

# Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών



Δρ. Βάσος Βασιλείου  
Επίκουρος Καθηγητής

**NETR**<sup>works</sup><sub>research</sub>  
Laboratory

# Υπολογιστικά Συστήματα και Δίκτυα

---

- Περιλαμβάνει βασικές αρχές
  - οργάνωσης και αρχιτεκτονικής υπολογιστών,
  - λειτουργικών συστημάτων,
  - σχεδίασης και υλοποίησης γλωσσών προγραμματισμού,
  - συστημάτων μικροεπεξεργαστών,
  - μεταβίβασης δεδομένων,
  - δικτύων υπολογιστών,
  - κινητών και ασύρματων δικτύων
  - κατανεμημένων συστημάτων,
  - παραλλήλων και νέων αρχιτεκτονικών, και
  - ασφάλειας πληροφοριών



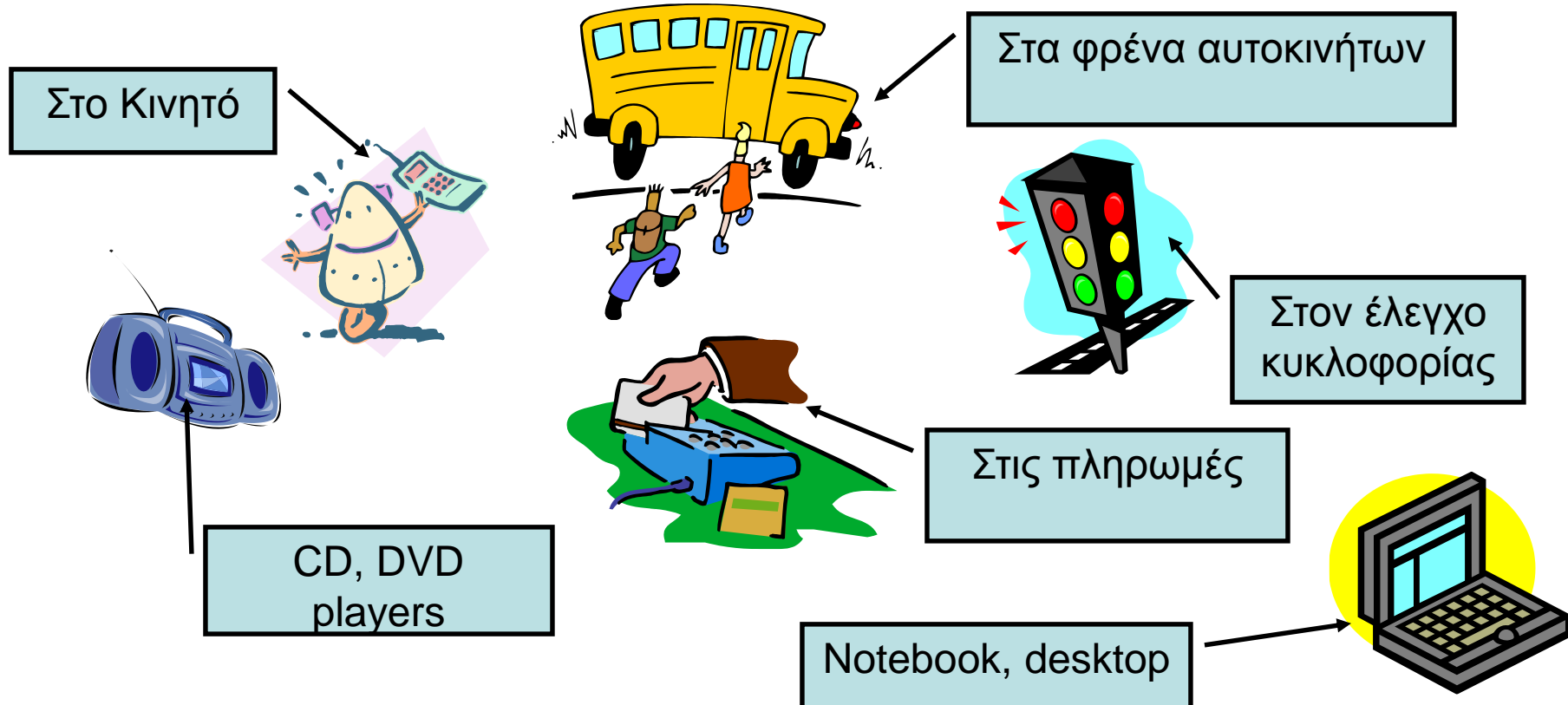
**The World Without Engineers**

---

# ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ;

Μια συλλογή από υλικό και το συναφές λογισμικό, σχεδιασμένα και υλοποιημένα έτσι ώστε να εξυπηρετούν μια συγκεκριμένη εργασία ή ομάδα εργασιών

# Υπολογιστικά συστήματα στην καθημερινή μας ζωή...



---

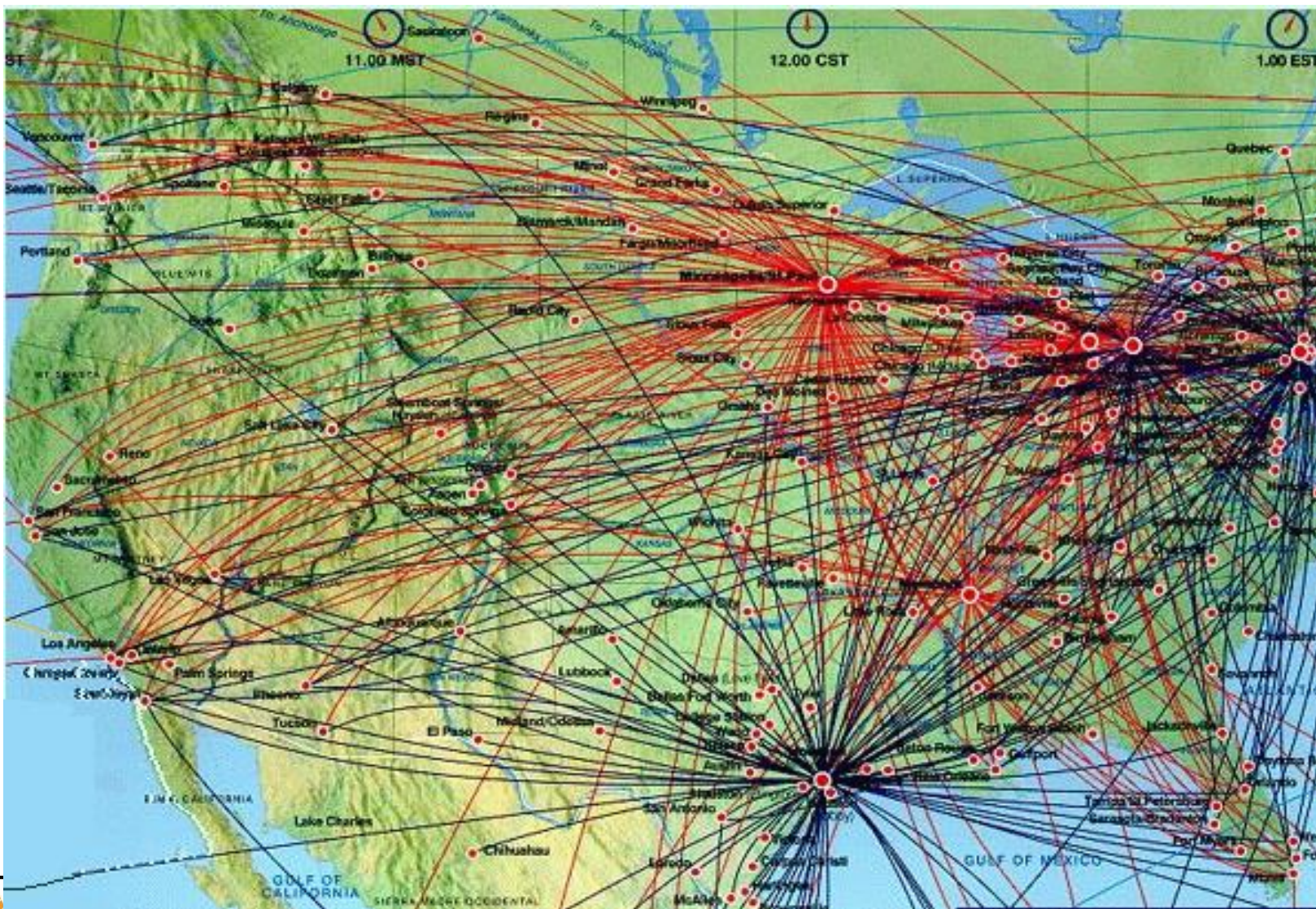
# ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΚΤΥΟ;

