Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”
Facoltà di Ingegneria

Il protocollo HTTP

Corso di Sistemi Distribuiti

Valeria Cardellini
Anno accademico 2008/09

Caratteristiche del protocollo HTTP

- Scambio di messaggi di richiesta e risposta
  - Transazione HTTP o Web
- Protocollo stateless
- Basato sul meccanismo di naming degli URI per identificare le risorse Web
- Metadati sulla risorsa
  - Informazioni *sulla* risorsa (ma *non* parte della risorsa) incluse nei trasferimenti; ad esempio:
    - Dimensione della risorsa
    - Tipo della risorsa (ad es. text/html)
      - MIME per classificare il formato dei dati
    - Data dell’ultima modifica della risorsa

Versioni del protocollo

- HTTP/1.0
  - Versione (quasi) definitiva nel 1996
  - Riferimento: RFC1945 (HTTP/1.0)
  - In precedenza HTTP/0.9 (implementato nel 1990, descritto nel 1992)
- HTTP/1.1
  - Versione (quasi) definitiva nel 1999
  - Riferimento: RFC2616 (HTTP/1.1)

Messaggi HTTP

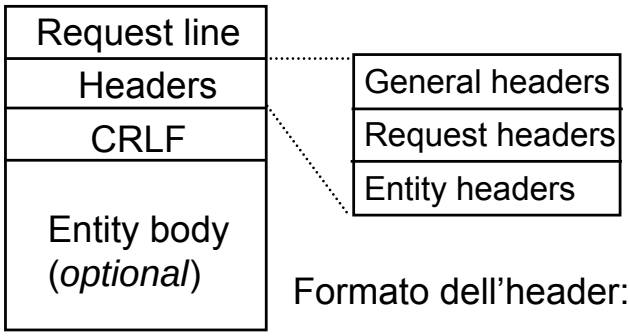
- Due tipologie di messaggi:
  - messaggi di **richiesta** HTTP
  - messaggi di **risposta** HTTP
- Messaggi composti da:
  - Header o intestazione
    - In formato ASCII (leggibile dagli esseri umani)
  - Corpo (*opzionale*)

Richiesta HTTP

- Una *richiesta HTTP* comprende
  - Metodo
  - URL
  - Identificativo della versione del protocollo HTTP
  - Ulteriori informazioni addizionali
- Il metodo specifica il tipo di operazione che il client richiede al server
  - GET è il metodo usato più frequentemente: serve per acquisire una risorsa Web
- URL identifica la risorsa *locale* rispetto al server
- Informazioni addizionali, quali:
  - la data e l'ora di generazione della richiesta
  - il tipo di software utilizzato dal client (user agent)
  - i tipi di dato che il browser è in grado di visualizzare
- … per un totale di oltre 50 tipi di informazioni differenti

Messaggio di richiesta HTTP

- Formato generale



Formato dell'header: <header name>: <value>

Linea di richiesta

Header (generali, di richiesta, di entità)

Linea vuota (Carriage return, line feed)

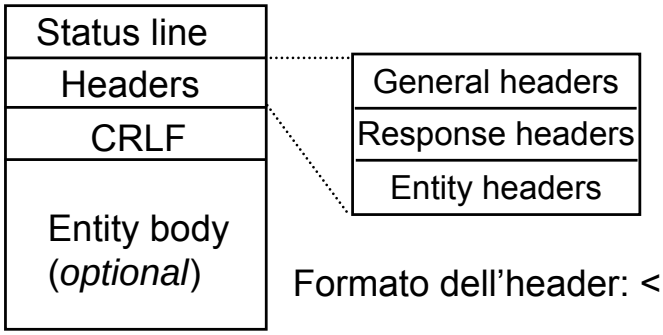
```
GET / HTTP/1.1[CRLF]
Host: www.ce.uniroma2.it[CRLF]
Connection: close[CRLF]
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0;
                                Windows NT 5.1) [CRLF]
Accept-Encoding: gzip[CRLF]
Accept-Charset: ISO-8859-1,UTF-8;q=0.7,*;q=0.7[CRLF]
Cache-Control: no[CRLF]
Accept-Language: de,en;q=0.7,en-us;q=0.3[CRLF]
[CRLF]
```

Risposta HTTP

- Una *risposta HTTP* comprende
  - l'identificativo della versione del protocollo HTTP
  - il codice di stato e l'informazione di stato in forma testuale
  - un insieme di possibili altre informazioni riguardanti la risposta
  - l'eventuale contenuto della risorsa richiesta
- Se la pagina Web richiesta dall'utente è composta da molteplici risorse, ciascuna di esse è identificata da un URL differente: il browser deve inviare un messaggio di richiesta HTTP per ognuna delle risorse incorporate nella pagina

Messaggio di risposta HTTP

- Formato generale



Formato dell'header: <header name>: <value>

Linea di stato

Intestazioni (generali, di risposta, di entità)

Carriage return, line feed

Corpo del messaggio (es. file HTML richiesto)

```
HTTP/1.1 200 OK[CRLF]
Date: Sun, 19 Oct 2008 16:02:06 GMT[CRLF]
Server: Apache[CRLF]
Last-Modified: Thu, 29 Sep 2005 12:51:51 GMT[CRLF]
ETag: "2a7c3-15b9-92a267c0"[CRLF]
Accept-Ranges:bytes[CRLF]
Content-Length:5561[CRLF]
Connection:close[CRLF]
Content-Type:text/html; charset=ISO-8859-1[CRLF]
[CRLF]
data data data data data ...
```

I metodi della richiesta

Metodo	Versione HTTP	Modifiche in HTTP/1.1
GET	1.0 e 1.1	Richiesta di parti di entità
HEAD	1.0 e 1.1	Uso di header di richiesta condizionali
POST	1.0 e 1.1	Gestione di connessione, trasmissione di messaggio
PUT	1.1 (1.0 non standard)	
DELETE	1.1 (1.0 non standard)	
OPTIONS	1.1	Estensibilità
TRACE	1.1	Estensibilità
CONNECT	1.1	Uso futuro

I metodi della richiesta (2)

- Analizziamo i metodi seguenti:
  - GET
  - POST
  - HEAD
  - PUT
- Altri metodi in HTTP/1.1:
  - DELETE
  - OPTIONS
  - TRACE
  - CONNECT

- Un metodo HTTP può essere:
  - **sicuro**: non altera lo stato della risorsa
  - **idempotente**: l'effetto di più richieste identiche è lo stesso di quello di una sola richiesta

Il metodo GET

- E' il metodo più importante e frequente
- Richiede una risorsa ad un server
  - Richiesta composta da solo header (no corpo)
- GET per risorsa statica
  ```
  GET /foo.html
  ```
- GET per risorsa dinamica (es. risorsa generata con CGI)
  ```
  GET /cgi-bin/query?q=foo
  ```
- E' un metodo sicuro ed idempotente
- Può essere:
  - *Assoluto:* normalmente, ossia quando la risorsa viene richiesta senza altre specificazioni
  - *Condizionale:* se la risorsa corrisponde ad un criterio indicato negli header If-Match, If-Modified-Since, If-Range, …
  - *Parziale*: se la risorsa richiesta è una sottoparte di una risorsa memorizzata

Il metodo HEAD

- Variante di GET usata principalmente per scopi di controllo e debugging
- Il server risponde soltanto con i metadati associati alla risorsa richiesta (solo header), senza inviare il corpo della risorsa
- E' un metodo sicuro ed idempotente
- Usato per verificare:
  - Validità di un URI: la risorsa esiste ed è di lunghezza non nulla
  - Accessibilità di un URI: la risorsa è accessibile presso il server e non sono richieste procedure di autenticazione
  - Coerenza di cache di un URI: la risorsa non è stata modificata rispetto a quella in cache, non ha cambiato lunghezza, valore hash o data di modifica

Il metodo POST

- Permette di trasmettere delle informazioni dal client al server
  - Aggiornare una risorsa esistente o fornire dati di ingresso
  - Dati forniti nel corpo della richiesta (GET: dati codificati nell'URI di richiesta)
  - Ad es. usato per sottomettere i dati di un form HTML ad un'applicazione sul server identificata dall'URI specificata nella richiesta
- E' un metodo né sicuro, né idempotente
- Il server può rispondere positivamente in tre modi:
  - `200 OK`: dati ricevuti e sottomessi alla risorsa specificata; è stata data risposta
  - `201 Created`: dati ricevuti, la risorsa non esisteva ed è stata creata
  - `204 No content`: dati ricevuti e sottomessi alla risorsa specificata; non è stata data risposta

