

Reti di Elaboratori

Corso di Laurea in Informatica
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Canale A-L

Prof.ssa Chiara Petrioli

Parte di queste slide sono state prese dal materiale associato al libro *Computer Networking: A Top Down Approach*, 5th edition.

All material copyright 1996-2009

J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved

Thanks also to Antonio Capone, Politecnico di Milano, Giuseppe Bianchi and Francesco LoPresti, Un. di Roma Tor Vergata

Info Utili: I docenti

Docente responsabile del Corso: Prof.ssa Chiara Petrioli

Dipartimento di Informatica

Via Salaria 113, terzo piano, stanza 311

Tel: 06 4991 8354

E-mail:petrioliATdi.uniroma1.it

Campo di ricerca del docente: reti, con focus su reti wireless, Internet of Things ma anche (in passato) QoS per Internet, Content Delivery Networks

Pagina web:

<http://reti.dsi.uniroma1.it/eng/petrioli/chiara-petrioli.html>

Pagina web del gruppo di ricerca (SENSES lab):

http://reti.dsi.uniroma1.it/SENSES_lab/

Info Utili: I docenti

Docente co-responsabile: Prof.ssa Gaia Maselli

Dipartimento di Informatica

E-mail:maselliATdi.uniroma1.it

I due canali quest'anno sono unificati

Divisione del corso verticale (per argomenti -es.
possibile applicazioni/sicurezza Gaia Maselli,
Introduzione, livello di Trasporto, Routing, MAC
Chiara Petrioli)

Mercoledì 3 non ci sarà lezione -recuperata

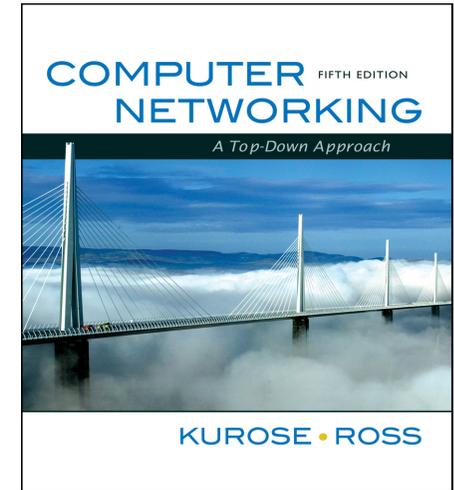
Material Didattico

Libro consigliato: *Computer Networking: A Top Down Approach*, 5th edition. Jim Kurose, Keith Ross, Addison-Wesley, April 2009.

http://www.aw-bc.com/kurose_ross/

Versione italiana: Reti di calcolatori e internet. Un approccio top-down, James Kuros and Keith Ross, Pearson.

Altro materiale didattico (sul sito del corso): slide, articoli, RFC, riferimenti ad altri libri da usare per consultazione o per approfondire specifici argomenti.



Modalità d'esame

- Scritto con domande aperte
 - Esonero nella settimana di interruzione dalla didattica (la data deve essere ancora comunicata dalla segreteria)
 - Si mantiene il voto per tutto l'anno accademico (e non oltre).
Gli esonerati possono fare uno scritto solo sulla seconda parte del programma in tutti gli appelli di esame.
- Possibile orale per il 30/30 e lode con votazione maggiore o uguale a 28/30 allo scritto
 - o sul programma
 - o su approfondimenti concordati
- Consigliato seguire

Altre informazioni utili

- ❑ Web page del corso: twiki.dsi.uniroma1.it → Reti degli elaboratori → Canale A-L (PER ENTRAMBI I CANALI)
- ❑ Orario di ricevimento: su appuntamento (per e-mail).
- ❑ Organizzeremo un ciclo di seminari con l'obiettivo di darvi delle idee sull'evoluzione del settore, coprendo tematiche di forte interesse industriale
- ❑ Docente disponibile a dare consigli per stage (interni/esterni), borse di studio, esperienze all'estero etc etc.
- ❑ Se siete interessati a sapere di più sulle attività del gruppo o su eventi in ambito reti organizzati da persone del dipartimento/ presso il dipartimento mandate una e-mail al docente.

Scopo del corso

INTERNET

- Come sono in relazione le conoscenze della tecnologia di Internet con quelle relative alla scrittura di software?



Scopo del corso

Noi ci occuperemo:

- ◆ Dei protocolli usati per i colloqui a tutti i livelli
- ◆ Delle infrastrutture di rete necessarie al funzionamento di INTERNET

