



*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 7

### TCP/IP

# Internet: cos'è

- ❑ Il più grande beta-testing della storia
- ❑ Un entità indefinibile
- ❑ Un fenomeno di costume
- ❑ La più grande banca dati della terra
- ❑ Una rete di reti di computer

# Internet: una rete di reti

- ❑ Internet non è una singola entità, ma una unione di reti di computer in continua crescita e variazione.
- ❑ Non vi è uniformità su nulla tranne che su una cosa: il TCP/IP.
- ❑ Tende ad essere globale (sovranazionale).
- ❑ Non possiede un organismo centralizzato dotato di poteri di controllo.
- ❑ Lo sviluppo tecnologico si basa sul contributo degli utenti della rete stessa.

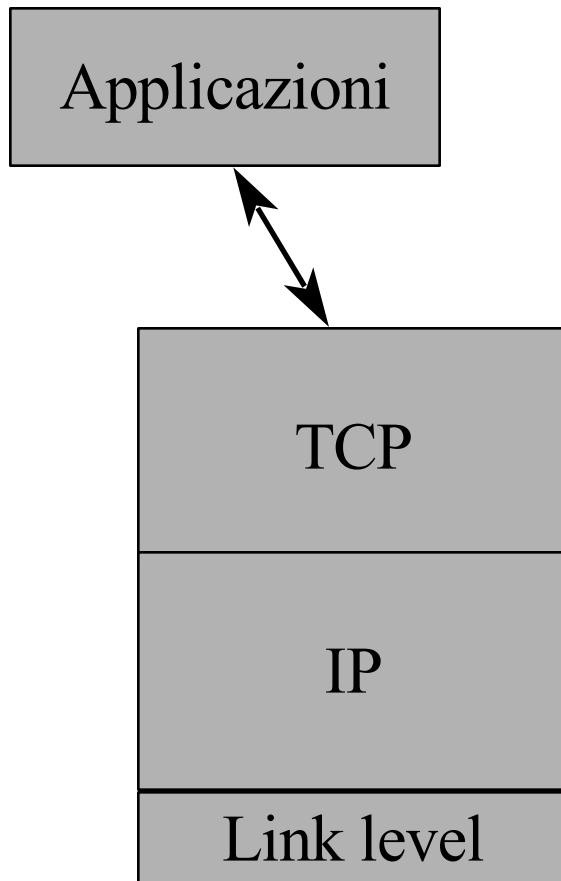
# IETF/RFC/NIC

- ❑ NIC (Network Information Center)
  - Assegna i gruppi di indirizzi di rete e ha funzioni di controllo (blando) dello sviluppo di Internet
- ❑ IETF (Internet Engineering Task Force)
  - L'organismo che studia e sviluppa i protocolli in uso su Internet. Si basa su gruppi di lavoro a cui chiunque può accedere
- ❑ RFC/STD (Request For Comments e STanDards)
  - I documenti "ufficiali" che descrivono i protocolli usati su Internet. Sono pubblicamente accessibili in rete.

# TCP/IP: elemento unificante

- ❑ L'elemento unificante di Internet è il protocollo TCP/IP per la trasmissione dei dati
- ❑ Non sono uniformi in Internet:
  - tecnologia di trasporto (Ethernet, FDDI, ATM, etc.)
  - Sistemi Operativi in uso
  - Applicazioni usate