Il metodo PUT

- Serve per trasmettere delle informazioni dal client al server, creando o sostituendo la risorsa specificata
- Differenza tra PUT e POST:
  - l'URI di POST identifica la risorsa che gestirà l'informazione inviata nel corpo della richiesta
  - l'URI di PUT identifica la risorsa inviata nel corpo della richiesta: è la risorsa che ci si aspetta di ottenere facendo un GET in seguito con lo stesso URI
- Non è sicuro, ma è idempotente
- Non offre nessuna garanzia di controllo degli accessi o locking
  - Estensione WebDAV (Web-based Distributed Authoring and Versioning) del protocollo HTTP: fornisce (tra le altre cose) una semantica sicura e collaborativa per il metodo PUT
    - Riferimento: RFC 2518

Header HTTP

- Gli header sono righe testuali free-format che specificano caratteristiche
  - generali della trasmissione (**header generali**)
  - dell'entità trasmessa (**header di entità**)
  - della richiesta effettuata (**header di richiesta**)
  - della risposta generata (**header di risposta**)

- Formato dell'header:

```
<header name>: <value>
```


Header HTTP (2)

- Header generali
  - Si applicano solo al messaggio trasmesso e si applicano sia ad una richiesta che ad una risposta, ma non necessariamente alla risorsa trasmessa
  - Ad es., `Date:` per data ed ora della trasmissione
    - RFC 1123 per il formato della data (possibili anche altri formati)
  - Ad es., `Pragma: no-cache` per risposta direttamente dall'origin server (no copia in cache di qualche proxy)

- Header di entità
  - Forniscono informazioni sul corpo del messaggio, o, se non vi è corpo, sulla risorsa specificata
  - Ad es., `Content-Type:` il tipo MIME dell'entità acclusa
    - Header obbligatorio in ogni messaggio che abbia un corpo
  - Ad es., `Content-Length:` la lunghezza in byte del corpo

Header HTTP (3)

- Header di richiesta
  - Impostati dal client per specificare informazioni sulla richiesta e su se stesso al server
  - Ad es., `User-Agent:` stringa che descrive il client che origina la richiesta; tipicamente: tipo, versione e sistema operativo del client
  - Ad es., `Referer:` l'URL di provenienza (utile per user profiling e debugging)
- Header di risposta
  - Impostati dal server per specificare informazioni sulla risposta e su se stesso al client
  - Ad es., `Server:` stringa che descrive il server che origina la risposta; tipicamente: tipo, versione e sistema operativo del server

Header di richiesta in HTTP/1.0

- 5 header di richiesta in HTTP/1.0
- From

```
From: gorby@moskvar.com
```

- User-Agent

```
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 6.0;
  Windows NT 5.1; SV1)
```

- If-Modified-Since

```
If-Modified-Since: Thu, 01 Apr 2002 16:00:00 GMT
```

- Referer

```
Referer: http://www.ce.uniroma2.it/index.html
```

- Authorization

```
Authorization: Basic QWxhZGRpbjpvcGVuIHNlc2FtZQ==
```

Codifica in base 64 di userid "Alladin" e password "open sesame"

Header di risposta in HTTP/1.0

- 3 header di risposta in HTTP/1.0
- Server
  ```
  Server: Apache 1.3.20
  ```
- Location
  ```
  Location: http://www.uniroma2.it/newindex.html
  ```
- WWW-Authenticate
  ```
  WWW-Authenticate: Basic realm="Area Privata"
  ```


Header di entità in HTTP/1.0

- Sei header di entità in HTTP/1.0
- Content-Type
  ```
  Content-Type: text/html
  ```
- Content-Length
  ```
  Content-Length: 650
  ```
  – Tipicamente omesso in risposte contenenti risorse generate dinamicamente
- Content-Encoding
  ```
  Content-Encoding: gzip
  ```
  – Tipo di compressione applicato alla risorsa
- Allow
  ```
  Allow: GET
  ```
  – Metodi supportati dalla risorsa specificata dall'URI
- Last-Modified
  ```
  Last-Modified: Thu, 01 Apr 2002 18:16:45 GMT
  ```
- Expires
  ```
  Expires: Fri, 02 Apr 2002 21:00:00 GMT
  ```

Codice di stato della risposta

- E' un numero di tre cifre, di cui la prima indica la classe della risposta e le altre due la risposta specifica
- Esistono le seguenti classi:
  - **1xx: Informational** una risposta temporanea alla richiesta, durante il suo svolgimento
  - **2xx: Successful** il server ha ricevuto, capito e accettato la richiesta
  - **3xx: Redirection** il server ha ricevuto e capito la richiesta, ma possono essere necessarie altre azioni da parte del client per portare a termine la richiesta
  - **4xx: Client error** la richiesta del client non può essere soddisfatta per un errore da parte del client (errore sintattico o richiesta non autorizzata)
  - **5xx: Server error** la richiesta può anche essere corretta, ma il server non è in grado di soddisfare la richiesta per un problema interno (suo o di applicazioni invocate per generare dinamicamente risorse)

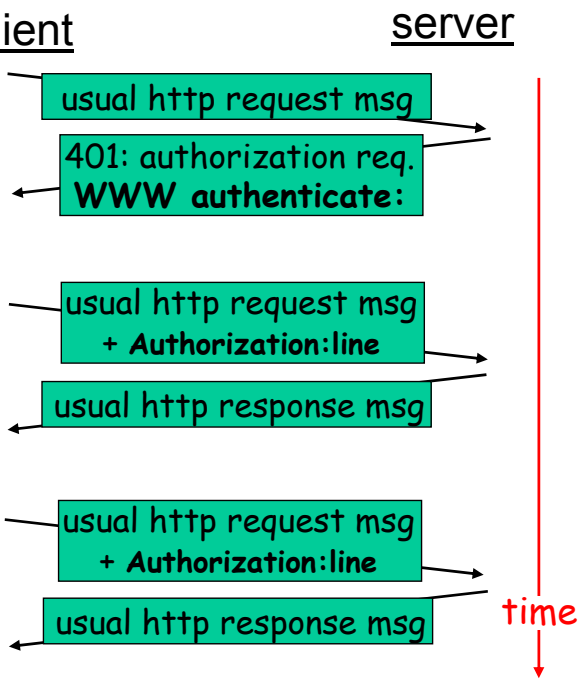
Alcuni codici di stato della risposta

- 200 OK
  - Risorsa nel corpo del messaggio
- 301 Moved Permanently
  - Redirezione: risorsa spostata
- 304 Not Modified
  - Risorsa non modificata
- 401 Unauthorized
  - La risorsa richiede autenticazione dell'utente
- 403 Forbidden
  - Accesso vietato
- 404 Not Found
  - Risorsa non esistente
- 500 Internal Server Error
  - Errore imprevisto che impedisce il servizio richiesto
- 501 Not Implemented
  - Il server non supporta la funzionalità richiesta (es. metodo non implementato)

Autenticazione in HTTP/1.0

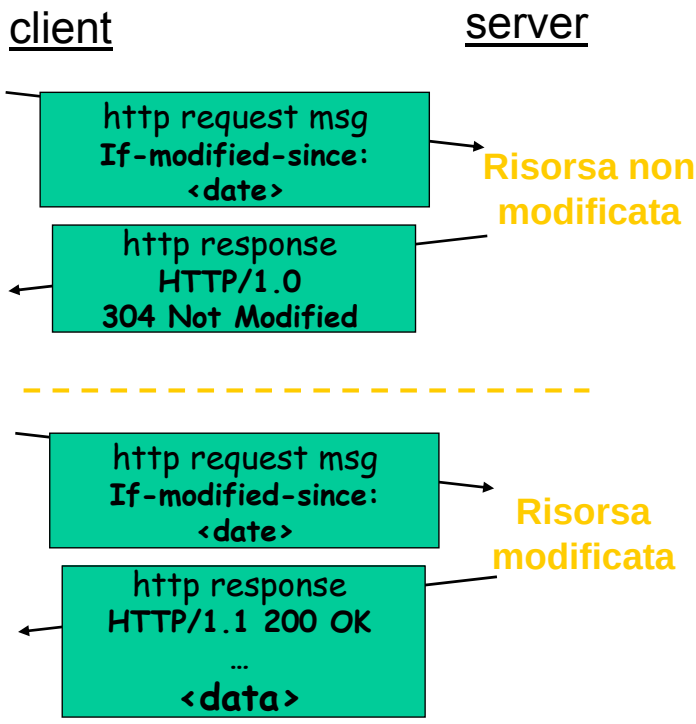
- Per controllare gli accessi alle risorse del server
- HTTP stateless: autorizzazione in ogni richiesta
- Autorizzazione: solitamente Basic (userid e password codificati in base64)
  - Autorizzazione: linea di header nella richiesta
  - Se non c'è autorizzazione, il server rifiuta l'accesso ed invia `WWW authenticate:` come linea di header nella risposta

Attenzione: login e password viaggiano in chiaro (non criptate!)