Σύνδεση δύο ή περισσότερων σημείων



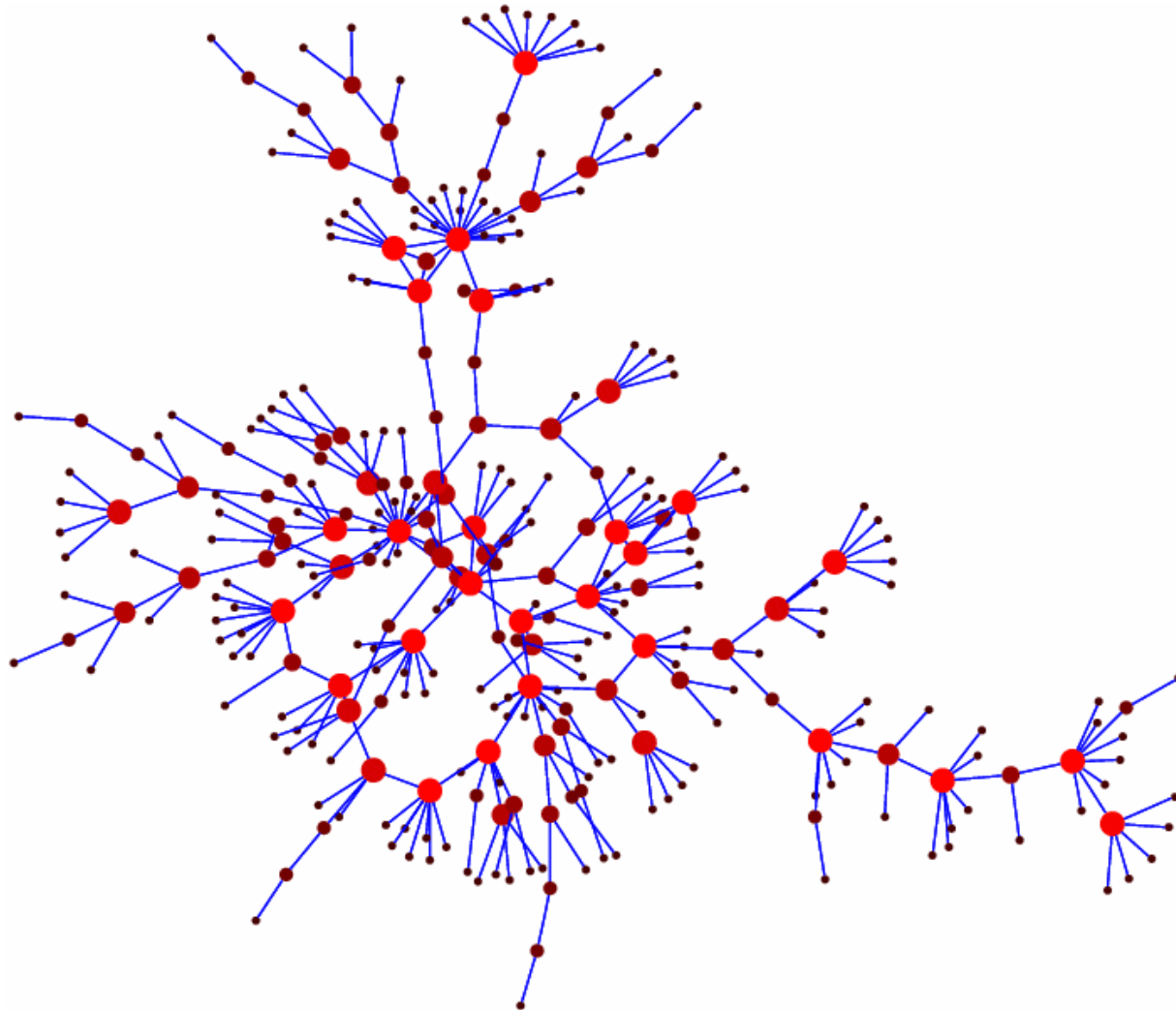
**The World Without Engineers**

# Δίκτυο Αερομεταφορών





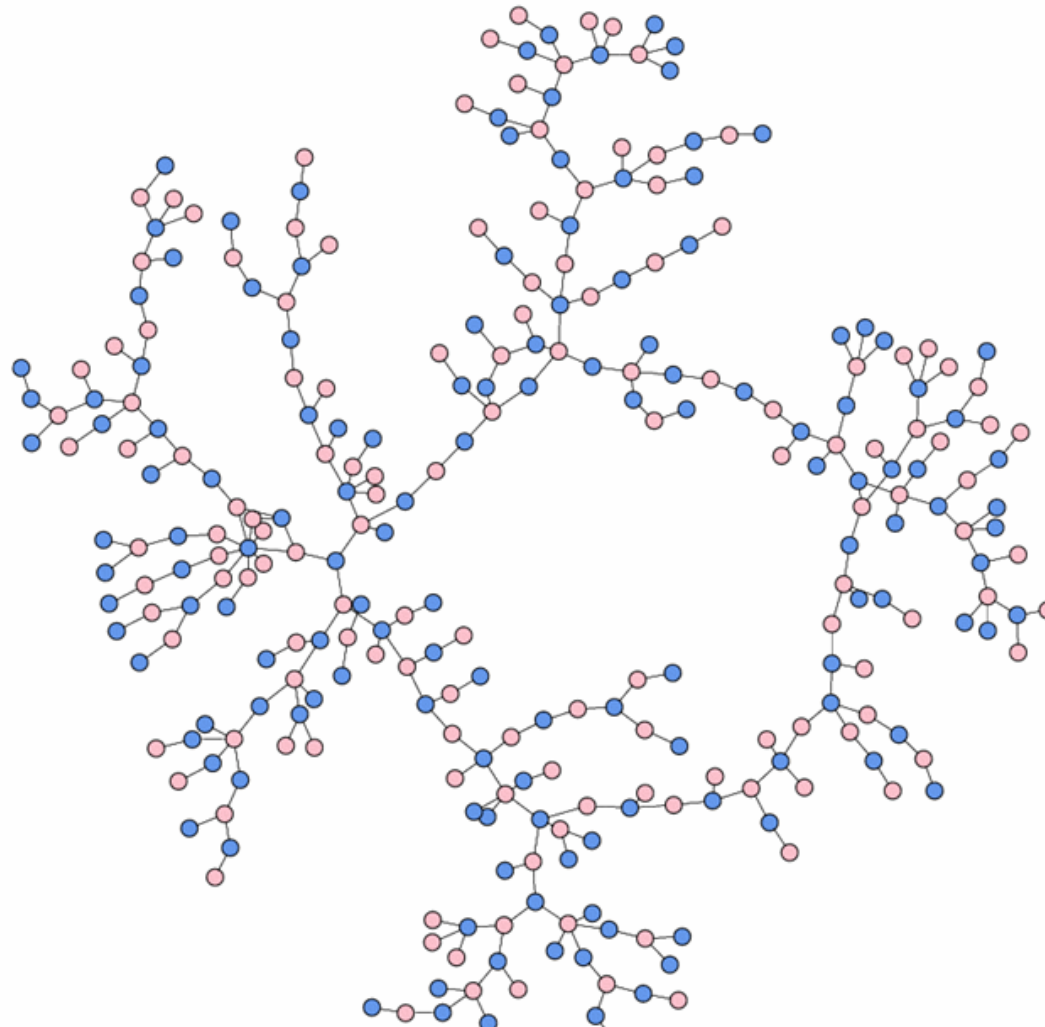
# Δίκτυο Σεξουαλικών Επαφών



Sexual contacts: M. E. J. Newman, The structure and function of complex networks, SIAM Review 45, 167-256 (2003).

