

II Livello Applicazione

Principali Obiettivi:

Aspetti concettuali + implementativi dei protocolli di rete del livello applicazione

paradigma client server

Modelli di servizio

Impareremo a conoscere i protocolli esaminando alcuni famosi protocolli del livello applicazione

Altri obiettivi

protocolli specifici:

http

ftp

smtp

pop

dns

Programmazione di applicazioni di rete

socket programming

II Livello Applicazione 1

Applicazioni e protocolli application-layer

Applicazioni: processi distribuiti ed intercomunicanti

che girano sugli host della rete nello "user space"

Scambiano messaggi per implementare le app

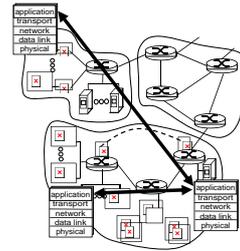
Per es., email, file transfer, il Web

Protocolli Application-layer

Un "pezzo" di una appl.

Definiscono i messaggi scambiati dalle appl. e le azioni da intraprendere

I servizi utente sono forniti dai livelli inferiori



II Livello Applicazione 2

Applicazioni di Rete: "gergo"

Un processo è un programma che sta girando su di un host.

Sullo stesso host, due processi comunicano mediante la comunicazione interprocesso definita dal S.O.

Processi che girano su host differenti comunicano mediante un protocollo application-layer

Uno user agent è una interfaccia tra lo user e l' applicazione di rete.

Web: browser

E-mail: mail reader

streaming audio/video:

media player

II Livello Applicazione 3

II paradigma client-server

La tipica network app ha due componenti: client/ server

Client:

Avvia il contatto con il server ("parla per primo")

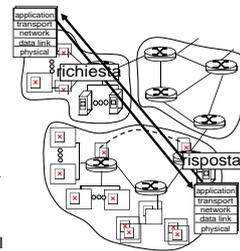
Tipicamente richiede servizio dal server,

Nel Web, il client è implementato nel browser; per l'e-mail, nel mail reader

Server:

Fornisce il servizio richiesto al client

Per es., il Web server invia la pagina Web richiesta, il mail server consegna l'e-mail



II Livello Applicazione 4

Protocolli application-layer (cont).

API: application programming interface definisce l'interfaccia tra l'applicazione e il livello transport

socket: Internet API

due processi comunicano inviando dati nel socket, e leggendo dati dal socket (socket=presa di corrente)

... ma su questo diremo molto di più in futuro.

D: Come fa un processo ad "identificare" l'altro processo con il quale vuole comunicare?

Indirizzo IP dell'host che fa girare l'altro processo

Un "port number" - consente all'host in ricezione di determinare a quale processo locale va consegnato il messaggio

II Livello Applicazione 5

Che tipo di transport service è necessario per una applicazione?

Perdita di Dati

Alcune applicazioni (per es., audio) possono tollerare alcune perdite

Altre applicazioni (per es., ftp, telnet) richiedono un trasferimento dati affidabile al 100%

Larghezza di Banda

Alcune appl. (per es., quelle multimediali) richiedono un ammontare minimo di banda per "funzionare"

Altre ("appl.elastiche") fanno uso dell'ammontare di banda disponibile

Tempificazione

Alcune appl. (per es., la telefonia Internet, I giochi interattivi) richiedono un ritardo piccolo per "funzionare"

II Livello Applicazione 6

Requisiti per il servizio di Transport di alcune applicazioni comuni

Applicazione	Perdita Dati	Bandwidth	Time Sensitive
file transfer	nessuna	elastica	no
e-mail	nessuna	elastica	no
Pagine Web	nessuna	elastica	no
real-time audio/video	ammissibile	audio: 5Kb-1Mb video: 10Kb-5Mb	si, 100's msec
stored audio/video	ammissibile	Come sopra	si, pochi sec
Giochi interattivi	ammissibile	pochi Kbps up	si, 100's msec
Appl. finanziarie	nessuna	elastica	si e no

Il Livello Applicazione 7

Servizi forniti dai protocolli di Trasporto di Internet

servizio TCP:

connection-oriented: setup richiesto tra client e server
trasporto affidabile tra mittente e destinatario
controllo del flusso: il mittente non sovraccarica il ricevente
Controllo della congestione: il mittente viene limitato quando la rete è sovraccarica
Non fornisce: tempificazione, garanzie sulla banda minima

servizio UDP:

Trasferimento dati inaffidabile tra mittente e destinatario
Non fornisce: setup della connessione, affidabilità, controllo del flusso e della congestione, tempificazione o garanzie sulla banda

D: Ma allora? Perché c'è un UDP?

