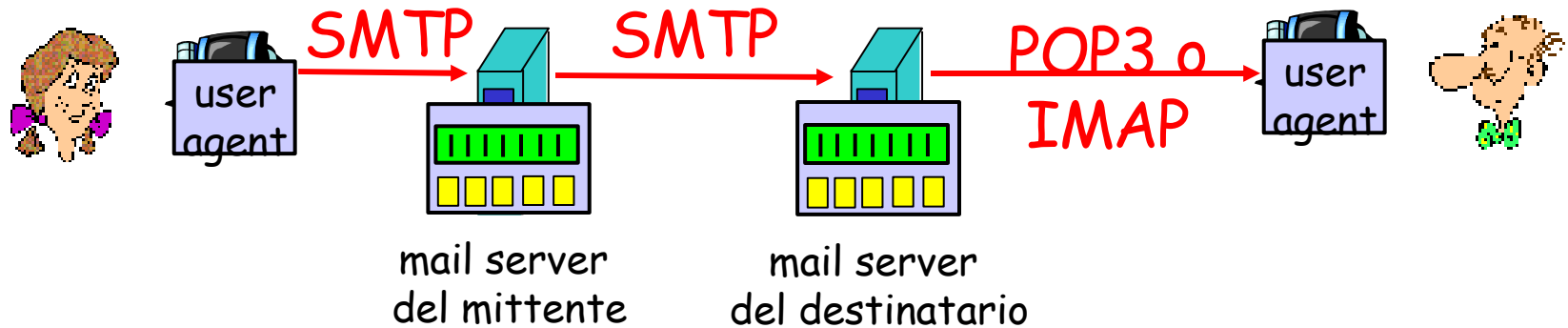
Dear Bob,
Please find a picture of a crepe.

--98766789

Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg

base64 encoded data
.....
.....base64 encoded data
--98766789--

Protocolli di accesso alla Mail



- ❑ SMTP: distribuisce/archivia nel mail server del destinatario
- ❑ protocollo di accesso alla Mail : recupero mail dal server
 - POP: Post Office Protocol [RFC 1939]
 - autorizzazione (agente <-->server) e download
 - IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]
 - più funzionalità (più complesso)
 - Manipolazione di msgss archiviati sul server
 - HTTP: Hotmail , Yahoo! Mail, etc.

POP3

- ❑ Si basa su 3 fasi:
 - Autorizzazione (user,pass)
 - Transazione (list, retr, dele, quit)
 - Aggiornamento

- ❑ Un POP3 user agent può essere configurato in 2 modalità:
 - Download and delete
 - Download and keep

DNS: Domain Name System

Le persone: hanno molti identificativi :

- nome, passaporto, codice fiscale, etc.

Internet hosts, routers:

- sono identificati da un indirizzo IP address (32 bit) - usato per inviare i datagrams
- "nome", es.,
gaia.cs.umass.edu -
usato dalle persone

Q: esiste una corrispondenza tra l'indirizzo IP ed il nome dell'host?

Domain Name System:

- *Database distribuito*
implementato gerarchicamente su diversi *name servers*
- *protocollo dello strato dell'applicazione (porta 53)*
host, routers, name servers comunicano per ottenere i nomi (indirizzi/traslazione dei nomi)

DNS name servers

Perchè non centralizziamo il DNS?

- ❑ Punto singolo di guasto
- ❑ Volume di traffico
- ❑ Database centralizzato distante
- ❑ Manutenzione

non è scalabile!