Software
qui tra
mote

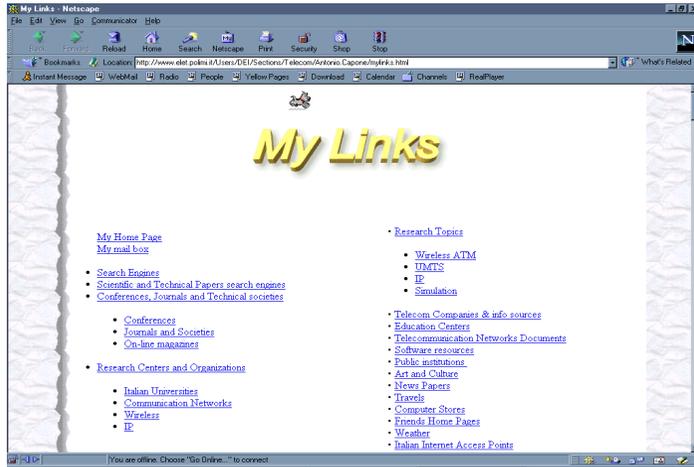
usano una rete:
INTERNET



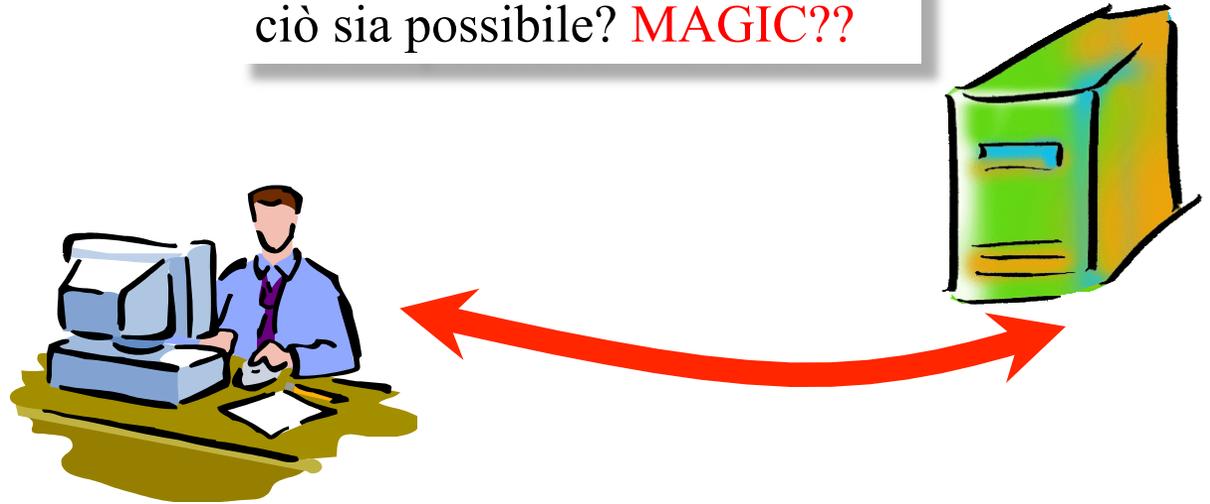
Molti software applicativi colloquiano con software remoti

I colloqui sono soggetti a regole (protocolli)

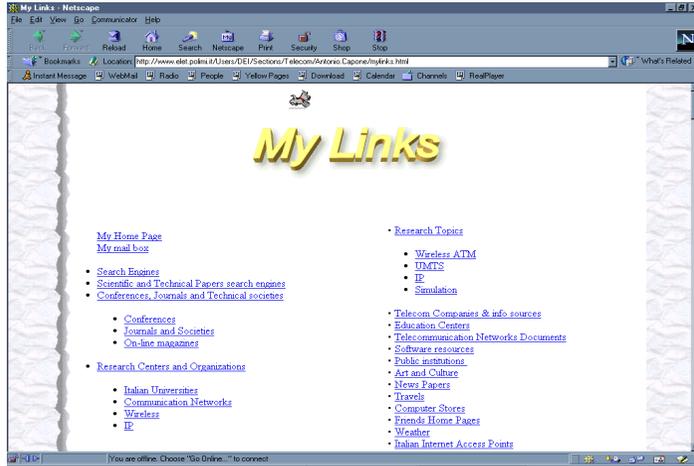
Perché top-down



Chi di voi non ha mai navigato sul Web?
Ma chi di voi sa come tutto ciò sia possibile? **MAGIC??**



Perché top-down



Conoscere le applicazioni di rete aiuta a comprenderne il funzionamento, quindi i requisiti → la necessità di altri protocolli di 'livello più basso' etc → top down



❑ OBIETTIVI DEL CORSO:

- Comprendere come funziona Internet, perché i protocolli su cui si basa Internet funzionano efficacemente e quali problemi risolvono, le motivazioni alla base della loro introduzione e delle decisioni prese nella loro progettazione.
- Sapere leggere gli standard e saper riconoscere le fonti da consultare quando vi si presenteranno problemi tecnici da risolvere.

Programma del corso

- Primi capitoli del Kurose-Ross. Dalle applicazione alla trasmissione dei segnali sul canale fisico
- Simulazione di rete: una introduzione
- Limiti del corso:
 - Pochissimo sul livello fisico
 - Descrizione dell'architettura TCP/IP classica → con alcune finestre su argomenti più avanzati o l'attuale evoluzione
 - Reti wireless, radio mobili e Sicurezza: molto poco in questo corso. Sono aspetti estensivamente trattati in altri corsi (indirizzo Reti e Sicurezza), soprattutto alla specialistica.

Chapter 1: Introduction

Computer Networks and the Internet

Our goal:

- ❑ get context, overview, “feel” of networking
- ❑ more depth, detail *later* in course
- ❑ approach:
 - descriptive
 - use Internet as example

Overview:

- ❑ what’s the Internet
- ❑ what’s a protocol?
- ❑ network edge
- ❑ network core
- ❑ access net, physical media
- ❑ Internet/ISP structure
- ❑ performance: loss, delay
- ❑ protocol layers, service models
- ❑ history
- ❑ Standardization activities

Chapter 1: roadmap

1.1 *What is the Internet?*

1.2 Network edge

1.3 Network core

1.4 Network access and physical media

1.5 Internet structure and ISPs

1.6 Delay & loss in packet-switched networks

1.7 Protocol layers, service models

1.8 History

What's the Internet: "nuts and bolts" view



- millions of connected computing devices: *hosts = end systems*
 - running *network apps*