Il Livello Applicazione 8

Applicazioni Internet: protocolli e protocolli di trasporto

Applicazione	protocollo di applicazione	Protocollo trasporto sottostante
e-mail	smtp [RFC 821]	TCP
remote terminal access	telnet [RFC 854]	TCP
Web	http [RFC 2068]	TCP
file transfer	ftp [RFC 959]	TCP
streaming multimedia	proprietario (per es., RealNetworks)	TCP or UDP
remote file server	NSF	TCP or UDP
Internet telephony	proprietario (per es., Vocaltec)	typically UDP

Il Livello Applicazione 9

Il Web: "gergo"

pagina Web :
Consiste di "oggetti"
Indirizzata da una URL

La maggioranza delle pagine Web hanno:
una pagina HTML di base e
oggetti referenziati nella pagina.

Una URL ha due componenti: l'host name e il path name:

www.someSchool.edu/someDept/pic.gif

Lo User agent del Web è detto browser:

MS Internet Explorer
Netscape Communicator

Il server del Web è detto Web server:

Apache (public domain)
MS Internet Information Server

Il Livello Applicazione 10

Il Web: protocollo http

http: hypertext transfer protocol

Il protocollo di applicazione del Web

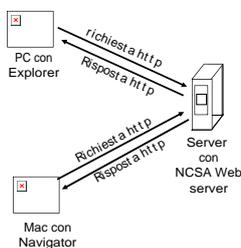
Modello client/server

client: il browser che richiede, riceve e "visualizza" gli oggetti Web

server: il Web server invia gli oggetti in risposta a richieste

http 1.0: RFC 1945

http 1.1: RFC 2068



Il Livello Applicazione 11

Ancora sull' http

http: servizio di trasporto TCP :

Il client avvia una connessione TCP (crea un socket) con il server, sulla porta 80

Il server accetta la connessione TCP dal client
Vengono scambiati messaggi http (messaggi del protocollo application-layer) tra il browser (http client) ed il Web server (http server)
La connessione TCP viene chiusa

L'http è "stateless"

Il server non mantiene informazioni sulle precedenti richieste del client

osservazione
I Protocolli che mantengono uno "stato" sono complessi!
Occorre conservare la storia passata
In caso di crash del server/client, gli "stati" possono essere inconsistenti

Il Livello Applicazione 12

Un esempio http

Supponiamo che lo user digiti una URL (contiene testo, e riferimenti a 10 immagini jpeg)

www.someSchool.edu/someDepartment/home.index

- 1a. Il client http avvia la connessione TCP col server http server (un processo) al www.someSchool.edu. La porta 80 è il default per il server http.
- 1b. Il server http sull'host www.someSchool.edu è in attesa di connessioni TCP sulla porta 80. "accetta" la connessione, notifica il client http.
2. Il client http invia un request message http (contenente la URL) nel socket TCP
3. Il server http riceve il request message, forma un response message che contiene l'oggetto richiesto (someDepartment/home.index), invia il messaggio nel socket

tempo

Il Livello Applicazione 13

Un esempio http (cont.)

5. Il client http riceve il response message contenente un file html, visualizza l'html. Analizzando il file html file, trova 10 riferimenti ad oggetti jpeg
6. Vengono ripetuti gli step 1-5 per ciascuno dei 10 oggetti jpeg
4. Il server http chiude la connessione TCP.

tempo

Il Livello Applicazione 14

Connessioni non-persistenti e persistenti

<p>Non-persistenti</p> <p>HTTP/1.0</p> <p>Il server analizza le richieste, risponde e chiude la connessione TCP</p> <p>2 RTT per estrarre ogni oggetto</p> <p>Ogni oggetto soffre dello slow start</p>	<p>Persistenti</p> <p>default per HTTP/1.1</p> <p>Sulla stessa connessione TCP il server analizza la richiesta, risponde, analizza la nuova richiesta...</p> <p>Il Client invia le richieste per tutti gli oggetti referenziati appena riceve il file base HTML.</p> <p>Meno RTT e meno slow start.</p>
---	--

Ma la maggior parte dei browser 1.0 usano Più connessioni TCP in parallelo.