- ❑ Nessun server DNS contiene tutte le correlazioni nomi-indirizzi IP

local name servers:

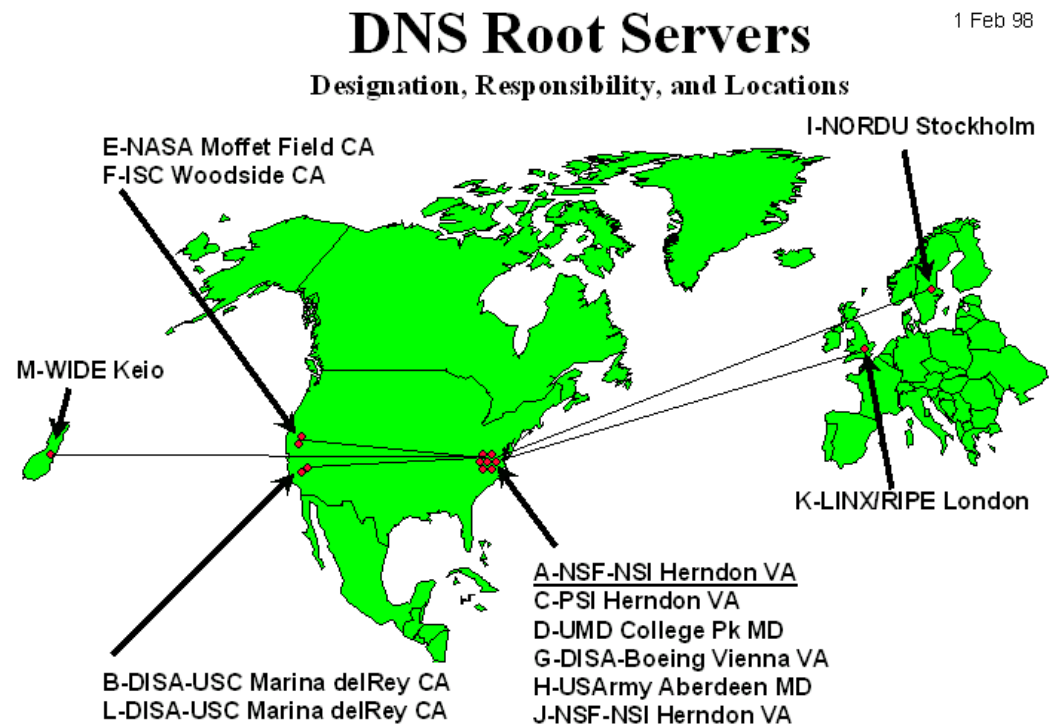
- ciascun ISP, compagnia ha un *local (default) name server*
- *Un host consulta per primo un local DNS*

authoritative name server:

- Un server assoluto per un host ha sempre un record che contiene la relazione hostname/indirizzo IP

