

Esercitazione #2

Antonio Brogi

Dipartimento di Informatica
Università di Pisa

RCL: Reti di Calcolatori e Laboratorio (Corso di Laurea in Informatica - corso A - a.a. 2015/2016)

Antonio Brogi

Informazioni generali

- L'insegnamento di "Reti di Calcolatori e Laboratorio (RCL)" è strutturato in due moduli didattici: "Reti di Calcolatori" e "Laboratorio di Programmazione di Rete".
- [Modalità d'esame](#)
- [Suddivisione in corsi A e B](#)
- [Informazioni per gli studenti ancora iscritti all'ordinamento "classe 26"](#)

Modulo "Reti di calcolatori"

- **Avvisi.** Nessuno.
- **Obiettivo.** Introdurre gli aspetti fondamentali delle reti di calcolatori illustrando applicazioni e protocolli relativi al modello TCP/IP.
- **Breve descrizione dei contenuti.** Introduzione alle reti, protocolli (dal livello application al livello link), introduzione alla sicurezza nelle reti e ai sistemi P2P.
- **Materiale didattico.**
 - I testo adottato:
 - B.A. Forouzan & F. Mosharraf. *Reti di calcolatori*. McGraw-Hill. [[integrazioni ed errata corrige](#)]
 - I. Stoica et al.. *Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications*. IEEE/ACM Transactions on Networking, 11(1), 2003.
 - Lucidi: [ritardi e perdite](#), [S&W](#), [GBN](#), [SR](#), [Reno](#).
 - Homework assignment: [HA1](#), [HA2](#), [HA3](#), [HA4](#).
 - [Approfondimenti suggeriti](#).
 - [Programma](#) svolto. [Programma a.a. 2014/2015.]
 - [Registro delle lezioni](#).
 - [Altri link: [RFC](#), [cookiecentral](#), [NSLookup](#), [Traceroute](#), [PGP](#).]
- **Testi delle prove scritte** (con traccia delle soluzioni):
 - a.a. 2014/2015: [2015.06.11](#), [2015.07.14](#), [2015.09.11](#).
 - a.a. 2013/2014: [2014.06.10](#), [2014.07.15](#), [2014.09.10](#), [2014.11.07 STR](#), [2015.01.21](#), [2015.02.12](#), [2015.04.09 STR](#).
 - a.a. 2012/2013: [2013.06.05](#), [2013.06.26](#), [2013.07.17](#), [2013.09.05](#), [2013.11.05 STR](#), [2014.01.16](#), [2014.02.06](#), [2014.04.01 STR](#).

Modulo "Laboratorio di Programmazione di Rete"

Finora in aula

1. [Lun 21/09/2015 16:00-18:00](#) (2:0 h) lezione: Introduzione al corso. Introduzione alle reti. (Antonio Brogi)
2. [Mar 22/09/2015 09:00-11:00](#) (2:0 h) lezione: Introduzione alle reti. (Antonio Brogi)
3. [Lun 28/09/2015 16:00-18:00](#) (2:0 h) lezione: Livello application: concetti generali, WWW. (Antonio Brogi)
4. [Mar 29/09/2015 09:00-11:00](#) (2:0 h) lezione: Livello application: WWW, FTP, email. (Antonio Brogi)
5. [Lun 05/10/2015 16:00-17:00](#) (1:0 h) lezione: Livello application: DNS. (Antonio Brogi)
6. [Lun 05/10/2015 17:00-18:00](#) (1:0 h) esercitazione: Soluzione homework assignment #1. (Antonio Brogi)
7. [Mar 06/10/2015 09:00-11:00](#) (2:0 h) lezione: Livello transport: concetti generali, UDP, Stop&Wait. (Antonio Brogi)
8. [Lun 12/10/2015 16:00-18:00](#) (2:0 h) lezione: Livello transport: GBN, SR. (Antonio Brogi)
9. [Mar 13/10/2015 09:00-10:00](#) (1:0 h) lezione: Livello transport: TCP. (Antonio Brogi)
10. [Lun 19/10/2015 16:00-18:00](#) (2:0 h) lezione: Livello transport: TCP. (Antonio Brogi)
11. [Mar 20/10/2015 09:00-10:30](#) (2:0 h) lezione: Livello transport: TCP. (Antonio Brogi)