Il Livello Applicazione 15

Formato del messaggio http : request

due tipi di messaggi http: request, response

http request message:
ASCII (formato leggibile)

```

request line (comandi GET, POST, HEAD)
  GET /somedir/page.html HTTP/1.0
  User-agent: Mozilla/4.0
  Accept: text/html, image/gif, image/jpeg
  Accept-language: fr
  
```

Carriage return, line feed (extra carriage return, line feed)

Indica la fine del messaggio

Il Livello Applicazione 16

formato generale del request message:

method	sp	URL	sp	version	cr	lf	request line
header field name	:	value	cr	lf	} header lines		
header field name	:	value	cr	lf			
header field name	:	value	cr	lf			
cr	lf	Entity Body					

Il Livello Applicazione 17

formato del messaggio http: response

Linea di stato (protocol status code status phrase)

```

HTTP/1.0 200 OK
Date: Thu, 06 Aug 1998 12:00:15 GMT
Server: Apache/1.3.0 (Unix)
Last-Modified: Mon, 22 Jun 1998 .....
Content-Length: 6821
Content-Type: text/html
  
```

dati, per es. Il file html richiesto

data data data data data ...

Il Livello Applicazione 18

status codes dell'http response

Prima linea nel messaggio di risposta server->client.
Alcuni codici di esempio:

- 200 OK**
Richiesta accettata, segue l'oggetto richiesto
- 301 Moved Permanently**
Oggetto richiesto spostato, segue la nuova posizione (Location:)
- 400 Bad Request**
Il messaggio di richiesta non è stato compreso dal server
- 404 Not Found**
Documento richiesto non trovato su questo server
- 505 HTTP Version Not Supported**

Il Livello Applicazione 19

Provate l'http (client side) voi stessi

1. Fate Telnet al vostro sito Web favorito:

```
telnet www.eurecom.fr 80
```

Apri la connessione TCP alla porta 80 sul sito www.eurecom.fr. Qualsiasi cosa digitata viene inviata alla porta 80 di www.eurecom.fr

2. Digitate una GET:

```
GET /-ross/index.html HTTP/1.0
```

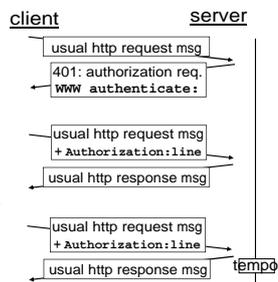
Digitando questo (battete carriage return due volte), inviate una Richiesta GET minima (ma completa) all'http server

3. Osservate il response message inviato dal server http!

Il Livello Applicazione 20

Interazione user-server: autenticazione

Obiettivo dell'autenticazione: controllare l'accesso ai documenti del server
stateless: il client deve richiedere l'autorizzazione per ciascuna richiesta
autorizzazione: tipicamente nome, password
authorization: linea di header nella richiesta
Se non viene presentata l'autorizzazione, il server rifiuta l'accesso e invia WWW authenticate: come header

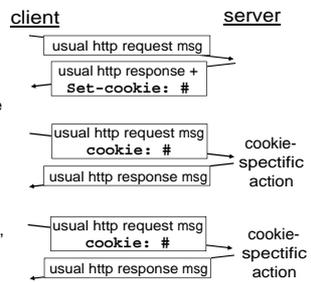


Il Browser mette nella cache il nome & password così che l'utente non deve digitarle ripetutamente.

Il Livello Applicazione 21

Interazione user-server: cookies

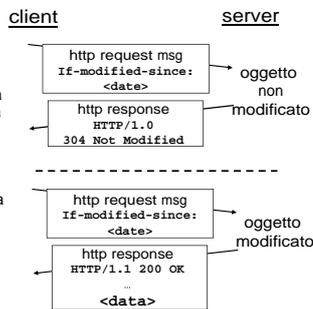
Il server invia "cookie" al client nel msg di risposta
set-cookie: 1678453
Il client utilizza i cookie nelle richieste successive
cookie: 1678453
Il server confronta i cookie presentati con le info memorizzate
autenticazione
Preferenze dello user, scelte precedenti