GET condizionale in HTTP/1.0

- Per non inviare una risorsa se il client ne ha una versione aggiornata in cache
- Il client specifica nella richiesta HTTP la data della copia in cache
  `If-modified-since: <data>`
- Il server invia una risposta che non contiene la risorsa se la copia del client è aggiornata:
  `HTTP/1.0 304 Not Modified`



Principali problemi di HTTP/1.0

- Lentezza e congestione nelle connessioni → connessioni multiple (“hack”)
- Limitatezza nel numero di indirizzi IP
  - Un indirizzo IP per ciascun server Web
- Limiti del meccanismo di autenticazione
  - Password in chiaro
- Limiti nel controllo dei meccanismi di caching

Principali novità in HTTP/1.1

- Meccanismo hop-by-hop
- Connessioni persistenti e pipelining
- Hosting virtuale
- Autenticazione crittografata (“digest”)
- Nuovi metodi di accesso
  - Aggiornamento delle risorse sul server e diagnostica
- Miglioramento dei meccanismi di caching
  - Gestione molto più sofisticata delle cache
  - Maggiore accuratezza nella specifica di validità
  - Header Cache-Control per direttive di caching
- Chunked encoding
  - La risposta può essere inviata al client suddivisa in sottoparti, anche prima di conoscerne la dimensione totale

Header in HTTP/1.1

- Header generali
  - Date
  - Pragma
  - Cache-Control
  - Connection
  - Trailer
  - Transfer-Encoding
  - Upgrade
  - Via
  - Warning
- Header di entità
  - Allow
  - Content-Encoding
  - Content-Length
  - Content-Type
  - Expires
  - Last-Modified
  - Content-Language
  - Content-Location
  - Content-MD5
  - Content-Range

In rosso le novità dell'HTTP/1.1

Header in HTTP/1.1 (2)

- Header di richiesta
  - Authorization
  - From
  - Referer
  - User-Agent
  - If-Modified-Since
  - Accept
  - Accept-Charset
  - Accept-Encoding
  - Accept-Language
  - TE
  - Proxy-Authorization
  - If-Match
  - If-None-Match
  - If-Range
  - If-Unmodified-Since
  - Expect
  - Host
  - Max-Forwards
  - Range
- Header di risposta
  - Location
  - Server
  - WWW-Authenticate
  - Proxy-Authenticate
  - Retry-After
  - Accept-Ranges
  - Age
  - ETag
  - Vary

Tool per sniffing degli header HTTP:

- LiveHTTPHeaders per Mozilla
  http://livehttpheaders.mozdev.org/
- Web developer toolbar per Opera
  http://operawiki.info/WebDevToolbar
- Fiddler (*HTTP debugging proxy*)
  http://www.fiddlertool.com/fiddler/
- http://web-sniffer.net/

Connessioni in HTTP/1.0

- La transazione HTTP è composta da uno scambio di richiesta e risposta
- Il client apre una connessione TCP separata per ogni risorsa richiesta
  - La connessione TCP è *non persistente*
- Uso di una connessione TCP in HTTP/1.0
  - Il client apre la connessione TCP con il server
  - Il client invia il messaggio di richiesta HTTP sulla connessione
  - Il server invia il messaggio di risposta HTTP sulla connessione
  - La connessione TCP viene chiusa
- Vantaggio
  - Concorrenza massima

Problemi delle connessioni non persistenti

- Overhead per l'instaurazione e l'abbattimento della connessione TCP
  - Per ogni trasferimento di risorsa, 2 round trip time (RTT) in più
    - Esempio: per una risorsa Web che richiede 10 segmenti, sono trasmessi 17 segmenti, di cui 7 (3+4) di overhead
  - Overhead sul SO per allocare risorse per ogni connessione
- Overhead per il meccanismo slow start del TCP
  - La finestra ha dimensione pari ad 1 all'inizio di ogni nuova connessione TCP
- Tre approcci proposti per risolvere il problema
  - Connessioni TCP persistenti (HTTP/1.1)
    - Header `Connection: Keep-Alive` in HTTP/1.0 (no standard)
  - Uso di connessioni multiple in parallelo
  - Introduzione di nuovi metodi per ottenere risorse multiple sulla stessa connessione (solo proposta)

Connessioni multiple (in parallelo)

- Soluzione *parziale* ai problemi delle connessioni non persistenti attuata da alcuni browser
- Connessioni TCP **in parallelo**: apertura simultanea di più connessioni TCP, una per ogni risorsa richiesta
- Vantaggio (apparente)
  - Riduzione del tempo di latenza percepito dall'utente
- Problemi delle connessioni parallele
  - Aumento della congestione sulla rete
  - Il server serve un minor numero di client diversi contemporaneamente
  - Richieste di pagine interrotte dall'utente
  - Non è garantita la riduzione della latenza: ogni richiesta è indipendente dalle altre
- RFC 2616: un client non dovrebbe aprire più di 2 connessioni parallele verso lo stesso server

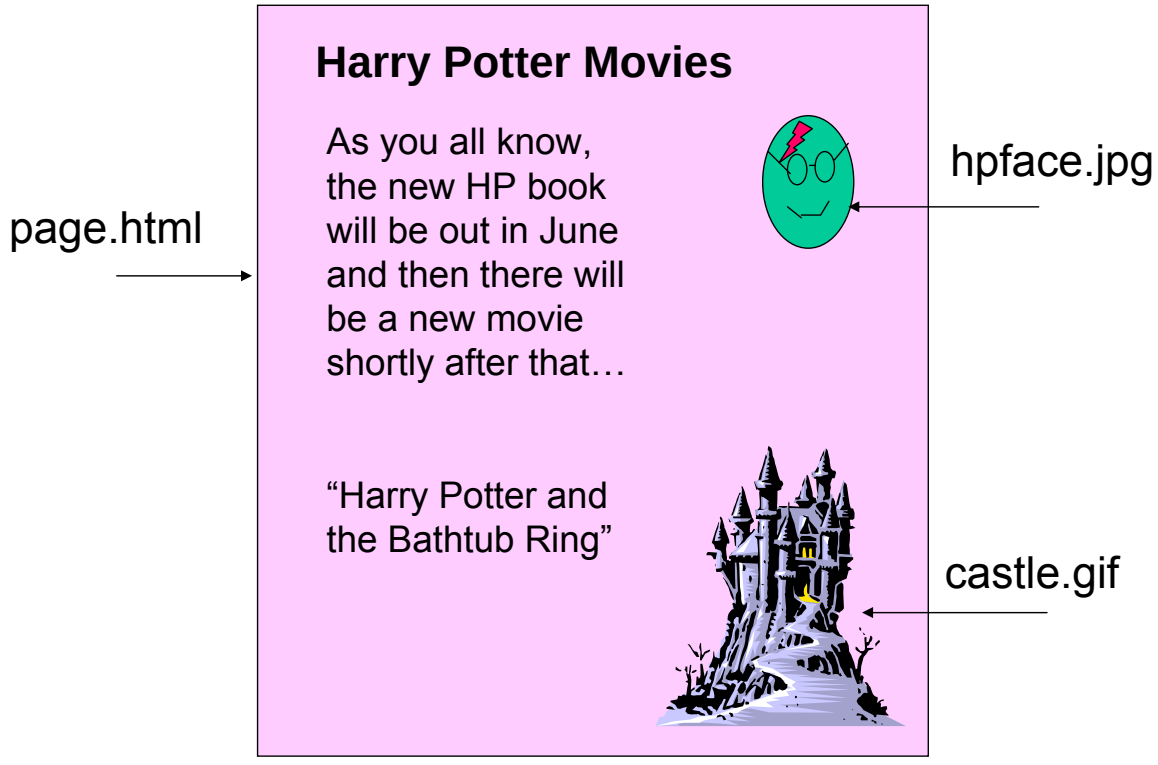
Connessioni in HTTP/1.1

- Introduzione di **connessioni persistenti** e **pipelining**
- Connessione persistente: possibilità di trasferire coppie multiple di richiesta e risposta in una stessa connessione TCP
- Vantaggi delle connessioni persistenti
  - Riduzione dei costi (instaurazione ed abbattimento) delle connessioni TCP
    - 3-way handshake del TCP: solo per instaurare la connessione iniziale
  - Riduzione della latenza
    - Aumenta la dimensione della finestra di congestione del TCP
  - Controllo di congestione a regime
  - Migliore gestione degli errori
- Problemi delle connessioni persistenti
  - Concorrenza minore
  - Quando chiudere la connessione TCP?