# Δίκτυο σχέσεων σε ένα σχολείο

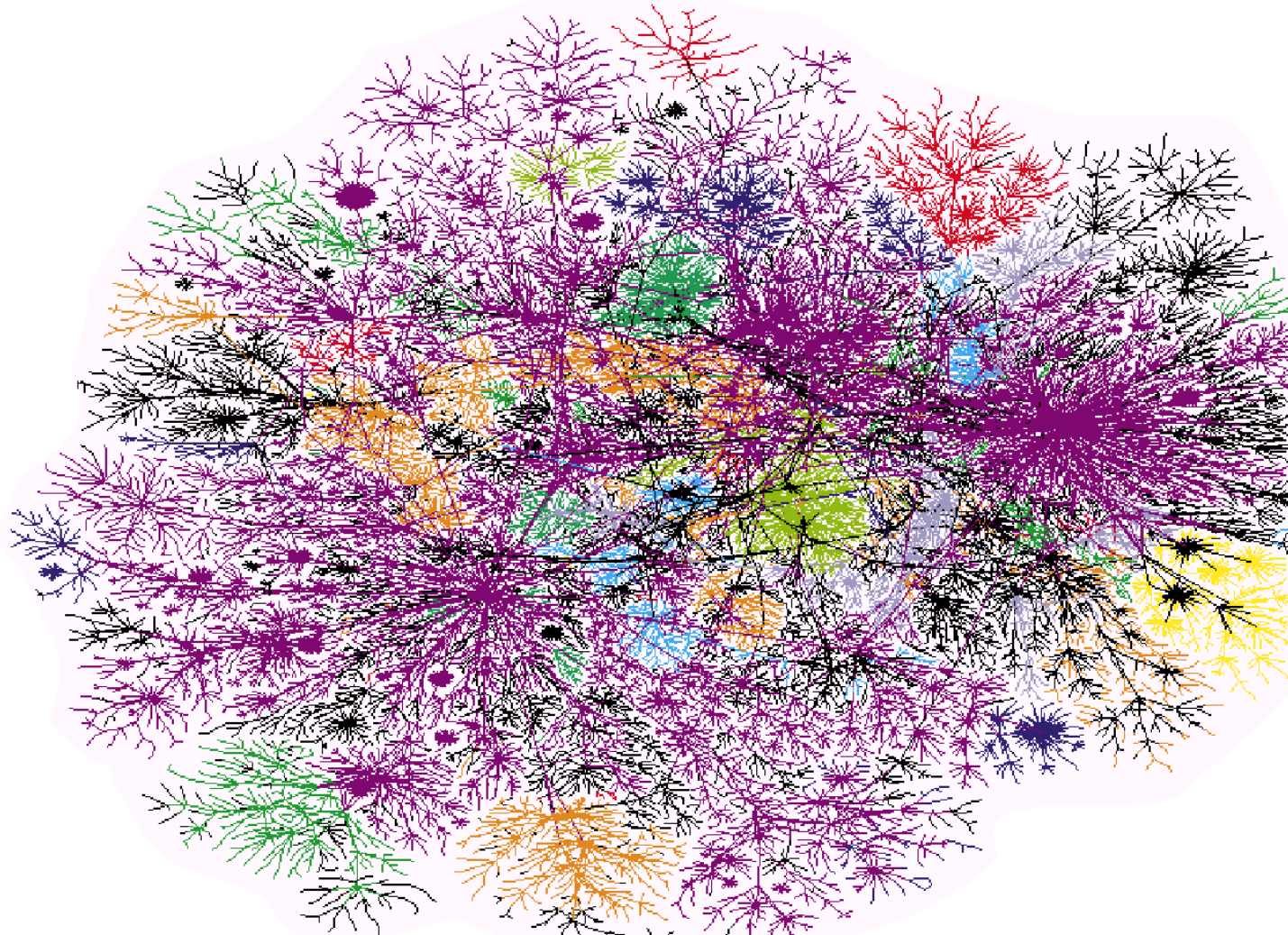
---



High school dating: Data drawn from Peter S. Bearman, James Moody, and Katherine Stovel visualized by Mark Newman