	Lezioni in aula	Esercitazioni in aula
Introduzione al corso e alle reti	4 h	
Livello application	5 h	1 h
Livello transport	9 h	
	19 h	

RCL: Reti di Calcolatori e Laboratorio (Corso di Laurea in Informatica - corso A - a.a. 2015/2016)

Antonio Brogi

Informazioni generali

- L'insegnamento di "Reti di Calcolatori e Laboratorio (RCL)" è strutturato in due moduli didattici: "Reti di Calcolatori" e "Laboratorio di Programmazione di Rete".
- [Modalità d'esame](#)
- [Suddivisione in corsi A e B](#)
- [Informazioni per gli studenti ancora iscritti all'ordinamento "classe 26"](#)

Modulo "Reti di calcolatori"

- **Avvisi.** Nessuno.
- **Obiettivo.** Introdurre gli aspetti fondamentali delle reti di calcolatori illustrando applicazioni e protocolli relativi al modello TCP/IP.
- **Breve descrizione dei contenuti.** Introduzione alle reti, protocolli (dal livello application al livello link), introduzione alla sicurezza nelle reti e ai sistemi P2P.
- **Materiale didattico.**
 - I testo adottato:
 - B.A. Forouzan & F. Mosharraf. *Reti di calcolatori*. McGraw-Hill. [[integrazioni ed errata corrige](#)]
 - I. Stoica et al.. *Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications*. IEEE/ACM Transactions on Networking, 11(1), 2003.
 - Lucidi: [ritardi e perdite](#), [S&W](#), [GBN](#), [SR](#), [Reno](#).
 - Homework assignment: [HA1](#), [HA2](#), [HA3](#), [HA4](#).
 - [Approfondimenti suggeriti](#).
 - [Programma svolto](#) [Programma a.a. 2014/2015.]
 - [Registro delle lezioni](#).
 - [Altri link: [RFC](#), [cookiecentral](#), [NSLookup](#), [Traceroute](#), [PGP](#).]
- **Testi delle prove scritte** (con traccia delle soluzioni):
 - a.a. 2014/2015: [2015.06.11](#), [2015.07.14](#), [2015.09.11](#).
 - a.a. 2013/2014: [2014.06.10](#), [2014.07.15](#), [2014.09.10](#), [2014.11.07 STR](#), [2015.01.21](#), [2015.02.12](#), [2015.04.09 STR](#).
 - a.a. 2012/2013: [2013.06.05](#), [2013.06.26](#), [2013.07.17](#), [2013.09.05](#), [2013.11.05 STR](#), [2014.01.16](#), [2014.02.06](#), [2014.04.01 STR](#).

Modulo "Laboratorio di Programmazione di Rete"

Modulo di RETI DI CALCOLATORI/A (a.a. 2015/2016)

Programma svolto

Introduzione al corso

Obiettivi, contenuti, testo di riferimento, organizzazione del corso, modalità d'esame.

→ *pagina Web del corso*

Introduzione alle reti di calcolatori

Una panoramica di Internet, ritardi nelle reti a commutazione di pacchetto, organizzazione dei protocolli in livelli.

→ *par. 1.1, 1.2 (escluso 1.2.3), 1.4 di [FM]; lucidi su ritardi e perdite.*

Livello application

Concetti generali, paradigma client-server, applicazioni (Web, FTP, email, TELNET), DNS.

→ *par. 2.1, 2.2, 2.3 (escluso 2.3.5) di [FM]*

Livello transport

Concetti generali, protocolli di livello transport: UDP, Stop&Wait, GBN, SR, TCP.