# TCP/IP: modello a strati



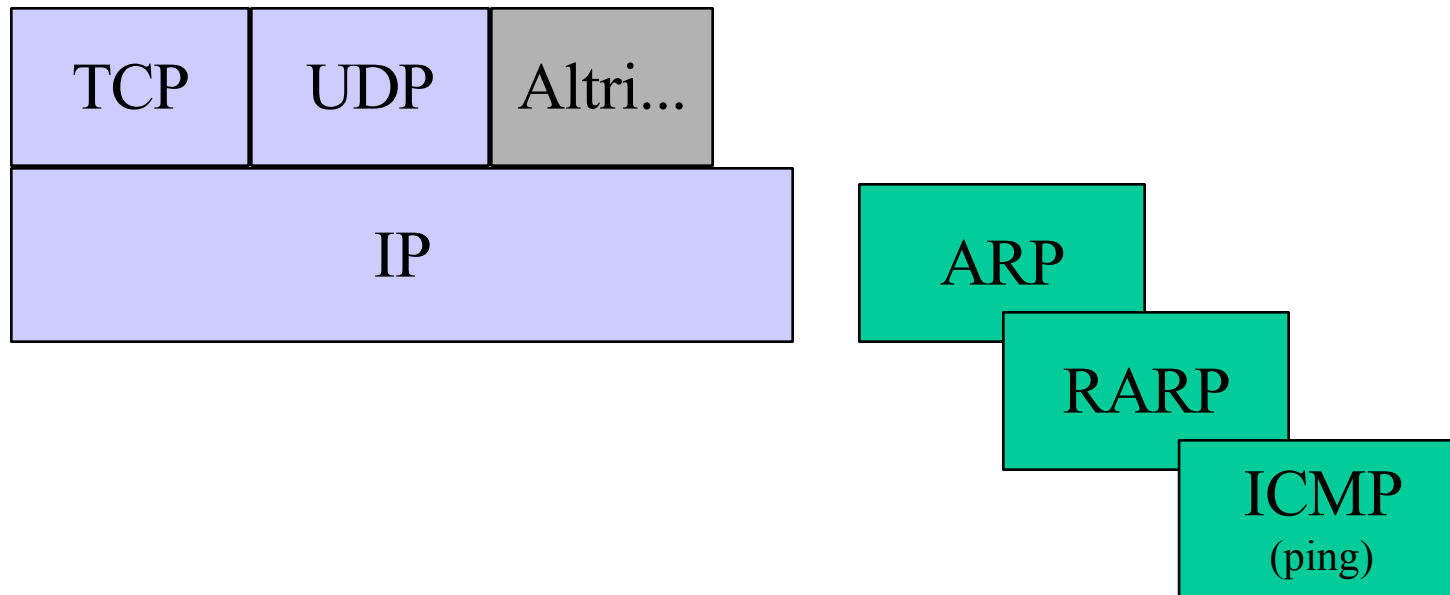
La mappatura degli strati del TCP/IP con il modello ISO/OSI è fuorviante

Segmentazione e riunificazione degli stream (TCP)  
Controllo degli errori (header)  
Multiplexing  
Flow Control (TCP)

Segmentazione e riunificazione\* dei pacchetti  
(adattamento al livello fisico)  
Controllo degli errori (header)  
Multiplexing  
TTL (time to live)  
Routing

# Il TCP/IP: non un solo protocollo

Con il termine TCP/IP si indica una suite di protocolli formata da più protocolli.



# Suite TCP/IP: protocolli più usati

- ❑ **IP:** Internet Protocol, sta sotto il TCP, l'UDP e tutti gli altri protocolli "applicativi"  
Offre pochissimi servizi, i suoi punti di forza sono la semplicità e la velocità.
- ❑ **UDP:** offre un servizio solo poco più raffinato dell'IP.  
In pratica offre in più solo il multiplexing di porta.
- ❑ **TCP:** offre un servizio stream-based con possibilità di multiplexing e controllo del flusso (end to end)
- ❑ **ARP, RARP:** protocolli usati per il routing locale.
- ❑ **ICMP:** protocollo usato per test sulla rete (ping e traceroute)
- ❑ Esistono altri protocolli per il funzionamento dei gateways, dei nameservers, etc.



# Datagramma IPv4 - RFC 791, STD 5

0	4	8	16	31
Vers	Hlen	Tipo Servizio	Lungh. Tot.	
Identificazione			Flag	Offset Del Framm.
Tempo Di Vita		Protocollo	Checksum Intestazione	
Indirizzo IP di Provenienza				
Indirizzo IP di Destinazione				
Opzioni (Eventuali)				Riempimento
Dati .....				