# Δίκτυο Υπολογιστών !!!

---



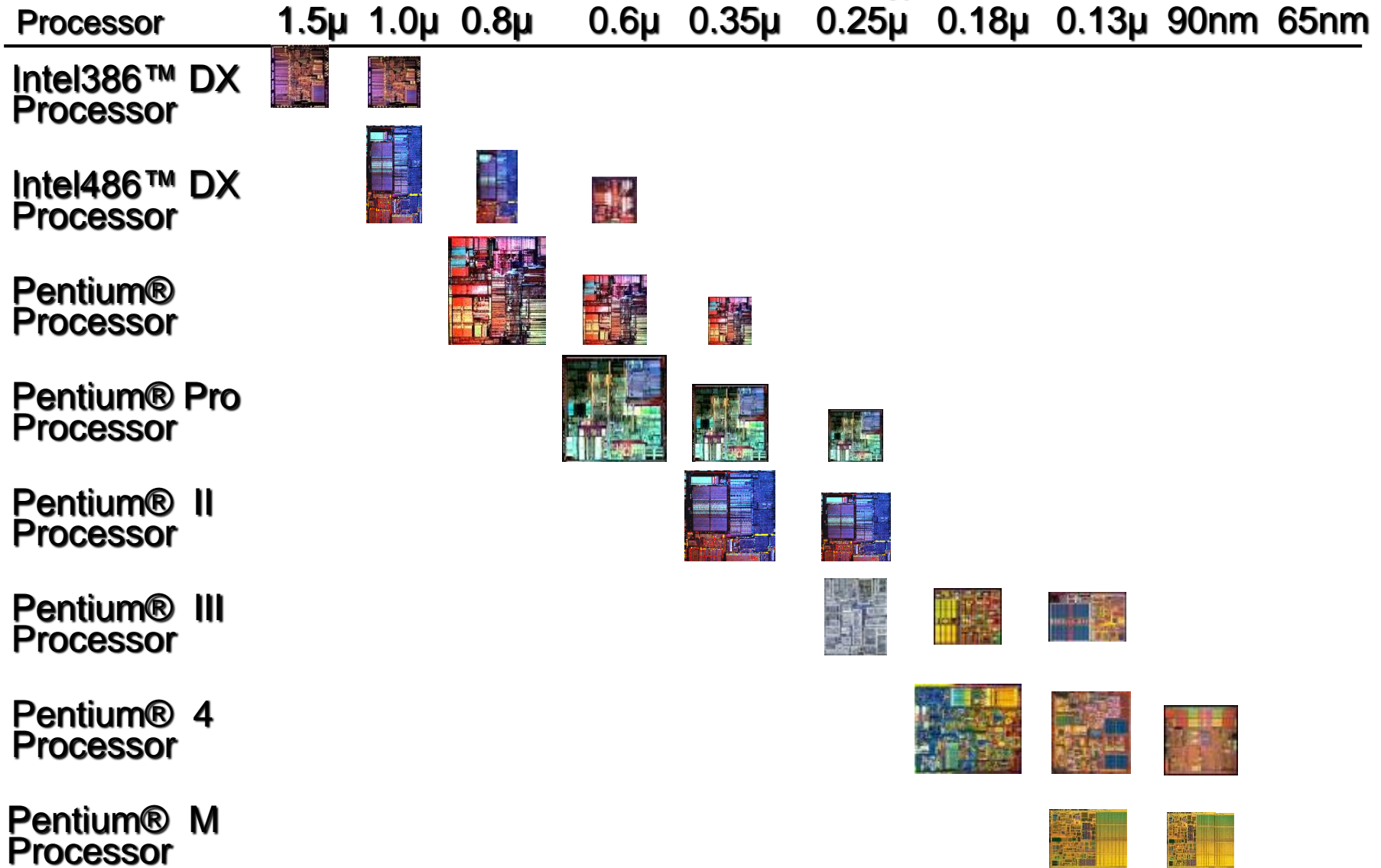
Internet as measured by Hal Burch and Bill Cheswick's [Internet Mapping Project](#).