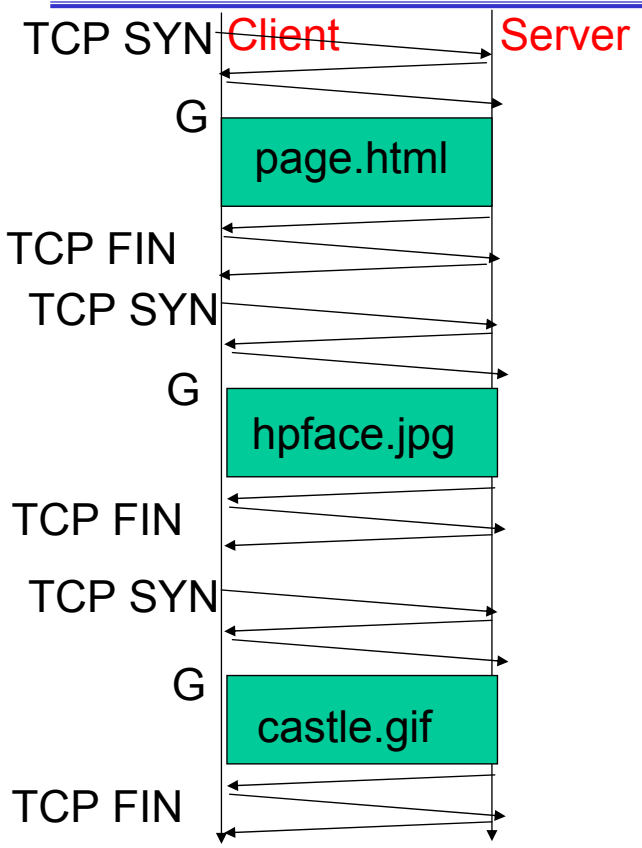
Connessioni in HTTP/1.1 (2)

- Pipelining: trasmissione di più richieste senza attendere l'arrivo della risposta alle richieste precedenti
- Le risposte devono essere fornite dal server nello stesso ordine in cui sono state fatte le richieste
  - HTTP non fornisce un meccanismo di riordinamento esplicito
  - Il server può tuttavia processare le richieste in un ordine diverso da quello di ricezione
- Vantaggi del pipelining
  - Ulteriore riduzione del tempo di latenza e ottimizzazione del traffico di rete
    - Soprattutto per richieste che riguardano risorse molto diverse per dimensioni o tempi di elaborazione

Connessioni in HTTP: esempio

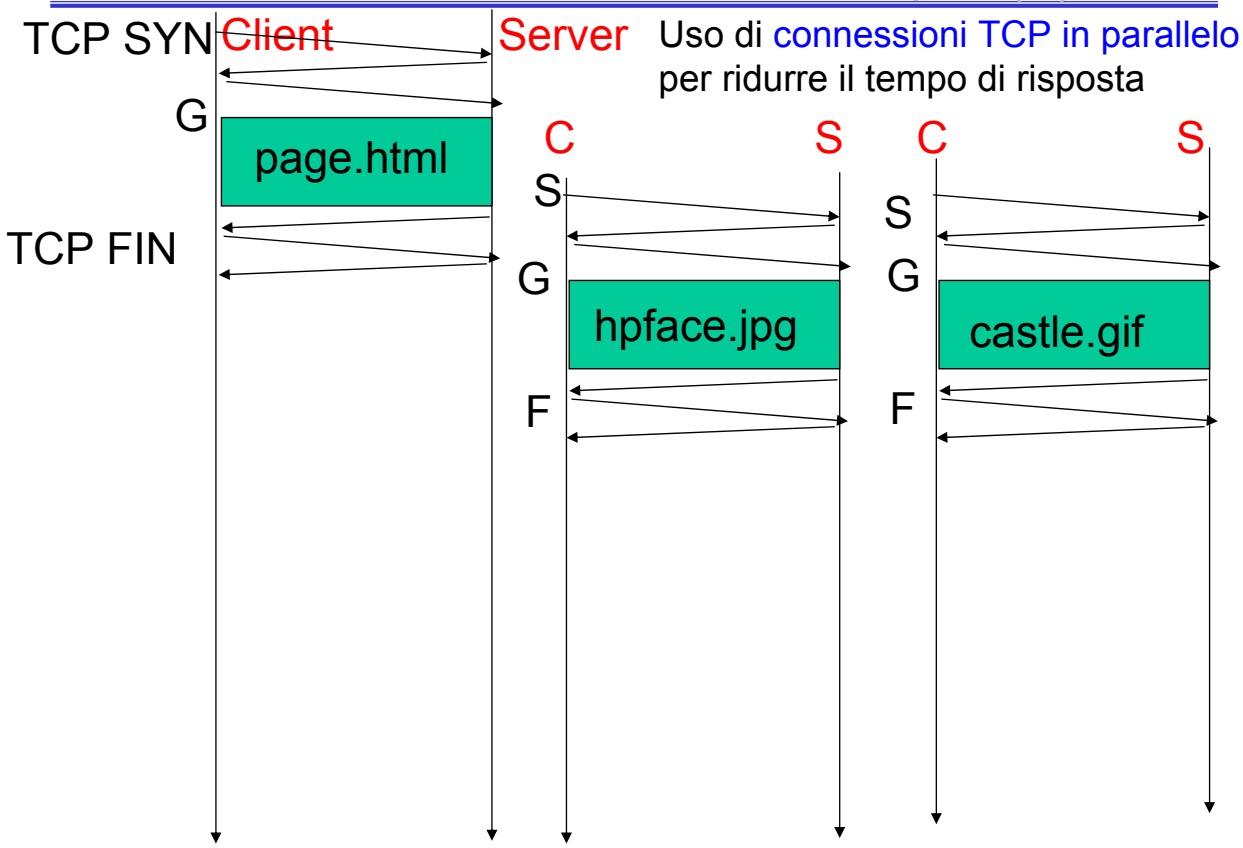


Connessioni in HTTP: esempio (2)



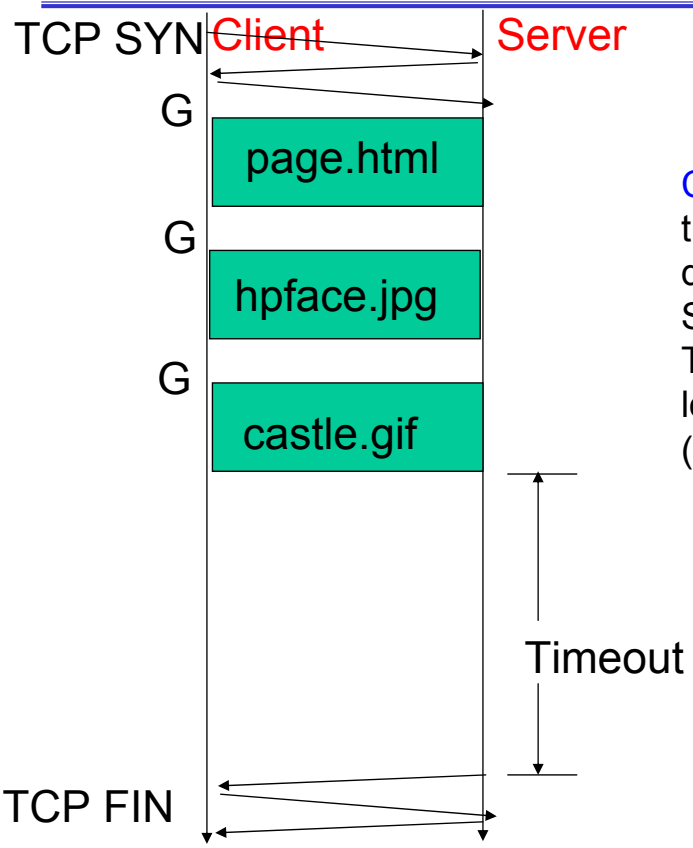
Approccio “classico” in HTTP/1.0: una richiesta/ risposta per connessione TCP, in modo seriale

Connessioni in HTTP: esempio (3)