Il Livello Applicazione 22

Interaz. user-server: GET condizionale

Obiettivo: non inviare oggetto se il client già possiede una versione aggiornata nella cache
client: specifica la data della cached copy nella richiesta
http If-modified-since: <date>
server: la risposta non contiene oggetti se la copia nella cache è aggiornata:
HTTP/1.0 304 Not Modified



Il Livello Applicazione 23

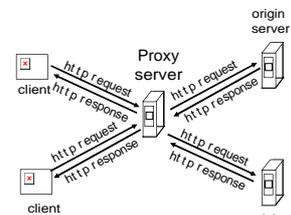
Web Caches (proxy server)

Obiettivo: soddisfare le richieste del client senza coinvolgere il server originale

Lo user configura il browser: accesso Web via web cache

Il client invia tutte le richieste http alla web cache

Se l'oggetto è nella web cache, la web cache lo ritorna immediatamente in una http response
Altrimenti richiede l'oggetto dal server originale e poi ritorna l'http response al client

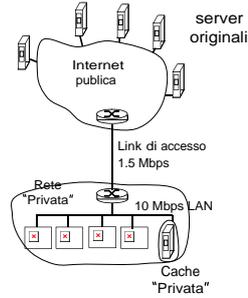


Il Livello Applicazione 24

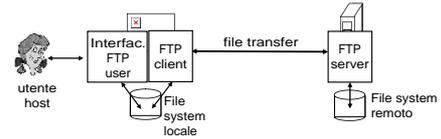
Perchè Web Caching?

Ipotesi: la cache è "vicina" al client (per es., nella stessa rete)
 Tempo di risposta inferiore
 Diminuzione del traffico verso server distanti

i link al di fuori della rete privata/ISP locale sono spesso dei colli di bottiglia



ftp: protocollo trasferimento file



trasferisce file da/per host remoti

modello client/server

client: lato che avvia il trasferimento (sia da che per il remoto)

server: host remoto

ftp: RFC 959

ftp server: porta 21

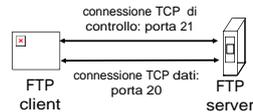
ftp: separa connessioni dati e controllo

L'ftp client contatta l'ftp server alla porta 21, specificando il TCP come protocollo di trasporto

Apertura di due connessioni TCP parallele:

controllo: scambio di comandi, risposte tra client, server.
 dati: I dati del file da/per il server

L'ftp server mantiene uno "stato": la dir corrente, precedenti autenticazioni



ftp: comandi e risposte

Esempi di comandi:

Inviati come ASCII text sul control channel

USER *username*

PASS *password*

LIST ritorna la lista dei file nella dir corrente

RETR *filename* ritorna (preleva) file

STOR *filename*

memorizza (invia) file sull'host remoto

Esempi di codici di ritorno

status code e frase (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

Posta Elettronica

Tre componenti principali:
 user agents
 mail servers
 simple mail transfer protocol: smtp

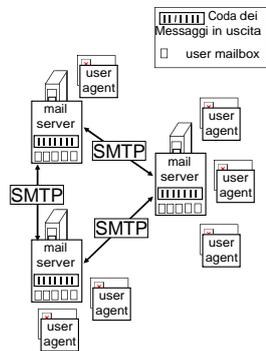
User Agent

il "mail reader"

Composizione, editing, lettura dei messaggi

Per es., Eudora, Outlook, elm, Netscape Messenger

I messaggi in uscita ed in ingresso sono memorizzati sul server



Posta Elettronica: I mail servers

Mail Servers

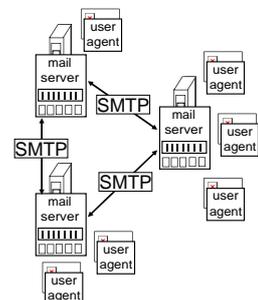
Mailbox: contiene i messaggi in arrivo (ancora da leggere) per lo user

Coda di messaggi in uscita: contiene i messaggi da inviare

Smtp: protocollo tra mail servers per inviare i messaggi di email

client: server di invio della mail

server: server di ricezione della mail



Posta Elettronica : smtp [RFC 821]

Usa il tcp per trasferire affidabilmente msg di email dal client al server, porta 25
Trasferimento: dal server di invio a quello di ricezione
Trasferimento a tre fasi
handshaking (saluti)
Trasferimento di messaggi
chiusura
Interazione comando/risposta
comandi: testo ASCII
risposte: codici di stato e frase
I messaggi dovevano essere in 7-bit ASCII