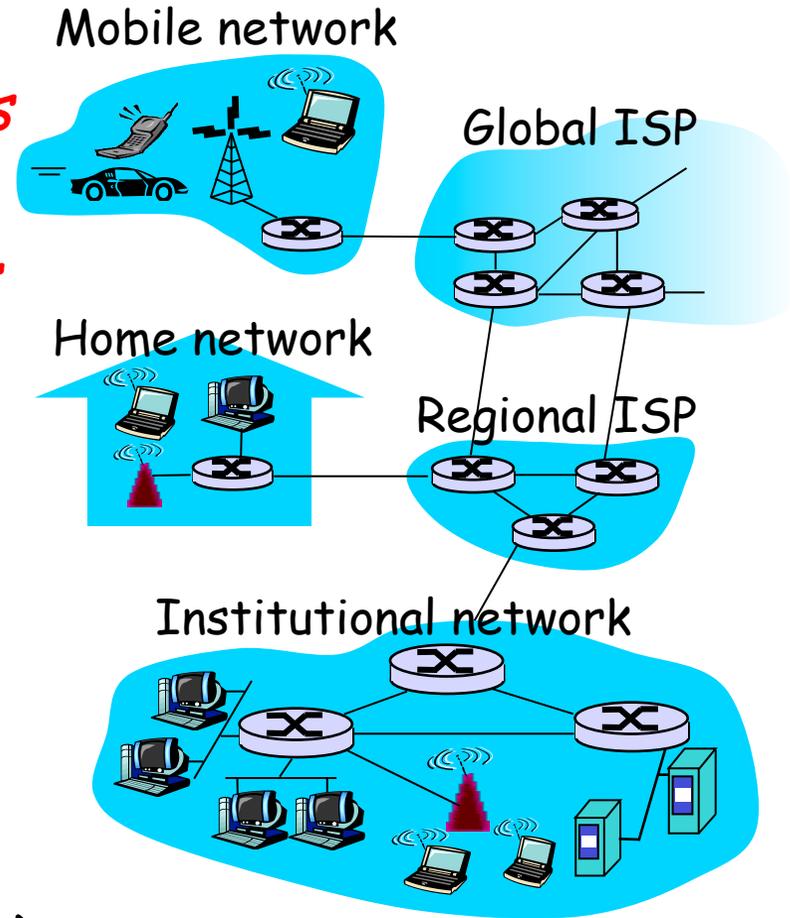
- *communication links*



- ❖ fiber, copper, radio, satellite
- ❖ transmission rate = *bandwidth*

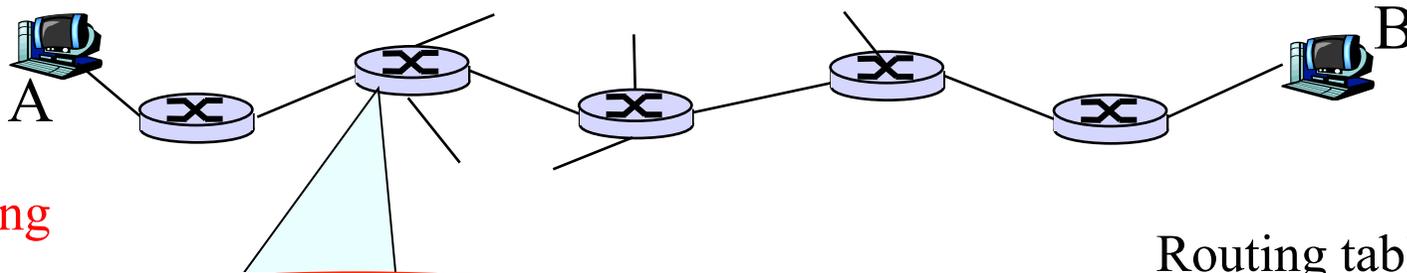


- *routers*: forward packets (chunks of data)



Router

- Forward a chunk of information (called *packet*) arriving on one of its communication links to one of its outgoing communications link (the *next hop* on the source-to-destination path)



forwarding

- Receives the packet
- Based on a routing table and the destination address, computes the 'next hop' to the destination
- Forwards** the packet to the next hop
- The process of computing and maintaining the routing table is called **Routing**

Routing table

Dest. Address	Next Hop

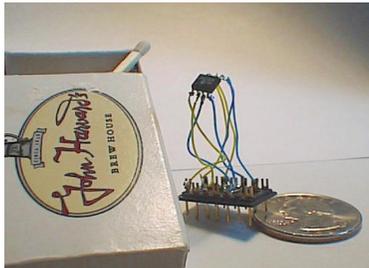
“Cool” internet appliances



IP picture frame
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +
weather forecaster