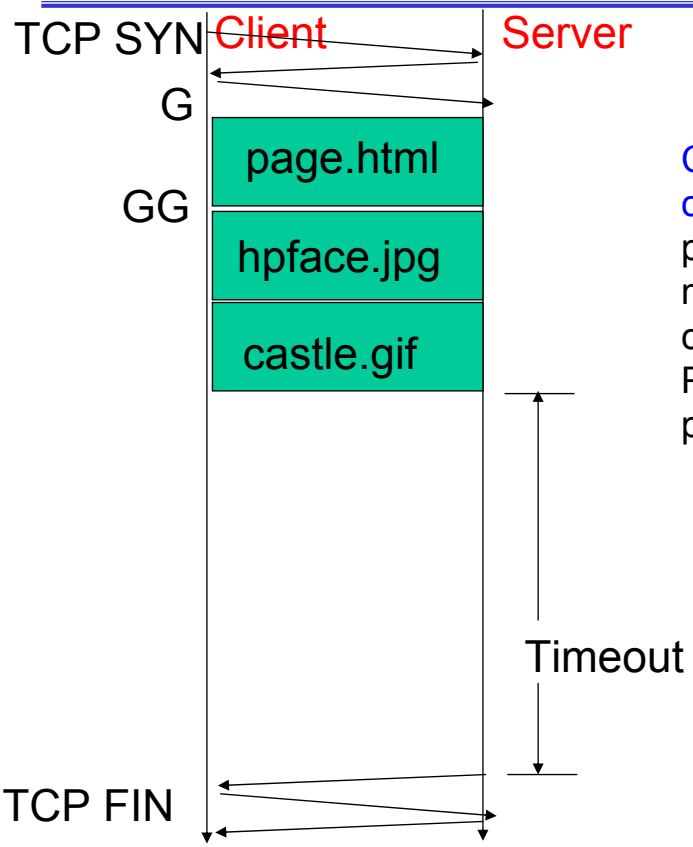
Uso di connessioni TCP in parallelo per ridurre il tempo di risposta

Connessioni in HTTP: esempio (4)



Connessioni HTTP persistenti: trasferimenti HTTP multipli uno dopo l'altro, in modo seriale.
Si ammortizza l'overhead del TCP, ma si mantiene più a lungo lo stato TCP sul server (TIME_WAIT)

Connessioni in HTTP: esempio (5)



Connessioni HTTP persistenti con pipelining: il pipelining permette di inviare richieste in modo asincrono su una connessione persistente.
Possibile miglioramento nel packaging

Chiusura di connessioni persistenti

- Header generale usato per segnalare la chiusura della connessione persistente

  `Connection: close`
- L'implementazione della chiusura non è specificata nel protocollo HTTP/1.1
  - Può essere iniziata dal client o dal server
- Il server può chiudere la connessione:
  - allo scadere di un timeout, applicato sul tempo totale di connessione o sul tempo di inattività di una connessione
  - allo scadere di un numero massimo di richieste da servire sulla stessa connessione

Hosting virtuale

- Ad uno stesso IP possono corrispondere nomi diversi e server diversi
  - Requisito importante per i "provider"
  - IP e porta non sono più sufficienti ad identificare il server
- Header di richiesta Host in HTTP/1.1
  - Serve a specificare il nome (e la porta) del server

    `Host: www.uniroma2.it`
  - E' obbligatorio
  - Permette l'implementazione del virtual hosting senza manipolazioni del routing e multi-addressing IP

Negoziazione del contenuto

- Header di richiesta HTTP/1.1 per la negoziazione del contenuto
  - Accept, Accept-Charset, Accept-Encoding, Accept-Language, TE
- Esigenza del client di negoziare con il server la rappresentazione preferita di una risorsa
  - Accept: tipo di media preferito
  - Accept-Charset: insiemi di caratteri preferiti
  - Accept-Encoding: codifica del contenuto preferita
  - Accept-Language: linguaggio preferito
  - TE: codifica del trasferimento preferita
- Modalità di negoziazione del contenuto:
  - Guidata dal client: il client sceglie tra le alternative possibili ed indica la propria preferenza al server
  - Guidata dal server: il server sceglie la rappresentazione della risorsa in base alle informazioni ricevute dal client

Autenticazione digest in HTTP/1.1

- Il server invia al browser una stringa generata in modo univoco
  - "nonce"
- Il browser risponde con
  - nome utente
  - un valore crittografato basato su: nome utente, password, URI e nonce (digest MD5 di 128 bit)
- Il browser ricorda l'autorizzazione
- Vantaggi
  - La password non viene trasmessa in chiaro
  - Meccanismo più sicuro rispetto all'autenticazione Basic
- Ma il meccanismo non è sicuro al 100%
  - E' possibile intercettare la richiesta con URI, nonce e response e riprodurla per accedere alle risorse protette
- Riferimento: RFC 2617

Autenticazione digest in HTTP/1.1: esempio

1. richiesta

```
GET /private/index.html HTTP/1.1
Host: www.site.com
```

2. risposta

```
HTTP/1.1 401 Unauthorized
WWW-Authenticate: Digest
    realm="Private Area",
    nonce="dcd98b7102dd2f0"
```

3. il browser richiede nome e password all'utente

4. nuova richiesta con autenticazione

```
GET /private/index.html HTTP/1.1
Authorization: Digest
    username="foo", realm="Private
    Area", nonce="dcd98b7102dd2f0",
    uri="/private/index.html",
    response="6629fae49393a05397450
    978507c4ef1"
```

5. nuova risposta
   (2xx oppure 4xx)

HTTPS: cenni

- La soluzione più sicura: HTTPS
- HTTPS trasmette i dati in HTTP semplice su un protocollo di trasporto (SSL) che crittografa tutti i pacchetti
  - Il server ascolta su una porta diversa (per default la porta 443) e si usa uno schema di URI diverso (introdotto da https://)
  - Riferimento: HTTP over SSL (RFC 2818)
- SSL: Secure Socket Layer
  - Crittografia a chiave pubblica (certificato)
  - Trasparente

Ottimizzazione della banda

- Meccanismi introdotti in HTTP/1.1 per ottimizzare l'uso della banda, evitando sprechi:

1. Trasmissione delle sole parti necessarie della risorsa
   - Meccanismo **range request**
2. Scambio di informazioni di controllo per evitare trasmissioni inutili
   - Meccanismo **Expect/Continue**
3. Trasformazione della risorsa in modo da ridurne la dimensione
   - Compressione

Meccanismo range request

- Può essere utile richiedere parti specifiche di una risorsa, anziché l'intera risorsa
  - Ripresa di un download interrotto prima della terminazione
  - Interesse del client per una sola parte della risorsa
    - Documenti strutturati, pagine di una risorsa PDF, …
- Header di richiesta Range
  - Permette al client di specificare i byte della parte desiderata

    `Range: 2000-3999`
  - Possibile specificare anche insiemi di range

    `Range: 0-100, 2000-2400, 9600-`
- Header di entità Content-Range
  - Permette al server di specificare la parte di risorsa inviata

    `Content-Range: bytes 200-3999/100000`
- Codice di risposta 206 Partial Content
  - Il server indica al client che la risposta non è completa
- Header di risposta Accept-Range
  - Permette al server di indicare che non accetta richieste di parti; in alternativa, il server può inviare direttamente la risorsa intera

Compressione

- In HTTP solo compressione della risorsa, non degli header
- Header di entità Content-Encoding
  - Indica una trasformazione che è stata applicata o può essere applicata ad una risorsa (anche in HTTP/1.0)

    ```
    Content-Encoding: gzip
    ```
  - Solo compressione end-to-end
- In HTTP/1.1 anche compressione hop-by-hop
  - Nuovi header di richiesta Accept-Encoding e TE
- Header di richiesta Accept-Encoding
  - Permette di restringere l'insieme delle codifiche accettabili nella risposta

    ```
    Accept-Encoding: compress, gzip
    ```


Meccanismo Expect/Continue

- Meccanismo introdotto per gestire richieste "costose"
- Permette al client di sapere se il server non è in grado di servire la richiesta *prima* di inviare il corpo della richiesta con il metodo POST
  - Ad es., invio di form di grandi dimensioni
- Header di richiesta Expect
  - Esempio di richiesta

    ```
    POST /foo/bar HTTP/1.1
    Content-Length: 23248
    Expect: 100-Continue
    ```
  - Se il server può gestire la richiesta risponde con

    ```
    HTTP/1.1 100 Continue
    ```
  - Il client può continuare inviando il corpo della richiesta
  - Se il server non può gestire la richiesta risponde con

    ```
    HTTP/1.1 417 Expectation Failed
    ```

Trasmissione del messaggio

- Come può il client essere sicuro di aver ricevuto l'intero messaggio di risposta?
- In HTTP/1.0: unico meccanismo fornito dall'header di entità Content-Length
  - Dimensione facile da conoscere per risorse statiche (chiamata di sistema stat()), ma per risorse dinamiche il server deve aspettare che la risorsa sia generata: latenza eccessiva!
  - Soluzione in HTTP/1.0: chiudere la connessione quando termina l'invio della risorsa dinamica
- Ma in HTTP/1.1 connessioni persistenti per default: cosa fare?
- Soluzione: **chunked encoding**
  - Messaggio di risposta inviato in pezzi (*chunk*), specificando la dimensione (in base 16) di ogni chunk ed inviando al termine un chunk di dimensione nulla

Trasmissione del messaggio (2)

- Header di entità Transfer-Encoding

```
Transfer-Encoding: chunked
```

- L'ultimo chunk può essere seguito da un trailer opzionale che contiene gli header di entità
- Esempio di risposta inviata in chunk