# Datagramma IPv4: campi

- ❑ **Vers:** versione protocollo IP.
- ❑ **Hlen:** Lunghezza dell'header (comprese le opzioni).
- ❑ **Tipo Servizio:** indica differenti tipi di servizio da dare al pacchetto. E' poco usato.
- ❑ **Lungh. Totale:** lunghezza totale del pacchetto IP.
- ❑ **Time To Live:** tempo di vita in Internet, non è un tempo ma un numero di hop.
- ❑ **Protocollo:** protocollo contenuto nella parte dati.
- ❑ **Checksum:** checksum dell'header IP.

# Datagramma UDP

0	8	16	31
Indirizzo IP di Provenienza			
Indirizzo IP di Destinazione			
Zero	Proto (17)	Lunghezza UDP	

0	16	31
Porta di Provenienza		Porta di Destinazione
Lunghezza Del Messaggio UDP		Checksum UDP
Dati .....		

# Datagramma UDP: campi

- ❑ La prima parte è uno *pseudo-header*, utile solo per il calcolo del checksum. **NON viene trasmesso.**
- ❑ **Porta:** numeri di porta della comunicazione (per il demultiplexing è usato solo quello di destinazione).
- ❑ **Checksum:** checksum dell'intero pacchetto (compreso lo pseudo-header). E' opzionale.

# Datagramma TCP

0	8	16	31
Indirizzo IP di Provenienza			
Indirizzo IP di Destinazione			
Zero	Proto (6)	Lunghezza TCP	

0	4	10	16	31
Porta di Provenienza			Porta di Destinazione	
Numero Sequenziale				
Numero Riscontro				
Hlen	Reserved	Bit Codice	Finestra	
Checksum			Puntatore Urgente	
Opzioni (Eventuali)				Riempimento
Dati				
.....				

## Datagramma TCP - note

Nel datagramma TCP bisogna notare la presenza dei seguenti dati (assenti nel datagramma UDP):

- Numero sequenziale del pacchetto
- Numero di riscontro
- Finestra

Essi permettono il **flow control**, il meccanismo di **ritrasmissione** ed il **riordino dei pacchetti in ricezione**, necessari per la struttura stream-based del TCP.

E' inoltre presente un campo URGENT che permette la trasmissione di dati "fuori banda", ovvero a priorità maggiore degli altri (la loro gestione però è affidata all'applicazione)

# Finestra di trasmissione (TCP)

Il flow control nel TCP si basa sulla *finestra di trasmissione*.

Essa è negoziata all'inizio della connessione e viene fatta avanzare alla ricezione di un Ack.

La ricezione di un Not-Ack (ovvero alla perdita di dati) essa viene "chiusa"; viene riaperta alla ricezione di un Ack.

Bisogna notare che la velocità di "apertura" e "chiusura" non sono uguali e che il calcolo del tempo di attesa tra le trasmissioni di due pacchetti è complesso.

Bisogna notare, inoltre, che gli Ack non sono uno per ogni pacchetto TCP, ma sono cumulativi, ossia indicano la quantità di bytes ricevuti correttamente.



# Concetto di porta (endpoint)

La "**porta**" è un numero (unsigned int) che identifica un punto di demultiplexing dei protocolli TCP o UDP.

Ogni connessione nel TCP/UDP è identificata in maniera univoca grazie alla coppia **numero IP / porta dell'host destinazione**.