---

# ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ;

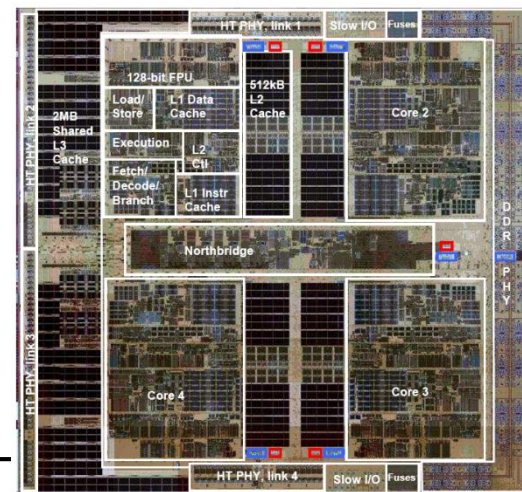
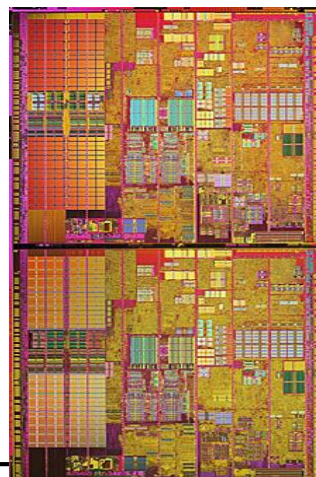
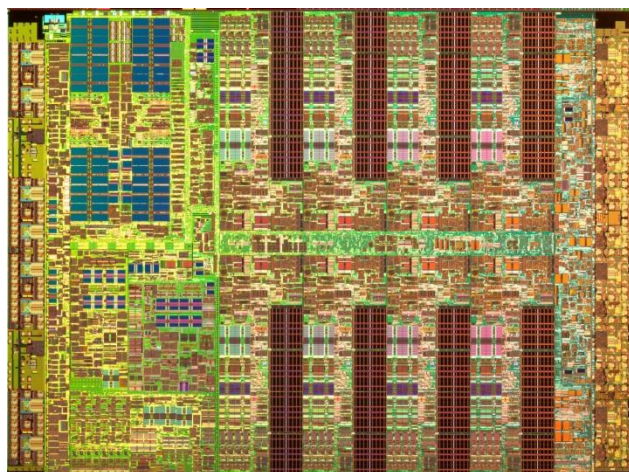
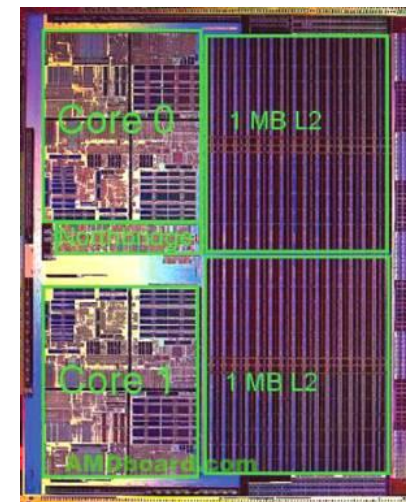
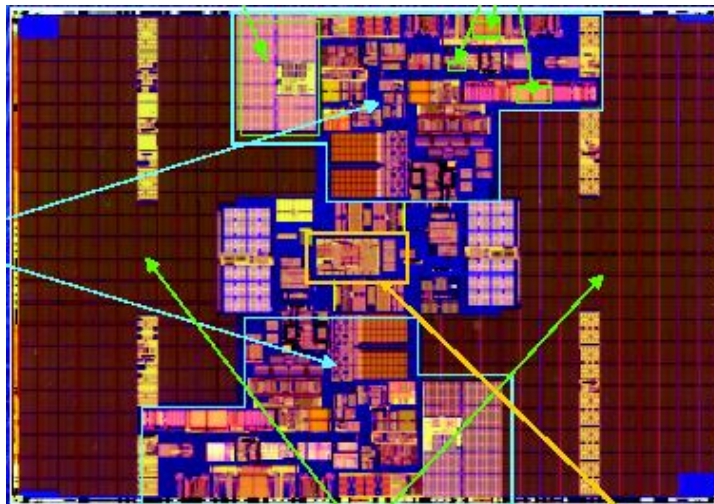
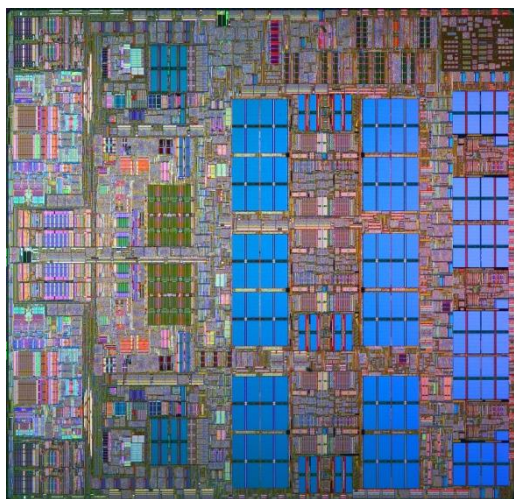
Για επεξεργασία