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: <bob@hamburger.edu>
S: 250 bob@hamburger.edu ... Recipient ok
C: DATA
S: 354 Enter mail, end with "." on a line by itself
C: Do you like ketchup?
C: How about pickles?
C: .
S: 250 Message accepted for delivery
C: QUIT
S: 221 hamburger.edu closing connection
```

Provate l'smtp interaction da soli:

`telnet servername 25`
Osservate la reply 220 dal server
Digitare i comandi HELO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA, QUIT
In questo modo è possibile inviare una email senza usare l'email client

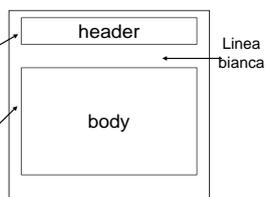
smtp: conclusioni

smtp usa connessioni persistenti
smtp richiede che il corpo del messaggio (header & body) sia in 7-bit ascii
Certe stringhe di caratteri non sono permesse nel messaggio (per es., CRLF.CRLF). Così il messaggio deve essere codificato (usualmente sia in base-64 o nel quoted printable)
L' smtp server usa CRLF.CRLF per determinare la fine del message

Comparazione con l' http
http: pull (tira)
email: push (spingi)
Ambedue hanno interazione comando/risposta in ASCII, status codes
http: ogni oggetto è incapsulato nel suo proprio response message
smtp: oggetto multipli inviati in un messaggio multipart

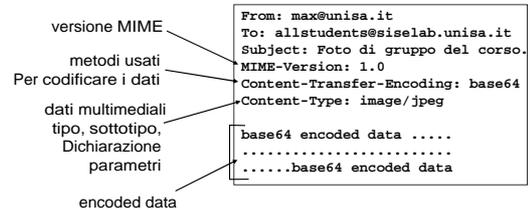
Formato del messaggio di mail

smtp: protocollo per scambiare msg di email
RFC 822: standard per il formato messaggio di testo:
header lines, per es.,
To:
From:
Subject:
Diversi dai comandi smtp!
corpo
Il "messaggio", solo caratteri ASCII



Formato messaggio: estensioni multimediali

MIME: multimedia mail extension, RFC 2045, 2056
Linee aggiuntive nel msg header per dichiarare il tipo di contenuto MIME



tipi MIME

Content-Type: type/subtype; parameters

Text

Esempi di subtypes:
plain, html

Image

Esempi di subtypes: jpeg, gif

Audio

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

Video

Esempi di subtypes:
mpeg, quicktime

Application

Altri dati che devono essere elaborati dal prima di essere "visualizzabili"

Esempi di subtypes:
mword, octet-stream

Multipart Type

```
From: max@unisa.it
To: allstudents@siselab.unisa.it
Subject: Foto di gruppo del corso.
MIME-Version: 1.0
Content-Type: multipart/mixed; boundary=98766789
```

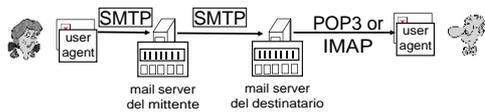
```
--98766789
Content-Transfer-Encoding: quoted-printable
Content-Type: text/plain
```

Cari Ragazzi,
In allegato trovate una foto di gruppo del nostro corso.

```
--98766789
Content-Transfer-Encoding: base64
Content-Type: image/jpeg
```

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

Protocolli di accesso Mail



SMTP: consegna/memorizzazione al server del destinatario

Protocollo di accesso alla Mail: recupero dal server

POP: Post Office Protocol [RFC 1939]

- autorizzazione (agent <->server) e download

IMAP: Internet Mail Access Protocol [RFC 1730]

- Maggiori caratteristiche (e complessità)
- Manipolazione dei messaggi archiviati sul server

HTTP: Hotmail, Yahoo! Mail, etc.

protocollo POP3

fase di autorizzazione

comandi del client:

user: declare username

pass: password

risposte del server:

+OK

-ERR

fase di transazione, client:

list: elenca i messaggi

retr: recupera i messaggi dal loro numero

dele: delete

quit

```
S: +OK POP3 server ready
C: user colace
S: +OK
C: pass abbassoilprof
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 2 contents>
S: .
C: dele 2
C: quit
S: +OK POP3 server signing off
```

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.