DNS: Root name servers

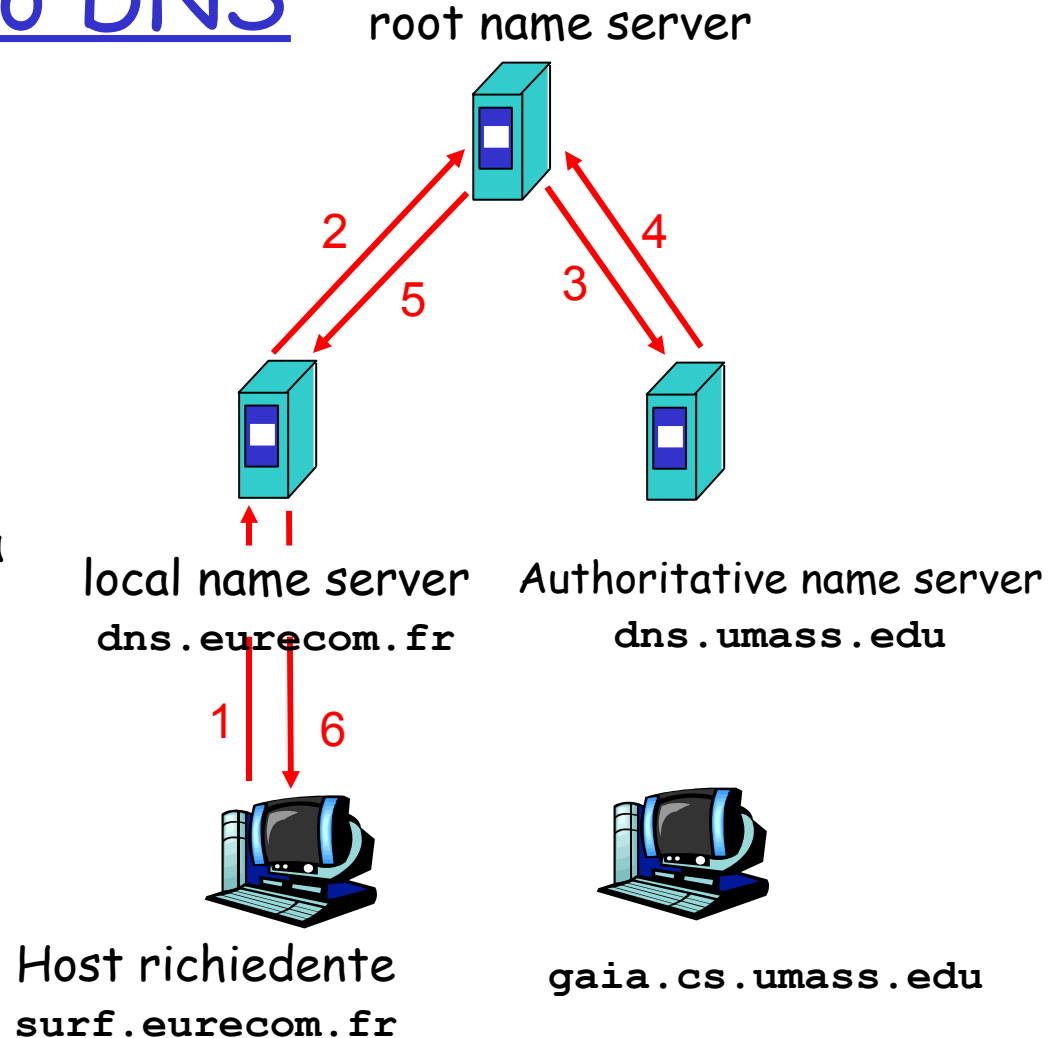
- ❑ Sono contattati dai local name server che non riescono a risolvere un nome
- ❑ root name server:
 - Contattano gli authoritative name server se non contengono una relazione
 - Ottengono la relazione
 - La passano al local name server
- ❑ ~ esistono dozzine di root name servers nel mondo



Semplice esempio DNS

host `surf.eurecom.fr`
desidera l' IP address di
`gaia.cs.umass.edu`

1. Contatta il suo local DNS server, `dns.eurecom.fr`
2. `dns.eurecom.fr` contatta un root name server, se necessario
3. root name server contatta un authoritative name server, `dns.umass.edu`, se necessario



L'Universita' di Firenze impone il proprio copyright su tutti i documenti pubblicati sul sito:

<http://mmedia5.det.unifi.it>

E' pertanto vietata la riproduzione o la copia totale o parziale dei documenti per qualunque scopo e con qualunque mezzo o supporto, anche telematico.

In deroga a quanto sopra, e' permessa la consultazione a distanza dei documenti tramite una rete di comunicazione, per il solo uso personale. La memorizzazione, su qualunque supporto, e' ammessa solo per quanto necessario o implicito durante la consultazione remota. Ogni copia cosi' creata sara' distrutta immediatamente dopo la consultazione.

Tuttavia l'Universita' di Firenze consente la circolazione dei documenti a scopo educativo o scientifico.

Questo puo' avvenire a titolo oneroso o gratuito a seconda dei casi. La disponibilita' di una licenza d'uso per un particolare documento e' sempre segnalata da un riferimento, contenuto nel documento stesso, ad un file specifico, che contiene la licenza d'uso. Il file e' di solito denominato "license.txt".

Ogni uso non espressamente autorizzato dai termini della licenza d'uso e' espressamente vietato.

Gli studenti dell'Universita' di Firenze sono autorizzati ad usare il contenuto del sito a titolo gratuito a fini didattici e personali durante tutto il percorso di studio.