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: Apache/1.3.2
Date: Thu, 01 Apr 2002 16:10:43 GMT
Transfer-Encoding: chunked
Content-Type: text/html
691
   <… data …>
76
   <… data …>
0
```

Primo chunk di 1681 B

Secondo chunk di 118 B

Terzo chunk di 0 B

Caching in HTTP/1.0

- Caching lato client, lato server o lato intermediario (su un proxy interposto tra client e server)
  - Caching lato server: riduce i tempi di processamento della risposta ed il carico sui server; senza effetti sul carico di rete
  - Caching lato client e lato intermediario: riduce il carico di rete ed in parte il carico sui server
- In HTTP/1.0 tre header per il caching:
  - `Expires`: il server specifica la scadenza della risorsa
    - Scadenza specificata con data: richiede sincronizzazione temporale tra server e cache
    - Fenomeno del *cache busting*: il server specifica una scadenza immediata per evitare il caching della risorsa
  - `If-Modified-Since`: il client o il proxy richiede la risorsa solo se modificata dopo la data indicata nella richiesta
  - `Pragma: no-cache`: il client indica ai proxy di accettare solo la risposta dal server

Caching in HTTP/1.1

- Header generale Cache-Control per permettere a client e server di specificare direttive per il caching
  - Direttive su *cacheability*, *validazione* e *coerenza* di risposte in cache
  - Due meccanismi per controllare la scadenza di una risorsa:
    - Scadenza **specificata dal server**
    - Scadenza **euristica**
- Header di entità ETag per identificare univocamente la versione di una risorsa
- Header di risposta Vary per elencare un insieme di header di richiesta da usarsi per selezionare la versione appropriata in una cache
- Header Via per conoscere la catena di proxy tra client e server

Header ETag

- ETag: entity tag
- E' un identificatore univoco della versione della risorsa
  - Versioni diverse della stessa risorsa hanno diverso ETag
- Può essere generato dal server usando la funzione di crittografia hash MD5
- Fornisce un meccanismo di identificazione delle versioni di una risorsa più fine rispetto all'header Last-Modified
- Consente di disaccopiare la validazione della risorsa in cache dalla scadenza della risorsa

Header Cache-Control

- Può contenere molteplici direttive che controllano l'uso di tutte le cache situate tra il client che ha originato la richiesta e l'origin server
- Valore dell'header: lista di direttive
  - Ogni direttiva consiste in una parola chiave che identifica la direttiva ed, opzionale, il valore della direttiva

    ```
    Cache-Control: max-age = 120, no-transform,
    proxy-revalidation
    ```
- E' un header generale: usato sia nelle richieste sia nelle risposte
  - Comunque la maggior parte delle direttive sono specifiche per richieste o risposte

Header Cache-Control: richiesta

- Le direttive nella richiesta permettono al client di sovrascrivere la gestione di default delle risorse attuata dalle cache
  - `no-cache`: la richiesta non può essere soddisfatta usando una risorsa in cache (si forza la rivalidazione)
  - `no-store`: la risposta alla richiesta e la richiesta stessa non possono essere memorizzate in cache (protezione di dati sensibili)
  - `max-age <seconds>`: si accettano solo risorse in cache più fresche dell'età massima specificata
  - `min-fresh <seconds>`: si accettano solo risorse in cache che sono fresche almeno per l'età specificata
  - `max-stale <seconds>`: si accettano risorse in cache che non scadono oltre l'età specificata (anche risorse già scadute)
  - `no-transform`: la cache non può fornire una versione modificata della risorsa, ma solo la versione originale
  - `only-if-cached`: in caso di cache miss il proxy non dovrebbe inoltrare la richiesta

Header Cache-Control: risposta

- Le direttive nella risposta permettono al server di controllare la gestione delle risorse attuata dalle cache
  - `no-store` e `no-transform`: come direttive nella richiesta
  - `no-cache`: la risorsa può essere memorizzata in cache ma deve essere rivalidata prima di fornire la risposta
  - `private`: la risposta può essere riusata solo dal client che ha originato la richiesta
  - `public`: la risposta può essere memorizzata in cache e condivisa tra i client
  - `must-revalidate`: la cache deve sempre rivalidare la risorsa se questa è scaduta
  - `proxy-revalidation`: come **`must-revalidate`** ma si applica solo ai proxy
  - `max-age <seconds>`: la cache dovrebbe rivalidare la risorsa se questa ha raggiunto l'età massima specificata
  - `s-maxage <seconds>`: **come `max-age`** ma si applica solo ai proxy

Esempio di header Cache-Control

- Due risorse fornite dal sito bigmoney.com:
  - welcome.html: risorsa statica
    - Può essere memorizzata in cache: da specificare la scadenza
    - Da rivalidare per gestire promozioni per nuovi utenti
  - mysecrets.html: risorsa generata dinamicamente per ogni utente
    - Non deve essere memorizzata in cache
- Risposta di bigmoney.com per welcome.html

  `Cache-Control: public, max-age=t, proxy-revalidation`
- Risposta di bigmoney.com per mysecrets.html

  `Cache-Control: no-store`
- Richiesta di Bill
  - Usa un portatile ed una connessione a banda larga

    `Cache-Control: no-transform, max-age=60`
- Richiesta di Bob
  - Usa un palmare ed una connessione a banda stretta

    `Cache-Control: max-stale=86400`

Scadenza specificata dal server

- Il server stabilisce una *scadenza* (Time To Live o *TTL*) della risorsa
  - Tramite l'header Expires o con la direttiva **`max-age`** nell'header Cache-Control
  - La direttiva `max-age` specifica il valore del TTL in secondi (*TTL relativo*)
  - L'header `Expires` specifica il valore del TTL con la data (*TTL assoluto*)
- Se il TTL è scaduto, la risorsa dovrebbe essere rivalidata prima di essere fornita in risposta
- Se il client accetta anche risposte scadute (direttiva `max-stale` in Cache-Control della richiesta), o se l'origin server è irraggiungibile o se il proxy è configurato per sovrascrivere il TTL, la cache può rispondere con la risorsa scaduta
  - Usando nella risposta l'header generale `Warning: 110 Response is stale`

Scadenza specificata dal server (2)

- Se Cache-Control nella risposta del server specifica la direttiva `must-revalidate`, la risorsa scaduta non può *mai* essere rispedita
  - La cache deve rivalidare la risorsa con l'origin server
  - Se il server non risponde, la cache manderà un codice `504 Gateway time-out` al client
- Se Cache-Control nella richiesta specifica la direttiva `no-cache`, la richiesta deve essere fatta sempre all'origin server

Scadenza euristica

- Il server può non aver associato ad una risorsa un valore esplicito del TTL
- La cache stabilisce un valore *euristico* di durata della risorsa, dopo la quale assume che sia scaduta
  - Il protocollo HTTP non definisce algoritmi per determinare il TTL euristico
- Queste assunzioni possono essere a volte ottimistiche e risultare in risposte scorrette
  - Se una risorsa ritenuta fresca non è valida con certezza, la cache deve fornire nella risposta l'header generale `Warning: 113 Heuristic expiration`

Validazione della risorsa in cache

- Anche dopo la scadenza, nella maggior parte dei casi, una risorsa sarà ancora non modificata, e quindi la risorsa in cache valida
- Occorre rivalidare la risorsa: come fare?
- Modo semplice per rivalidare la risorsa: usare il metodo HEAD
  - Il client o il proxy effettua la richiesta con HEAD e verifica la data di ultima modifica (usando l'header di entità Last-Modified e l'header ETag)
  - In caso di risorsa non valida: sono necessarie due richieste

Validazione della risorsa in cache (2)

- Modo migliore per rivalidare la risorsa: fare una *richiesta condizionale*
  - Il client o il proxy effettua la richiesta condizionale (usando gli header di richiesta If-Modified-Since, If-Match e If-None-Match per specificare il valore dell'ETag)
  - Se la risorsa è stata modificata, viene fornita la nuova risorsa, altrimenti viene fornita la risposta con codice di stato **`304 Not Modified`** senza corpo della risposta
  - In caso di risorsa non valida: è necessaria una sola richiesta

Esempi di header HTTP

- In tutti gli esempi:
  - Utilizzo di Fiddler per lo sniffing degli header
  - Internet Explorer 7.0 come browser

Esempio 1: http://www.repubblica.it/

- Es. 1: richiesta HTTP per la home page

```
GET / HTTP/1.1
Accept: */*
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Host: www.repubblica.it
Proxy-Connection: Keep-Alive
Pragma: no-cache
Cookie: ebNewBandWidth_.www.repubblica.it=669%3A1200041957539;
    RMID=a050553d4756ac00; RMFD=011JFCjbO10167U;
    RMFW=011JDFNu750163F
```

UA-CPU: header non standard

Proxy-Connection: header esteso

Esempi di header HTTP (2)

- Es. 1: risposta HTTP per la home page