→ *cap. 3 di [FM]; lucidi su Stop&Wait, GBN, SR, TCP Reno.*

Il livello network

Concetti generali, protocolli di livello network (formato datagram e indirizzi IP, DHCP, NAT, forwarding, ICMP), routing unicast (routing DV, LS, gerarchico, RIP, OSPF, BGP), IPv6.

→ *par. 4.1.1, 4.1.2, 4.2, 4.3, 4.5 di [FM]; lucidi su NAT.*

Il livello link

Concetti generali, protocolli ad accesso multiplo, indirizzi a livello link, LAN cablate, dispositivi di interconnessione.

→ *cap. 5 (escluso 5.2) di [FM]*

LAN wireless

Concetti generali, IEEE 802.11.

→ *par. 6.1.1, 6.1.2 di [FM]*

Introduzione alle applicazioni peer-to-peer

Directory centralizzata, query flooding, copertura gerarchica, BitTorrent, Chord.

→ *par. 2.4 di [FM]; par. IV of [Sto]*

Introduzione alla sicurezza nelle reti

Concetti generali, cifratura a chiave simmetrica, cifratura a chiave asimmetrica, MAC e firme digitali, protocolli di autenticazione, IPsec.

→ *par.9.1, 9.2 (escluso 9.2.8), 9.3.3 di [FM]*

Riferimenti

- [FM] B.A. Forouzan & F. Mosharraf. *Reti di calcolatori*. McGraw-Hill, 2013.
- [Sto] I. Stoica et al.. *Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications*. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 11(1), 2003.
- Alcuni dei lucidi utilizzati dal docente, disponibili sulla pagina Web del corso.

RCL: Reti di Calcolatori e Laboratorio (Corso di Laurea in Informatica - corso A - a.a. 2015/2016)

Antonio Brogi

Informazioni generali

- L'insegnamento di "Reti di Calcolatori e Laboratorio (RCL)" è strutturato in due moduli didattici: "Reti di Calcolatori" e "Laboratorio di Programmazione di Rete".
- [Modalità d'esame](#)
- [Suddivisione in corsi A e B](#)
- [Informazioni per gli studenti ancora iscritti all'ordinamento "classe 26"](#)

Modulo "Reti di calcolatori"

- **Avvisi.** Nessuno.
- **Obiettivo.** Introdurre gli aspetti fondamentali delle reti di calcolatori illustrando applicazioni e protocolli relativi al modello TCP/IP.
- **Breve descrizione dei contenuti.** Introduzione alle reti, protocolli (dal livello application al livello link), introduzione alla sicurezza nelle reti e ai sistemi P2P.
- **Materiale didattico.**
 - Il testo adottato:
 - B.A. Forouzan & F. Mosharraf. *Reti di calcolatori*. McGraw-Hill. [[integrazioni ed errata corrige](#)]
 - I. Stoica et al.. *Chord: A Scalable Peer-to-peer Group Protocol for Internet Applications*. IEEE/ACM Transactions on Networking, 11(1), 2003.
 - Lucidi: [ritardi e perdite](#), [S&W](#), [GBN](#), [SR](#), [Reno](#).
 - Homework assignment: [HA1](#), [HA2](#), [HA3](#), [HA4](#).
 - [Approfondimenti suggeriti](#).
 - [Programma](#) svolto. [[Programma a.a. 2014/2015](#).]
 - [Registro delle lezioni](#).
 - [Altri link: [RFC](#), [cookiecentral](#), [NSLookup](#), [Traceroute](#), [PGP](#).]
- **Testi delle prove scritte** (con traccia delle soluzioni):
 - a.a. 2014/2015: [2015.06.11](#), [2015.07.14](#), [2015.09.11](#).
 - a.a. 2013/2014: [2014.06.10](#), [2014.07.15](#), [2014.09.10](#), [2014.11.07 STR](#), [2015.01.21](#), [2015.02.12](#), [2015.04.09 STR](#).
 - a.a. 2012/2013: [2013.06.05](#), [2013.06.26](#), [2013.07.17](#), [2013.09.05](#), [2013.11.05 STR](#), [2014.01.16](#), [2014.02.06](#), [2014.04.01 STR](#).