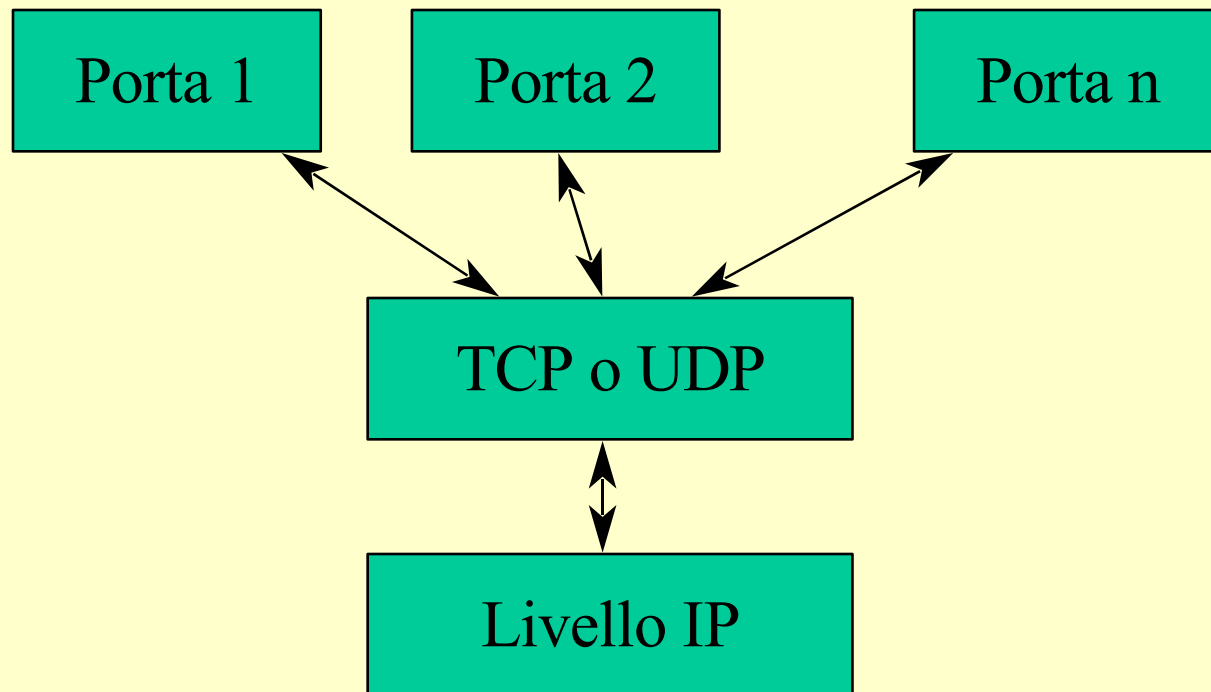
Il TCP può discriminare differenti connessioni che giungano alla stessa porta grazie alla coppia **numero IP / porta dell'host di provenienza**.

Le porte si dividono in

- **Well Known Ports**, ovvero porte a cui è assegnato a priori un significato (FTP, Telnet, WWW, etc.), range [0-1023]
- **Porte dinamiche**, ovvero porte assegnate dinamicamente dal sistema operativo alle applicazioni, range [1024-65535]



# Demultiplexing basato sulle porte



# Esempi di Well Known Ports

gotd	17/tcp	Quote of the Day
ftp-data	20/tcp	File Transfer [Default Data]
ftp	21/tcp	File Transfer [Control]
telnet	23/tcp	Telnet
smtp	25/tcp	Simple Mail Transfer
rap	38/tcp	Route Access Protocol
nicname	43/tcp	Who Is
login	49/tcp	Login Host Protocol
domain	53/tcp	Domain Name Server
tftp	69/tcp	Trivial File Transfer
gopher	70/tcp	Gopher
finger	79/tcp	Finger
www-http	80/tcp	World Wide Web HTTP
pop3	110/tcp	Post Office Protocol - Version 3
auth	113/tcp	Authentication Service
nntp	119/tcp	Network News Transfer Protocol
imap3	220/tcp	Interactive Mail Access Protocol v3

# Proprietà del servizio UDP

- Orientamento al pacchetto
- Connectionless
- Trasferimento non bufferizzato
- Nessun controllo di flusso

Rispetto al TCP l'UDP è meno complesso, offre meno servizi, ma è più indicato in contesti dove occorra un completo controllo della connessione (applicazioni time-sensitive come la trasmissione di dati multimediali)