```
HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:28:34 GMT
Server: Apache
Accept-Ranges: bytes
Cache-Control: max-age=61
Expires: Wed, 16 Jan 2008 18:29:35 GMT
Age: 0
Content-Type: text/html

339
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
…
0
```

max-age ha priorità rispetto ad Expires per calcolare la scadenza della risorsa

Chunked encoding (dimensione in base 16 dei chunk)

Esempi di header HTTP (3)

- Es. 1: richiesta HTTP per un'immagine nella cache del browser

```
GET /sharedfiles/images/la_repubblica_logo.gif HTTP/1.1
Accept: */*
Referer: http://www.repubblica.it/
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
If-Modified-Since: Thu, 23 Nov 2006 12:25:26 GMT
If-None-Match: "1b08fdb-c85-2982b980"
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Proxy-Connection: Keep-Alive
Host: www.repubblica.it
Pragma: no-cache
Cookie: ebNewBandWidth_.www.repubblica.it=669%3A1200041957539;
    RMID=a050553d4756ac00; RMFD=011JFCjbO10167U;
    RMFW=011JDFNu750163F
```

GET condizionale

Esempi di header HTTP (4)

- Es. 1: risposta HTTP per un'immagine nella cache del browser

```
HTTP/1.1 304 Not Modified
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:28:41 GMT
Server: Apache
ETag: "1b08fdb-c85-2982b980"
Expires: Wed, 16 Jan 2008 19:05:03 GMT
Cache-Control: max-age=1800
```

Esempi di header HTTP (5)

Esempio 2: http://www.google.it/

- Es. 2: richiesta HTTP per la home page

GET / HTTP/1.1
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg,
application/x-shockwave-flash, application/vnd.ms-excel,
application/vnd.ms-powerpoint, application/msword, */*
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Host: www.google.it
Proxy-Connection: Keep-Alive
Cookie:
PREF=ID=0d6ea6eeed8a5da6:TB=2:TM=1196690767:LM=119809085
4:S=TQ8Dj21qj8TDhL_0

Esempi di header HTTP (6)

- Es. 2: risposta HTTP per la home page

HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Cache-Control: private
Content-Type: text/html; charset=UTF-8
Server: gws
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:29:00 GMT

Risposta privata

gws: Google Web Server

1ABD
<html><head><meta http-equiv="content-type" content="text/html;
charset=UTF-8">
…
0

Esempi di header HTTP (7)

Esempio 3: http://web.uniroma2.it/

- Es. 3: richiesta HTTP per la home page

GET / HTTP/1.1
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg, application/x-shockwave-flash, application/vnd.ms-excel, application/vnd.ms-powerpoint, application/msword, */*
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Host: web.uniroma2.it
Proxy-Connection: Keep-Alive
Cookie: navpath=italiano%3AHOM

Esempi di header HTTP (8)

- Es. 3: risposta HTTP per la home page

HTTP/1.0 200 OK
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:31:30 GMT
Server: Apache/2.2.3 (Debian) PHP/4.4.4-9
X-Powered-By: PHP/4.4.4-9
Expires: Thu, 19 Nov 1981 08:52:00 GMT
Cache-Control: no-store, no-cache, must-revalidate, post-check=0, pre-check=0
Pragma: no-cache
Content-Type: text/html
Set-Cookie: PHPSESSID=a00f3eeeb8e90b718b6fac1b68a2b88b; path=/
Set-Cookie: PHPSESSID=e5a2167942c7e6299c3607ea1d5ae4a1; path=/
Set-Cookie: navpath=italiano%3A; expires=Wed, 16 Jan 2008 19:31:30 GMT
Set-Cookie: navpath=italiano%3AHOM; expires=Wed, 16 Jan 2008 19:31:30 GMT
Via: 1.1 web.uniroma2.it
Connection: close

<!--!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" …

Via: versione del protocollo e proxy

Chiusura della connessione

Esempi di header HTTP (9)

- Es. 3: risposta HTTP per l'immagine /home/img/home/logo.gif

```
HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:31:31 GMT
Server: Apache/2.2.3 (Debian) PHP/4.4.4-9 mod_ssl/2.2.3
    OpenSSL/0.9.8c mod_perl/2.0.2 Perl/v5.8.8
Last-Modified: Mon, 22 May 2006 08:26:47 GMT
ETag: "104151-1a2d-4363bfc0"
Accept-Ranges: bytes
Via: 1.1 web.uniroma2.it
Expires: Wed, 16 Jan 2008 19:30:42 GMT
Age: 49
Connection: close
Content-Type: image/gif
```

Age: stima dell'età della risorsa quando essa viene fornita da una cache

Presenza dell'header Age: risposta proveniente da una cache

Esempi di header HTTP (10)

- Es. 3: risposta HTTP per http://www.uniroma2.it/

```
HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Date: Wed, 16 Jan 2008 21:05:52 GMT
Server: Apache/1.2.4
Last-Modified: Mon, 04 Apr 2005 11:04:25 GMT
ETag: "115b-d2-42511f39"
Accept-Ranges: bytes
Content-Type: text/html

D2
<HTML>
<HEAD>
<META HTTP-EQUIV="pragma" CONTENT="no-cache">
<TITLE>Universit&agrave; degli Studi di Roma "Tor Vergata"</TITLE>
<META HTTP-EQUIV="refresh" CONTENT="0;URL=http://web.uniroma2.it">
</HEAD>
</HTML>

0
```

Redirezione da www.uniroma2.it a web.uniroma2.it

Esempi di header HTTP (11)

Esempio 4: http://www.tim.it/

- Es. 4: risposta HTTP per http://www.tim.it/

HTTP/1.1 302 Moved Temporarily
Server: Sun-ONE-Web-Server/6.1
Date: Wed, 16 Jan 2008 20:57:47 GMT
Content-length: 0
Content-type: text/html
Location: http://www.tim.it/consumer/homepage.do

Redirezione HTTP

- Es. 4: nuova richiesta HTTP dopo la redirezione

GET /consumer/homepage.do HTTP/1.1
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg, application/x-shockwave-flash, application/vnd.ms-excel, application/vnd.ms-powerpoint, application/msword, */*
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Host: www.tim.it
Proxy-Connection: Keep-Alive
Cookie: __utma=237224453.517890037.1200148164.1200139164.1300149164.1; __utmz=237224463.1201149164.1.1.utmccn=(direct)|utmcsr=(direct)|utmcmd=(none); vgnvisitor=2wp0kw109AN0000ChUzgSMR4Q2

Esempi di header HTTP (12)

- Es. 4: risposta HTTP

HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Server: Sun-ONE-Web-Server/6.1
Date: Wed, 16 Jan 2008 20:57:48 GMT
Content-type: text/html; charset=UTF-8
Cache-Control: max-age=300
X-Powered-By: Servlet/2.4 JSP/2.0

54A
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN
…

Esempi di header HTTP (13)

Esempio 5: http://www.akamai.com/

- Es. 5: risposta HTTP per la home page

HTTP/1.1 200 OK
Transfer-Encoding: chunked
Server: Apache/1.3.37 (Unix)
Content-Type: text/html; charset=utf-8
Set-Cookie: industry=3;path=/;domain=www.akamai.com;
ETag: "11b6fd-3b9a-478cd519"
Vary: Accept-Encoding
Expires: Wed, 16 Jan 2008 18:30:32 GMT
Cache-Control: max-age=0, no-cache, no-store
Pragma: no-cache
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:30:32 GMT
Connection: close
…

Setting del cookie

Vary: header per la negoziazione del contenuto guidata dal server

Esempi di header HTTP (14)

Esempio 6: http://www.cnn.com/

- Es. 6: richiesta HTTP per una risorsa (quale?)

GET
/html.ng/site=cnn&cnn_position=126x31_spon1&cnn_rollup=homepage&page.allowcompete=yes&params.styles=fs&tile=8071638050021&domId=403093 HTTP/1.1
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg, application/x-shockwave-flash, application/vnd.ms-excel, application/vnd.ms-powerpoint, application/msword, */*
Referer: http://www.cnn.com/
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Proxy-Connection: Keep-Alive
Host: ads.cnn.com
Cookie: SelectedEdition=www

Referer: rivela il sito di provenienza

Esempi di header HTTP (15)

- Es. 6: risposta HTTP per una risorsa (quale?)

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 16 Jan 2008 18:32:42 GMT
Server: Apache
Set-Cookie: NGUserID=aa5122a-1392-1200508362-1; expires=Wednesday, 30-
    Dec-2037 16:00:00 GMT; path=/
AdServer: ad8ad2:9678:1
P3P: CP="NOI DEVa TAIa OUR BUS UNI"
Cache-Control: max-age=0, no-cache
Expires: Wed, 16 Jan 2008 18:32:42 GMT
Pragma: no-cache
Content-Type: text/html
Content-Length: 440

<a target="_blank"
    href="/event.ng/Type=click&FlightID=4621&AdID=4789&TargetID=1515&Segme
    nts=730,2743,3030,3285,8463,8796,9496,9557,9779,9781,9853,10381,12639&
    Targets=16035,1515&Values=31,43,51,60,72,83,91,100,110,1266,1557,1588,2
    677,4413,4418,4442,47181,47736,49516,49553,52508,52738,52778,52897,546
    82&RawValues=&Redirect=http://www.cnn.com"><img
    src="http://i.cnn.net/cnn/images/1.gif" border=0 height=1 width=1 alt=""
    align="center"></a>
```