World's smallest web server



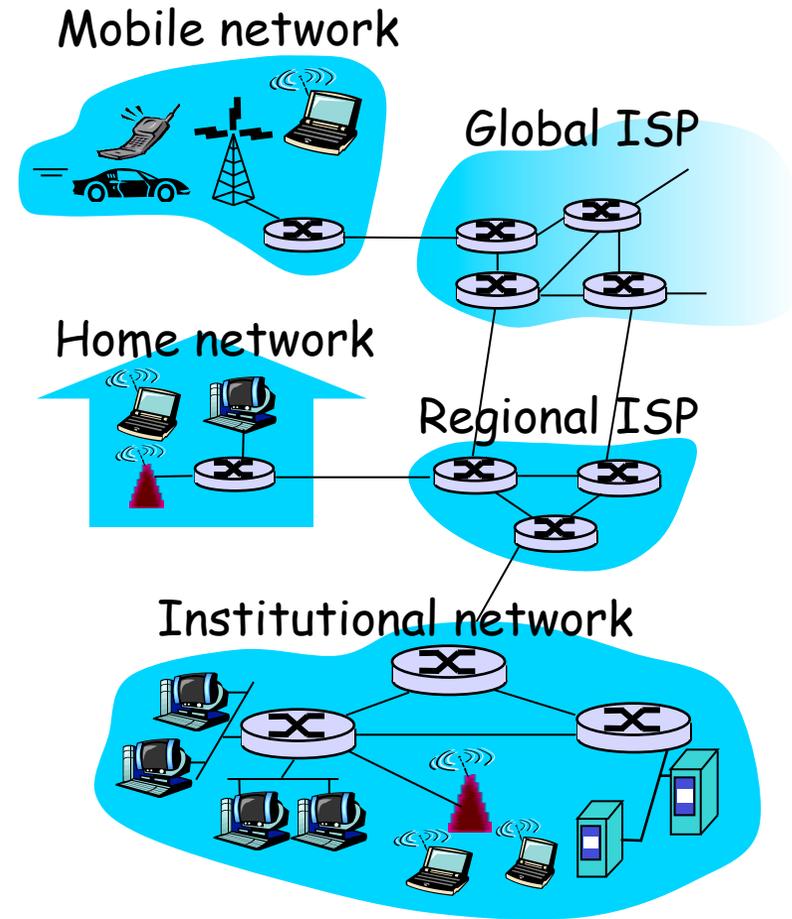
Internet of Things



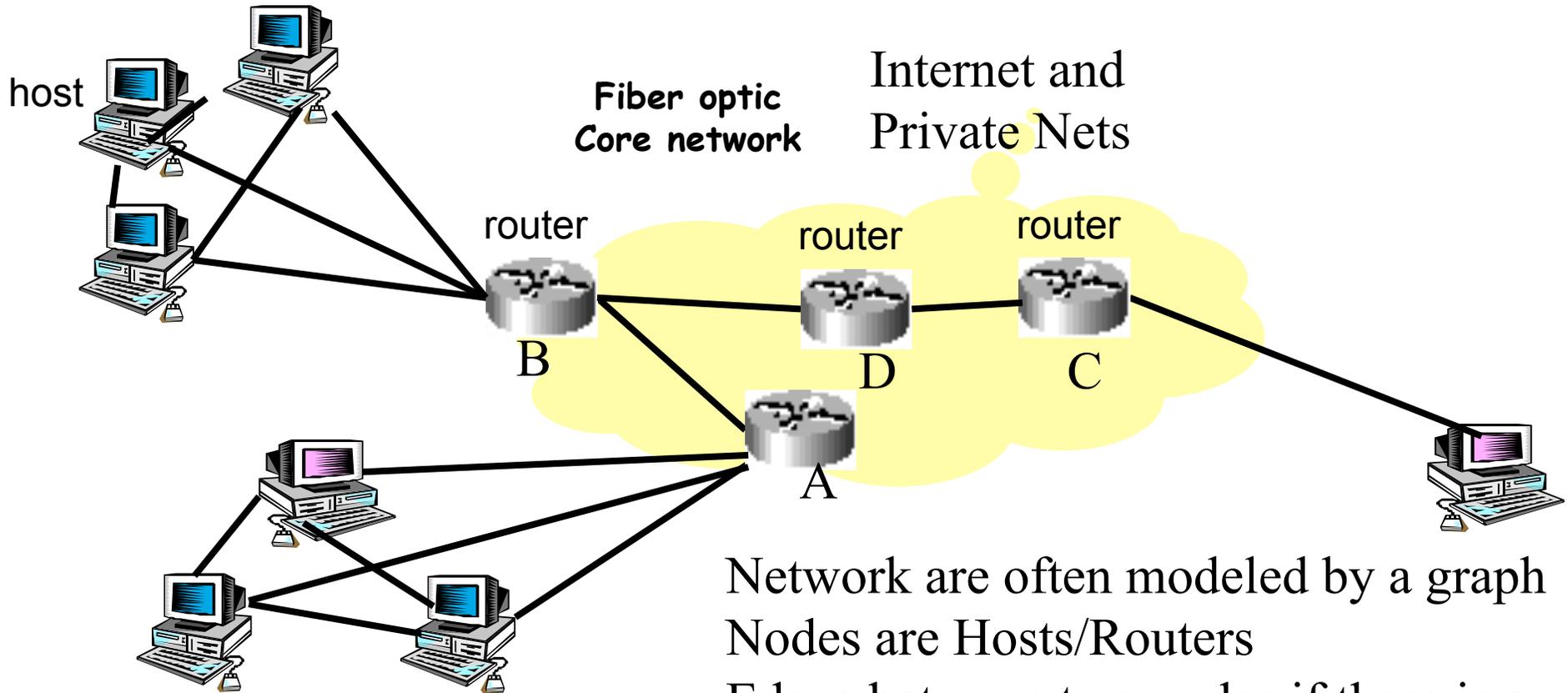
Internet phones

What's the Internet: "nuts and bolts" view

- ❑ *protocols* control sending, receiving of msgs
 - e.g., TCP, IP, HTTP, Skype, Ethernet
- ❑ *Internet: "network of networks"*
 - loosely hierarchical
 - public Internet versus private intranet
- ❑ Internet standards
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



Network Modeling: Network Physical Topology (a link to what you know)