Modulo "Laboratorio di Programmazione di Rete"

RCL: Reti di Calcolatori e Laboratorio (Corso di Laurea in Informatica - corso A - a.a. 2015/2016)

Antonio Brogi

Informazioni generali

- L'insegnamento di "Reti di Calcolatori e Laboratorio (RCL)" è strutturato in due moduli didattici: "Reti di Calcolatori" e "Laboratorio di Programmazione di Rete".
- [Modalità d'esame](#)
- [Suddivisione in corsi A e B](#)
- [Informazioni per gli studenti ancora iscritti all'ordinamento "classe 26"](#)

Modulo "Reti di calcolatori"

- **Avvisi.** Nessuno.
- **Obiettivo.** Introdurre gli aspetti fondamentali delle reti di calcolatori illustrando applicazioni e protocolli relativi al modello TCP/IP.
- **Breve descrizione dei contenuti.** Introduzione alle reti, protocolli (dal livello application al livello link), introduzione alla sicurezza nelle reti e ai sistemi P2P.
- **Materiale didattico.**
 - I testo adottato:
 - B.A. Forouzan & F. Mosharraf. *Reti di calcolatori*. McGraw-Hill. [[integrazioni ed errata corrige](#)]
 - I. Stoica et al.. *Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications*. IEEE/ACM Transactions on Networking, 11(1), 2003.
 - Lucidi: [ritardi e perdite](#), [S&W](#), [GBN](#), [SR](#), [Reno](#).
 - Homework assignment: [HA1](#), [HA2](#), [HA3](#), [HA4](#).
 - [Approfondimenti suggeriti](#).
 - [Programma](#) svolto. [Programma a.a. 2014/2015.]
 - [Registro delle lezioni](#).
 - [Altri link: [RFC](#), [cookiecentral](#), [NSLookup](#), [Traceroute](#), [PGP](#).]
- **Testi delle prove scritte** (con traccia delle soluzioni):
 - a.a. 2014/2015: [2015.06.11](#), [2015.07.14](#), [2015.09.11](#).
 - a.a. 2013/2014: [2014.06.10](#), [2014.07.15](#), [2014.09.10](#), [2014.11.07 STR](#), [2015.01.21](#), [2015.02.12](#), [2015.04.09 STR](#).
 - a.a. 2012/2013: [2013.06.05](#), [2013.06.26](#), [2013.07.17](#), [2013.09.05](#), [2013.11.05 STR](#), [2014.01.16](#), [2014.02.06](#), [2014.04.01 STR](#).

Modulo "Laboratorio di Programmazione di Rete"

Introduzione alle reti

Introduzione alle reti di calcolatori

Una panoramica di Internet, ritardi nelle reti a commutazione di pacchetto, organizzazione dei protocolli in livelli.

→ *par. 1.1, 1.2 (escluso 1.2.3), 1.4 di [FM]; lucidi su ritardi e perdite.*

- HA1/Q1: ritardi ✓

Introduzione alle reti

Q. Un router A trasmette in modo continuato dati su un collegamento lungo 10 km con un router B, la cui velocità di propagazione è $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Determinare –giustificando la risposta– quale è la frequenza di trasmissione se al più 500 bit possono essere simultaneamente presenti nel collegamento.



I bit che possono essere simultaneamente presenti nel collegamento sono quelli che il router riesce a trasmettere mentre il segnale si propaga nel canale, ovvero $R \cdot d_{\text{prop}} = 500 \text{ b}$ e quindi $R = 500 \text{ b} \cdot \frac{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{10^4 \text{ m}} = 10 \text{ Mbps}$.

Livello application

Livello application

Concetti generali, paradigma client-server, applicazioni (Web, FTP, email, TELNET), DNS.