P3P header (per privacy)

CP: Compact Policy token

Esempi di header HTTP (16)

Esempio 7: http://www.kataweb.it/

- Es. 7: richiesta HTTP per un'immagine

```
GET /adimages/T/379686.jpg HTTP/1.1
Accept: */*
Referer: http://www.kataweb.it/
Accept-Language: it
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Proxy-Connection: Keep-Alive
Host: annunci.kataweb.it
Cookie: RMID=5237e9f447626190; RMFD=011JFFBeO10167U
```

- Es. 7: risposta HTTP per un'immagine

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 16 Jan 2008 21:01:15 GMT
Server: Apache
X-Powered-By: PHP/5.2.1
Expires: Thu, 17 Jan 2008 21:01:15 GMT
Cache-Control: Public
Pragma: Public
Last-Modified: Tue, 06 Nov 2007 16:28:06 GMT
Content-Length: 2209
Content-Type: image/jpeg
```

Risorsa cacheable (public) e con scadenza pari a 1 giorno

Esempi di header HTTP (17)

- Es. 7: richiesta HTTP per accedere all'account di email

```
POST /registrazione/katamail/infologin.jsp HTTP/1.1
Accept: image/gif, image/x-xbitmap, image/jpeg, image/pjpeg,
    application/x-shockwave-flash, application/vnd.ms-excel,
    application/vnd.ms-powerpoint, application/msword, */*
Referer: http://www.kataweb.it/
Accept-Language: it
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded
UA-CPU: x86
Accept-Encoding: gzip, deflate
User-Agent: Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 7.0; Windows NT 5.1)
Proxy-Connection: Keep-Alive
Content-Length: 71
Host: login.kataweb.it
Pragma: no-cache
Cookie: RMID=5437e9f447546190; RMFD=021JFFBeO31167

frames=no&lang=it_IT&domain=katamail.com&login=xxxxxxxx&passwd=y
    yyyyyyy
```

Metodo POST

Content-Length del body

Login e password trasmesse in chiaro nel body della richiesta!

Stratificazione HTTP/TCP

- Alcune funzionalità implementate a livello del protocollo di trasporto possono avere un impatto significativo sulle prestazioni Web
- Interruzione di trasferimenti HTTP
  - Richiede la chiusura della connessione TCP sottostante
- Algoritmo di Nagle
  - Limita il numero di pacchetti piccoli trasmessi dal mittente TCP, ritardando il trasferimento dell'ultimo pacchetto del messaggio HTTP
- Acknowldegment ritardati
  - Il destinatario TCP può ritardare l'invio di un acknowldegment sperando di farne il piggybacking in un pacchetto di dati in uscita

Interruzione di trasferimenti HTTP

- In HTTP è assente un meccanismo di interruzione precoce di un trasferimento
  - Solo terminazione della connessione TCP
- L'interruzione evita di caricare il resto della pagina, ma il client deve ristabilire la connessione TCP per servire la prossima richiesta
- Quali sono gli effetti collaterali dell'interruzione di trasferimento?
  - Accoppiamento stretto tra richieste in pipeline sulla stessa connessione TCP
    - Interrompendo una richiesta, si interrompono tutte le richieste inviate in pipeline
  - L'interruzione causata dall'utente non blocca immediatamente il trasferimento dei dati
    - Accoppiamento dei dati trasferiti tra client e proxy e tra proxy e server

Dettagli sull'interruzione: FIN

- Il client invia al server un segmento con impostato il flag FIN mediante close()
- Alla ricezione del FIN, il SO del server invia EOF all'applicazione server
- EOF comporta che il server smetta di scrivere nuovi dati
- Ma il SO del server continua ad inviare dati al client prelevandoli dal buffer di trasmissione

Dettagli sull'interruzione: RST

- Il client invia un segmento con impostato il flag RST (*reset*) mediante close()
  - Occorre prima impostare sul socket l'opzione SO_LINGER
- Il SO del server scarta ogni dato in uscita rimanente per la connessione
  - Inclusi i dati nel buffer di invio
- RST comporta che il SO scarti tutti i dati nel buffer di ricezione
  - Si evita al server di gestire le richieste in pipeline
- Ma non è una chiusura pulita della connessione
- Non vi è ritrasmissione dei pacchetti persi

Algoritmo di Nagle

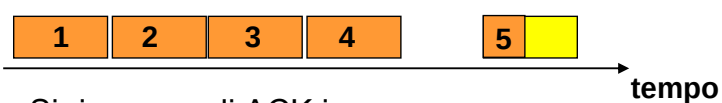
- TCP prevede un meccanismo di bufferizzazione dei dati in uscita per evitare la trasmissione di tanti piccoli segmenti con un utilizzo non ottimale della banda disponibile
- Inviando tanti segmenti piccoli:
  - Maggior consumo di banda (aumenta il rapporto header/ payload)
  - Maggior uso del processore (molti costi sono per pacchetto, non per byte)
- L'algoritmo di Nagle implementa questo meccanismo di bufferizzazione
  - I dati vengono accumulati fino a che non si raggiunge una dimensione sufficiente per eseguire la trasmissione di un singolo segmento (536 o 1460 B)

Algoritmo di Nagle (2)

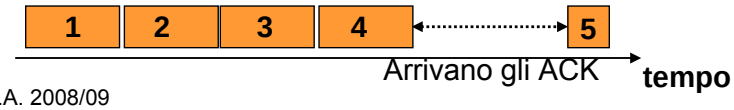
- L'algoritmo prevede che il mittente non invii il prossimo segmento piccolo se è ancora in attesa di ricevere l'ACK di un segmento piccolo già inviato
- *Conseguenza*: il mittente deve accumulare i dati in spedizione fino a che sia soddisfatta una delle due condizioni:
  - La dimensione dei dati pronti per l'invio ha superato l'MSS
  - E' stato ricevuto l'ACK per tutti i segmenti piccoli in sospeso

Impatto sulle prestazioni Web

- Può avere un effetto negativo sulle connessioni persistenti se i trasferimenti Web richiedono il trasferimento di segmenti piccoli
  - Es.: il server trasmette la risposta HTTP scrivendo i dati sul socket con due chiamate di sistema separate per header e dati
  - Es: messaggio di 6000 B su una connessione con MSS pari a 1460 B
    - 4 segmenti da 1460 B e 1 segmento da 160 B
    - Il SO ritarda l'invio dell'ultimo segmento piccolo finché:
      - Si raggiunge la dimensione dell'MSS scrivendo dati addizionali



  - Si ricevono gli ACK in sospeso



Come disabilitare l'algoritmo di Nagle

- L'algoritmo di Nagle può essere disabilitato a livello di applicazione
- Si usa setsockopt() per impostare l'opzione del socket TCP_NODELAY

```
int one = 1;
setsockopt(sock, IPPROTO_TCP, TCP_NODELAY, &one, sizeof(one));
```


ACK ritardati

- Ritardando la trasmissione di un ACK, aumenta la probabilità di poterne fare il piggybacking in un pacchetto di dati
- Algoritmo delayed ACK
  - ACK inviati
    - Ogni due segmenti ricevuti
    - Oppure dopo 200 ms dalla ricezione di un singolo segmento
  - L'invio immediato di un ACK si ha solo per segmenti fuori sequenza

Interazione tra Nagle e ACK ritardato

- Nagle e ACK ritardato causano una situazione di deadlock temporaneo
  - Il mittente vuole inviare 1,5 segmenti, manda il primo segmento completo
  - Nagle impedisce l'invio del secondo segmento (non ha dimensione completa e il mittente attende di ricevere l'ACK del primo segmento)
  - Il mittente attente l'ACK ritardato dal destinatario
  - Il destinatario aspetta il secondo segmento per inviare l'ACK
- Soluzione: disabilitare Nagle