The Universita' di Firenze mantains all rights on all documents published on the WEB site:

<http://mmedia5.det.unifi.it>

Therefore, partial or total copy or reproduction of any such document is forbidden. Remote consultation by electronic communication is allowed for personal use only. Memorization on any support is allowed only during remote consultation, and only if required or implied in the remote consultation. Any copy created during the remote consultation will be destroyed immediately after remote consultation ends.

Nevertheless, Universita' di Firenze allows free circulation of a document for educational or scientific purposes. License availability is always signalled by a reference in the document, usually to a file named "license.txt". Licence may be free or with cost, as specified in the license.

Any use, not specifically authorized by the license clauses is forbidden.

Students of the Universita' di Firenze are permitted to free use of the site content in connection with their studies at the university.

LICENZA SOFTWARE DELL'UNIVERSITA' DI FIRENZE

Versione 1.1, Settembre 2002 - Copyright (C) 2002 Universita' di Firenze - Via S. Marta 3, 50139 Firenze - ITALIA

Tutti i diritti sono riservati.

Questo documento puo' essere liberamente copiato e distribuito da chiunque, ma a nessuno e' permesso di cambiarlo in alcun modo.

Preambolo

Il copyright imposto sui documenti pubblicati sul sito MMEDIA5.DET.UNIFI.IT ha lo scopo di consentire la libera circolazione del lavoro a scopo educativo, mantenendo pero' il doveroso riconoscimento agli autori delle varie parti. Si vuole, inoltre, consentire l'ulteriore distribuzione del lavoro sotto qualunque forma, anche con modifiche, mettendo pero' il successivo ricevente in grado di conoscere da chi il materiale sia stato originariamente scritto e da chi rivisto o modificato. Per questo, si impone il Copyright su tutto il materiale, ma si concede gratuitamente licenza per l'uso e l'ulteriore distribuzione, con la possibilita' di modificare il materiale, purché vengano seguite le regole scritte più avanti.

Il diritto di cui sopra e' concesso con la restrizione che il materiale modificato e redistribuito sia soggetto alle stesse restrizioni del materiale originario, e che la distribuzione avvenga a titolo gratuito o con la sola copertura delle spese vive con un piccolo margine per le spese generali di distribuzione. Inoltre, la re-distribuzione del materiale o la distribuzione di materiale modificato dovranno essere fatte in modo da garantire che ulteriori distribuzioni vengano fatte mantenendo le condizioni originarie.

Ogni utente di MMEDIA5 potra' proporre all'Universita' di Firenze la pubblicazione di documenti in MMEDIA5. Scrivere a: fpirri@ing.unifi.it
Tali documenti saranno soggetti ai termini qui specificati. Le condizioni per la licenza di pubblicazione e modifica sono riportate di seguito.

LICENZA PER IL MATERIALE "MMEDIA5"

CONTENUTO NEL SITO WEB "MMEDIA5.DET.UNIFI.IT" CONDIZIONI PER L'USO, LA MODIFICA E LA DISTRIBUZIONE

1.- Questa licenza e' applicabile al materiale contenuto nel sito WEB del Laboratorio di Tecnologia della Telematica, Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni dell'Universita' di Firenze, via di S. Marta 3, 50139 Firenze - Italia (attualmente con indirizzo internet: <http://mmedia5.det.unifi.it/>) che riporta al suo interno un avviso o legame con un file contenente la presente licenza. In questa licenza, con MMEDIA5 si intende un qualunque documento originariamente presente nel sito. Per "documento derivato" si intende ogni documento che contenga porzioni oppure un intero documento MMEDIA5, con o senza modifiche, con o senza traduzioni in altra lingua, con o senza variazioni di supporto di memorizzazione o stampa; in questa licenza ogni documento di questo tipo e' indicato come "documento derivato". Per licenziatario si intende qualunque persona o organizzazione che copia, consulta, legge, memorizza su un qualunque supporto, produce o distribuisce a terzi un MMEDIA5 o un documento derivato. Per UNIVERSITA' si intende l'Universita' di Firenze.