Host = 1 interface
Router = 2+ interfaces

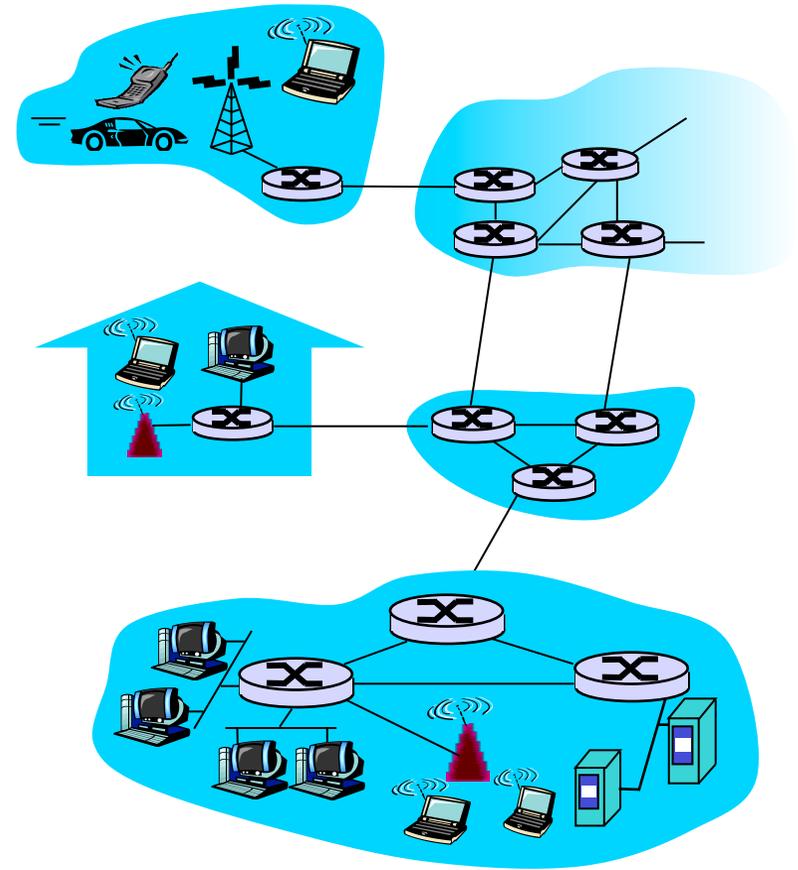
Network are often modeled by a graph
Nodes are Hosts/Routers
Edges between two nodes if there is a communication link between them
→ **Network Physical topology**

Rete logica e rete fisica

- ❑ Topologia fisica della rete
 - Un elemento di rete = un nodo
 - Esiste un arco tra due entità che sono collegate da un mezzo trasmissivo
- ❑ Topologia logica della rete
 - Un arco esprime un percorso diretto che l'informazione può seguire tra host ed un elemento di commutazione, o tra due elementi di commutazione
 - Nodo = elemento di commutazione, host

What's the Internet: a service view

- ❑ **communication infrastructure** enables distributed applications:
 - Web, VoIP, email, games, e-commerce, file sharing
- ❑ **communication services provided to apps:**
 - reliable data delivery from source to destination
 - “best effort” (unreliable) data delivery



What's a protocol?

human protocols:

- ❑ “what's the time?”
- ❑ “I have a question”
- ❑ introductions

... specific msgs sent

... specific actions taken
when msgs received, or
other events

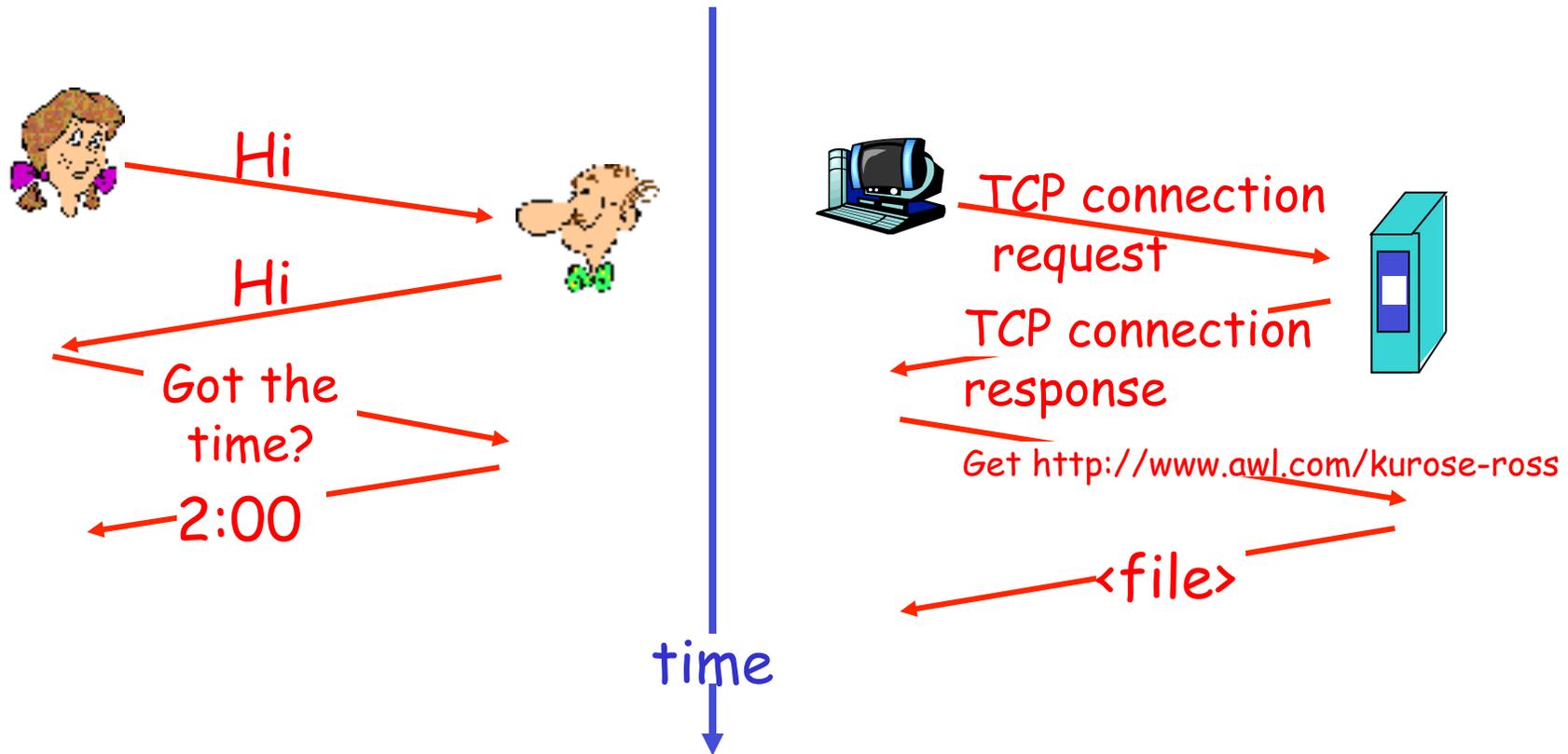
network protocols:

- ❑ machines rather than humans
- ❑ all communication activity in Internet governed by protocols

protocols define format, order of messages sent and received among network entities, and actions taken on msg transmission, receipt

What's a protocol?

a human protocol and a computer network protocol:



Q: Other human protocols?

Network edge: connection-oriented service

Goal: data transfer between end systems

- ❑ *handshaking*: setup (prepare for) data transfer ahead of time
 - Hello, hello back human protocol
 - *set up “state”* in two communicating hosts (not in the network!!)
- ❑ TCP - Transmission Control Protocol
 - Internet's connection-oriented service

TCP service [RFC 793]

- ❑ *reliable, in-order* byte-stream data transfer
 - loss: acknowledgements and retransmissions
- ❑ *flow control*:
 - sender won't overwhelm receiver
- ❑ *congestion control*:
 - senders “slow down sending rate” when network congested

Network edge: connectionless service

Goal: data transfer between end systems

- same as before!
- **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]: Internet's connectionless service
 - unreliable data transfer
 - no flow control
 - no congestion control

App's using TCP:

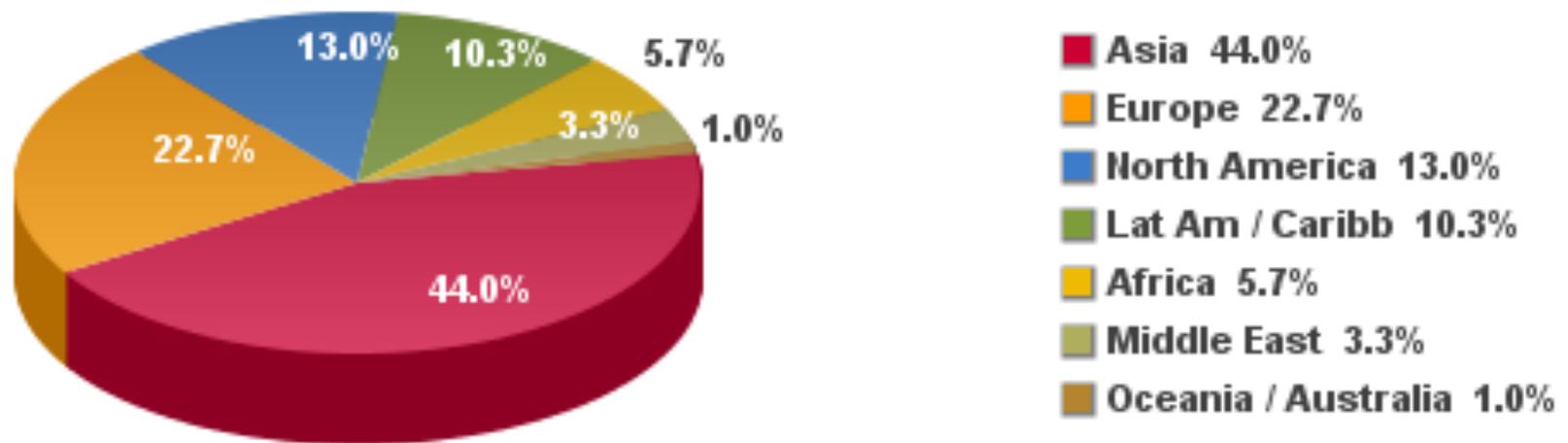
- HTTP (Web), FTP (file transfer), Telnet (remote login), SMTP (email)

App's using UDP:

- streaming media, teleconferencing, DNS, Internet telephony

To conclude general introduction: Why is Internet So Important-- Some Statistics

Internet Users in the World Distribution by World Regions - 2011



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm

Basis: 2,095,006,005 Internet users on March 31, 2011

Copyright © 2011, Miniwatts Marketing Group

Some Statistics

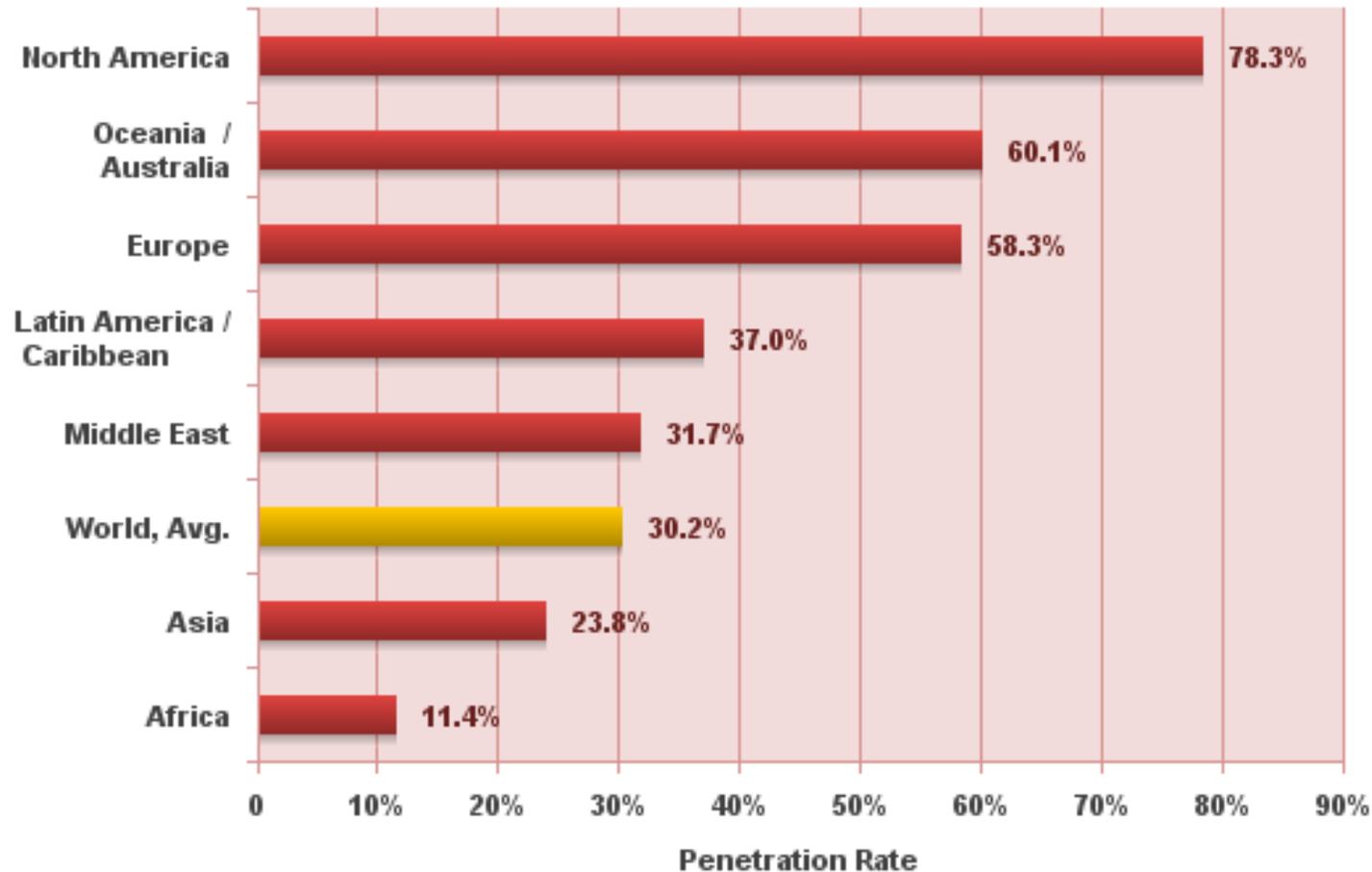
WORLD INTERNET USAGE AND POPULATION STATISTICS March 31, 2011

World Regions	Population (2011 Est.)	Internet Users Dec. 31, 2000	Internet Users Latest Data	Penetration (% Population)	Growth 2000-2011	Users % of Table
Africa	1,037,524,058	4,514,400	118,609,620	11.4 %	2,527.4 %	5.7 %
Asia	3,879,740,877	114,304,000	922,329,554	23.8 %	706.9 %	44.0 %
Europe	816,426,346	105,096,093	476,213,935	58.3 %	353.1 %	22.7 %
Middle East	216,258,843	3,284,800	68,553,666	31.7 %	1,987.0 %	3.3 %
North America	347,394,870	108,096,800	272,066,000	78.3 %	151.7 %	13.0 %
Latin America / Carib.	597,283,165	18,068,919	215,939,400	36.2 %	1,037.4 %	10.3 %
Oceania / Australia	35,426,995	7,620,480	21,293,830	60.1 %	179.4 %	1.0 %
WORLD TOTAL	6,930,055,154	360,985,492	2,095,006,005	30.2 %	480.4 %	100.0 %

NOTES: (1) Internet Usage and World Population Statistics are for March 31, 2011. (2) CLICK on each world region name for detailed regional usage information. (3) Demographic (Population) numbers are based on data from the [US Census Bureau](#). (4) Internet usage information comes from data published by [Nielsen Online](#), by the [International Telecommunications Union](#), by [GfK](#), local Regulators and other reliable sources. (5) For definitions, disclaimer, and navigation help, please refer to the [Site Surfing Guide](#). (6) Information in this site may be cited, giving the due credit to www.internetworldstats.com. Copyright © 2001 - 2011, Miniwatts Marketing Group. All rights reserved worldwide.

Some Statistics

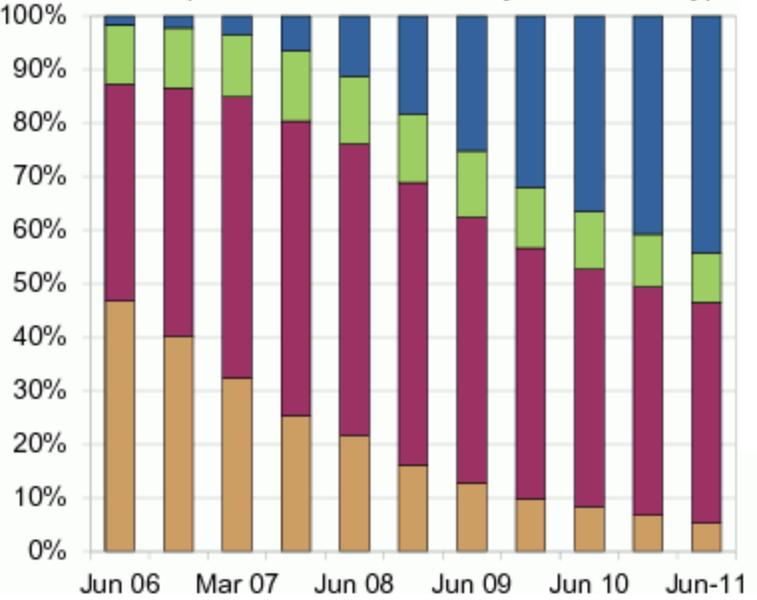
World Internet Penetration Rates by Geographic Regions - 2011