→ par. 2.1, 2.2, 2.3 (escluso 2.3.5) di [FM]

- HA1/E1: pseudocodice HTTP proxy ✓
- HA1/E2: ASF FTP ✓
- HA1/Q2: SMTP ✓
- HA2/Q3: DNS ✓

Livello application

Approfondimento suggerito #1

Determinare, analizzando la RFC 959, in che modo viene stabilita una connessione dati in FTP se il cliente ha o meno precedentemente inviato al server un comando “PASV”.

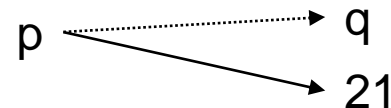
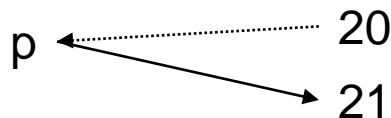


FTP

- FTP utilizza due connessioni TCP parallele
 - **controllo**
 - inizialmente cliente cerca di aprire 1 connessione TCP col server sulla porta **21** del server
 - tale connessione viene utilizzata per l'invio di informazioni di controllo “out-of-band” fra i due host (identificatori, password, comandi, ...)
 - **dati [default]**
 - quando server riceve (su connessione di controllo) un comando di trasferimento file da/verso host remoto, il server crea una nuova connessione TCP col cliente per il trasferimento del file

PASSIVE (PASV)

This command requests the server-DTP to “listen” on a data port (which is not its default data port) and to wait for a connection rather than initiate one upon receipt of a transfer command. The response to this command includes the host and port address this server is listening on.



Livello application

Approfondimento suggerito #2

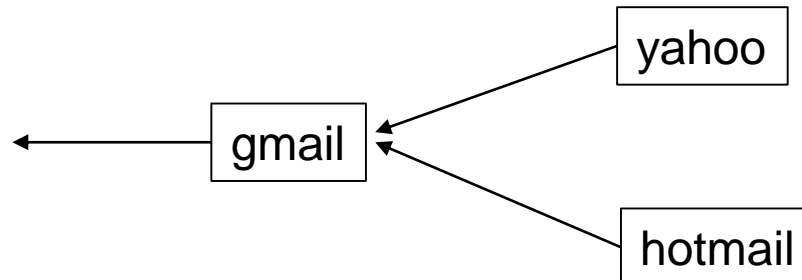
1. Determinare, analizzando la documentazione disponibile in rete, in che modo funziona il “mail fetcher” di Gmail.



Se disponi di più account email, puoi controllarli tutti in Gmail. La funzionalità Mail Fetcher di Gmail importa prima tutti i messaggi precedenti in Gmail, e poi continua a importare i nuovi messaggi inviati all'altro account. Puoi aggiungere fino a cinque account, tra cui Gmail e altri provider di posta elettronica.

Se stai importando i messaggi da un altro provider di posta elettronica, l'altro provider deve consentire l'accesso POP3. Vai avanti e prova a effettuare le operazioni riportate di seguito, ma se ricevi un messaggio di errore ti consigliamo di visitare il centro assistenza dell'altro provider per verificare se supporta POP3. Puoi anche provare [altri metodi per spostare i messaggi in Gmail](#).

1. Apri il tuo account Gmail.
2. Fai clic sull'ingranaggio ⚙ in alto a destra.
3. Seleziona **Impostazioni**.
4. Seleziona la scheda **Account e importazione**.
5. Nella sezione "Controlla la posta da altri account (utilizzando POP3)", fai clic su **Aggiungi un tuo account di posta POP3**.



Livello application

Approfondimento suggerito #3

Determinare, analizzando la RFC 1034, in che modo viene stabilito se una query DNS viene gestita in modo ricorsivo o meno.



The use of recursive mode is limited to cases where both the client and the name server agree to its use. The agreement is negotiated through the use of two bits in query and response messages:

- The recursion available, or RA bit, is set or cleared by a name server in all responses. The bit is true if the name server is willing to provide recursive service for the client, regardless of whether the client requested recursive service.
- Queries contain a bit called recursion desired or RD. This bit specifies whether the requester wants recursive service for this query. Clients may request recursive service from any name server, though they should depend upon receiving it only from servers which have previously sent an RA, or servers which have agreed to provide service through private agreement or some other means outside of the DNS protocol.