2.-Un licenziatario puo' copiare, consultare, leggere, memorizzare su un qualunque supporto, produrre e distribuire a terzi un MMEDIA5, purché su ogni copia, produzione, esibizione o distribuzione sia evidenziato il copyright originario, il ricevente sia adeguatamente informato della provenienza del materiale e dell'esistenza di questa licenza e questa licenza sia inserita indivisibilmente e senza modifica alcuna assieme all'MMEDIA5.

L'eventuale cessione o distribuzione devono essere a titolo gratuito. E' comunque ammessa l'imposizione di un rimborso delle spese legate al supporto fisico di memorizzazione dello MMEDIA5, con un piccolo margine per il recupero delle spese generali legate alla riproduzione fisica.

3.- Il licenziatario puo' produrre documenti derivati, ai sensi dell'articolo 1, e distribuirli a terzi purché siano rispettate tutte le seguenti condizioni:

3.1- ogni documento derivato deve riportare chiaramente la data e l'autore delle modifiche effettuate;

3.2- il licenziatario deve assicurare che ogni documento derivato sia sottoposto alla stessa licenza del documento originario, così che la terza parte ricevente sia impegnata a sua volta negli stessi termini di questa licenza;

3.3- ogni documento derivato deve riportare, all'inizio e in buona evidenza questa licenza o un legame ad un file che la contiene, e il file deve essere distribuito indivisibilmente dal documento derivato;

4.- Al licenziatario e' espressamente vietato copiare, consultare, leggere, memorizzare su un qualunque supporto, produrre e distribuire a terzi un MMEDIA5, se non nelle forme e nei modi previsti in questa licenza. Ogni forma di inosservanza di questa norma comporta l'immediata revoca di ogni diritto concesso con questa licenza.

5.- L'uso di materiale soggetto a Copyright senza un esplicito assenso del proprietario del Copyright e' proibito dalla legge. L'UNIVERSITA' pone come prerequisito per ogni uso di MMEDIA5 l'accettazione di questa licenza. Quindi, e' fatto espresso divieto, a chiunque non intenda accettare i termini di questa licenza, di usare MMEDIA5 in alcun modo. Peraltro, non e' richiesta alcuna forma di accettazione esplicita della licenza, l'uso di MMEDIA5 costituisce implicita accettazione e conferisce al licenziatario tutti i diritti qui espressi.

6.- Ogni volta che MMEDIA5 od un documento derivato vengono distribuiti, al ricevente e' automaticamente estesa questa licenza. Al licenziatario non e' permesso imporre altri obblighi sul ricevente oltre la presente licenza. In ogni caso il licenziatario non e' considerato responsabile dell'uso che il ricevente fa di MMEDIA5.

7.- Se per qualunque motivo, compresi regolamenti o leggi dello Stato, non e' possibile per il licenziatario imporre questa licenza, o parti di essa, al ricevente, allora il licenziatario non puo' distribuire MMEDIA5, ne' parti di esso, ne' documenti derivati, in alcun modo.

8.- L'UNIVERSITA' potra' pubblicare revisioni di questa licenza. Le nuove versioni avranno intendimenti simili, ma potranno differire nei dettagli per far fronte a nuove situazioni. Ogni nuova versione avra' un proprio numero distintivo e sara' applicata ai documenti MMEDIA5 da allora pubblicati.

9.- Usi di MMEDIA5 diversi da quanto sopra specificato potranno essere autorizzati dall'UNIVERSITA'. Queste autorizzazioni non comporteranno variazioni per i licenziatari preesistenti.

10.- Essendo la licenza gratuita, l'UNIVERSITA' fornisce MMEDIA5 così come si trova, e non assume alcuna garanzia di esattezza dei contenuti, o di adeguatezza a qualsiasi scopo. Inoltre, le singole parti di MMEDIA5 sono espressione dei vari autori o revisori menzionati e non espressione dell'UNIVERSITA', non comportano ne' implicano accettazione del contenuto da parte dell'UNIVERSITA'.