Some Statistics

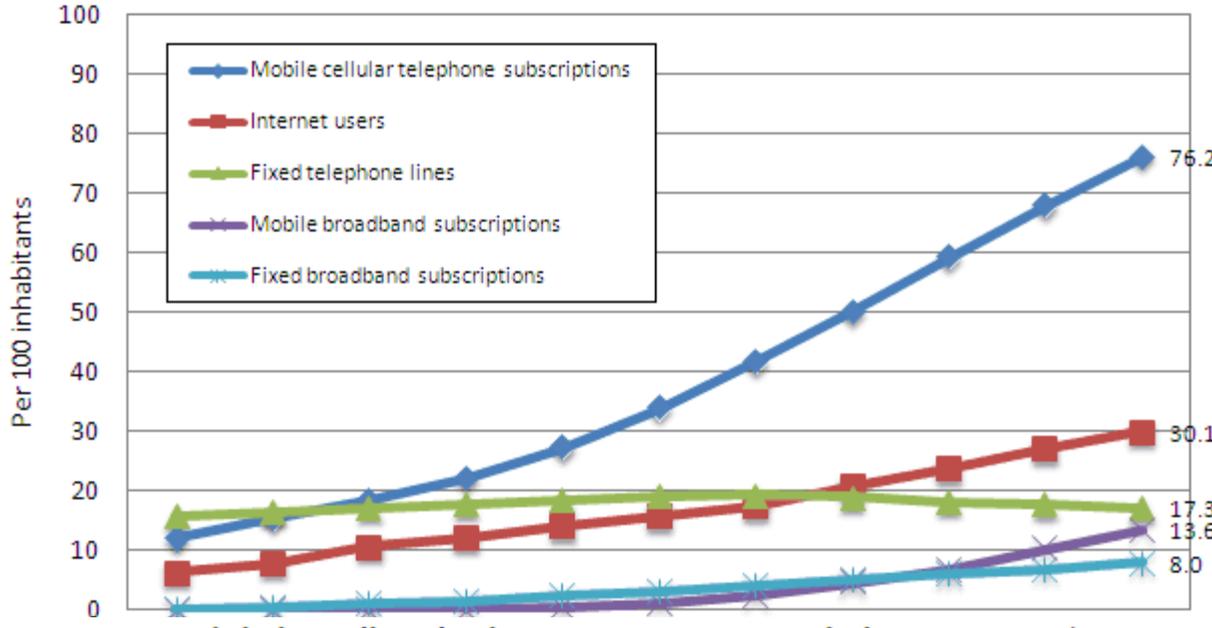
Australian Data

Proportion of subscribers by connection type

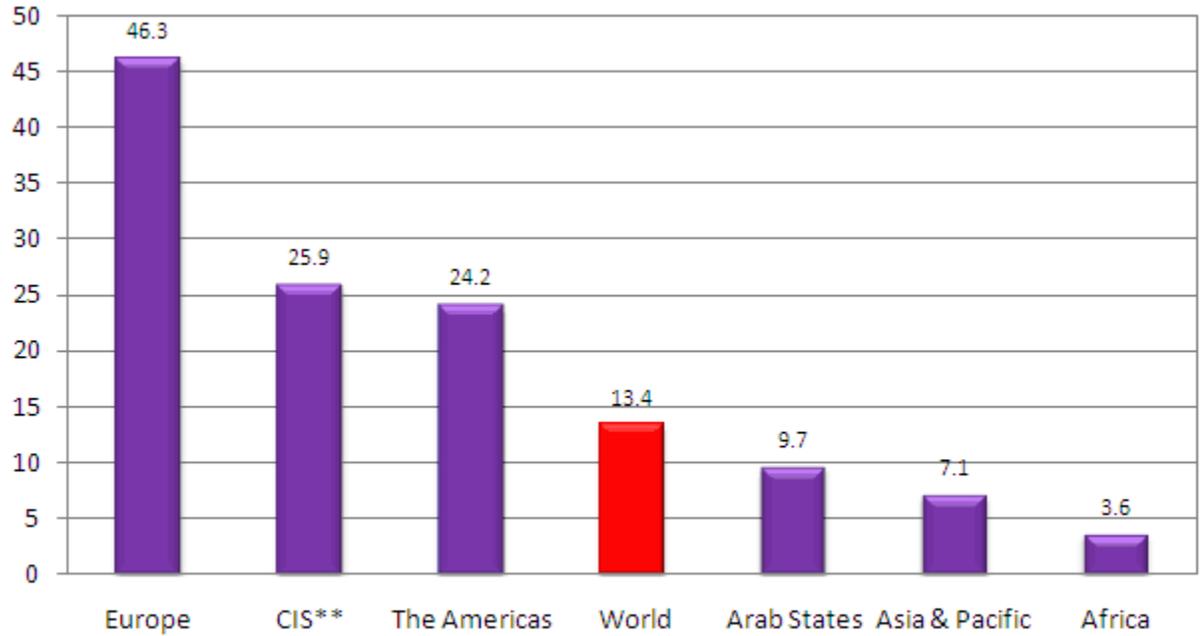


- Mobile and fixed wireless
- Cable, fibre, satellite and other
- DSL
- Dial-up

Global ICT developments, 2000-2010*



Mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants, 2010*



* Estimate