# Proprietà del servizio TCP

- Orientamento allo stream
- Connessione di circuito virtuale
- Trasferimento bufferizzato
- Stream non strutturato
- Connessione full-duplex

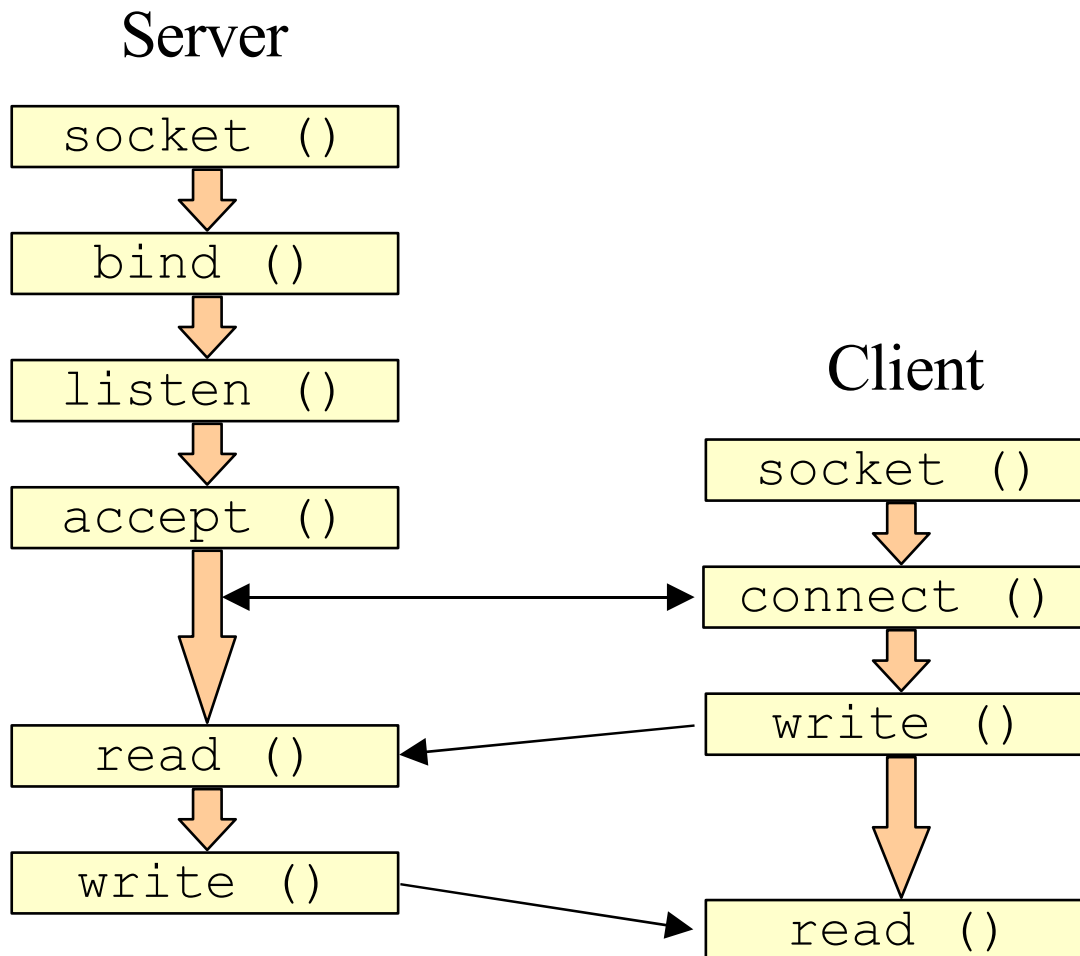
## Riepilogo delle caratteristiche

	IP	UDP	TCP
Orientato alla connessione	no	no	SI
Confini di messaggio (pkt/stream)	SI	SI	no
Checksum dati	no	Opz.	SI
Riscontro ricezione	no	no	SI
Timeout & retransmission	no	no	SI
Rivelazione duplicato	no	no	SI
Ordinamento sequenziale	no	no	SI
Controllo flusso	no	no	SI