The recursive mode occurs when a query with RD set arrives at a server which is willing to provide recursive service; the client can verify that recursive mode was used by checking that both RA and RD are set in the reply. Note that the name server should never perform recursive service unless asked via RD, since this interferes with trouble shooting of name servers and their databases.

Livello transport

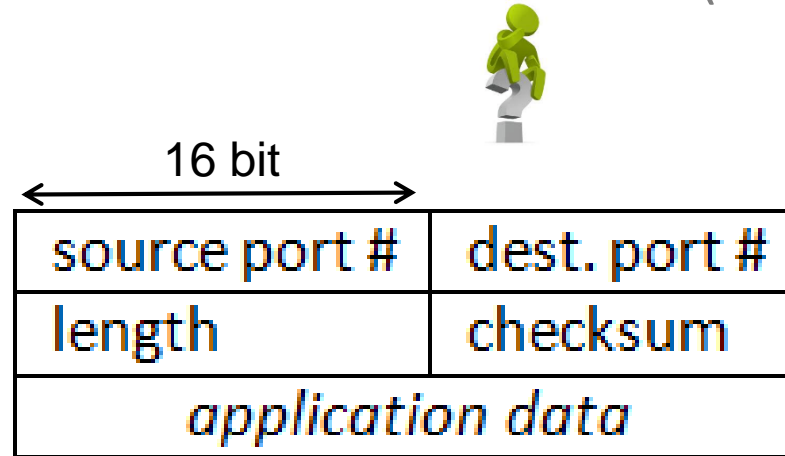
Livello transport

Concetti generali, protocolli di livello transport: UDP, Stop&Wait, GBN, SR, TCP.

→ *cap. 3 di [FM]; lucidi*

Livello transport

HA3/Q1. Indicare –giustificando la risposta– quanti sono i byte di dati trasportati da un segmento UDP la cui intestazione (in esadecimale) è 0632000D002CE217.



- lunghezza totale segmento definita da terzo byte intestazione
- $002C_{16} = ?_{10}$
 $= 44_{10}$
- Dati trasportati da segmento
= lung. totale segmento – lung. intestazione
= 44-8
= 36

Nota

Come descritto a pag. 131 del testo, UDP calcola il checksum su:

- uno pseudoheader IP,
- preambolo segmento UDP e
- parte dati segmento UDP.

Ciò che il testo non menziona esplicitamente è che lo pseudoheader è solo “conceptually prefixed” (RFC [768](#)), ovvero viene solo utilizzato per generare (e per verificare) il checksum, e viene quindi scartato.

Livello transport

HA3/Q2. Un sender Selective Repeat con dimensione della finestra uguale a 4 e con 3 segmenti “in volo” riceve un riscontro non duplicato R. Indicare – giustificando la risposta – se è possibile o meno che tale sender **non** possa inviare nuovi segmenti dopo avere ricevuto R.



Si. Considerando le quattro possibili situazioni (illustrate sotto) in cui può trovarsi il buffer di spedizione quando il sender riceve R, ciò accade nei primi tre casi se $R.ackNum > sendBase$.

<i>sendBase</i>	<i>sendBase+1</i>	<i>sendBase+2</i>	<i>sendBase+3</i>
in-flight	acked	in-flight	in-flight
in-flight	in-flight	acked	in-flight
in-flight	in-flight	in-flight	acked
in-flight	in-flight	in-flight	unsent



Sintesi

Introduzione alle reti di calcolatori

- Ritardi $HA1/Q1 + ES2/Q$

Livello application

- HTTP $HA1/E1$
- FTP $HA1/E2 + AS1$
- Email $HA1/Q2 + AS2$
- DNS $HA2/Q3 + AS3$

Livello transport

- UDP $HA3/Q1$
- S&W
- GBN $HA3/E1$
- SR $HA3/Q2$