# Motivi della diffusione di Internet

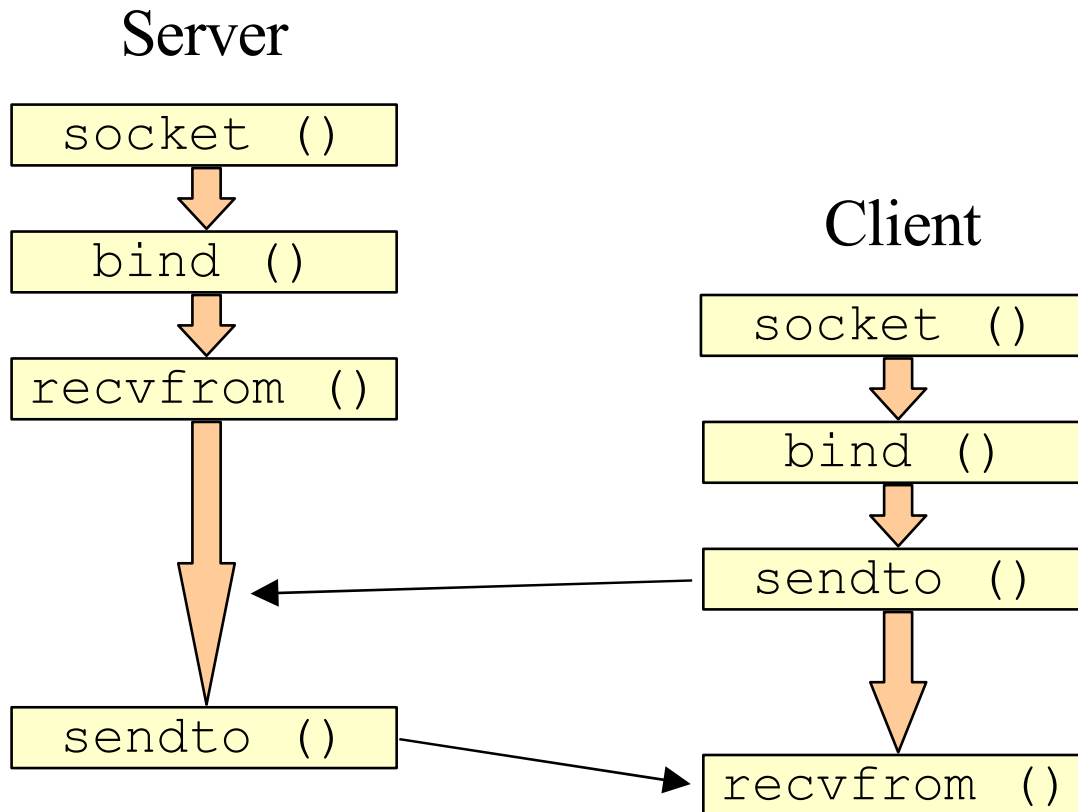
- ❑ Il protocollo TCP/IP è sempre presente in UNIX (diffusione nelle università, soprattutto americane)
- ❑ Non è proprietario quindi è facilmente
  - espandibile e/o modificabile (alcuni sorgenti sono pubblici)
  - studiabile (la documentazione è pubblica e gratuita)
- ❑ Il TCP/IP è semplice (sia per l'implementazione che per l'uso)
- ❑ Adattabile
- ❑ Richiede poche risorse in termini di CPU e dotazione hardware

# Protocollo orientato alla connessione (TCP)



# Protocollo senza connessione

## (UDP)





# TCP vs UDP

Nella programm. di rete si deve ricordare che:

- ❑ il TCP offre un servizio di trasporto a stream, quindi si può leggere da un input di rete quanti bytes si desiderano.
- ❑ l'UDP offre un servizio a pacchetti, quindi occorre leggere tutto il pacchetto in arrivo; se se ne legge solo una parte il rimanente viene perso.

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.

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 piu' 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](mailto: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'.