Process Technology

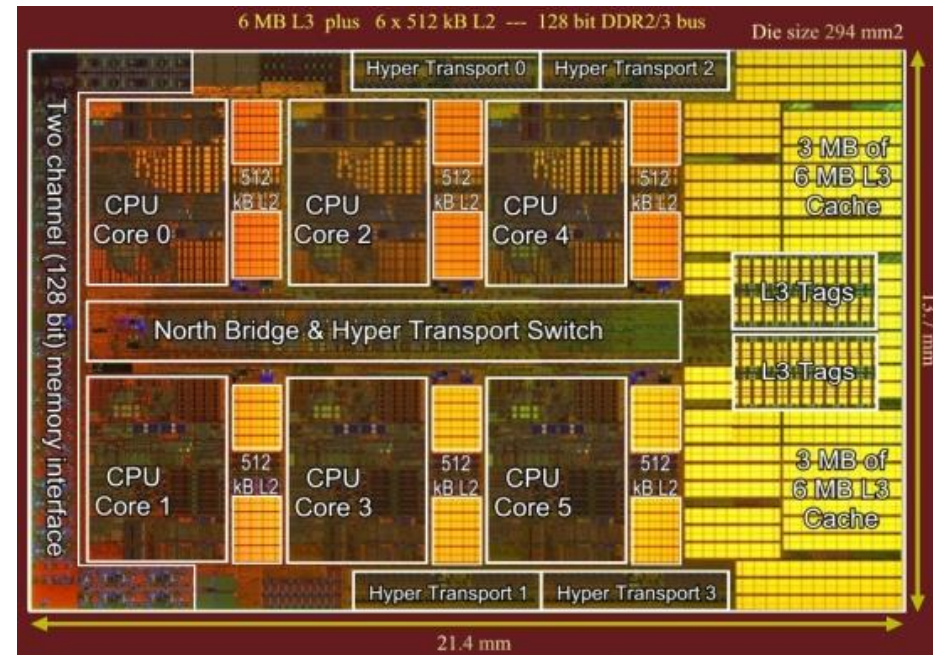
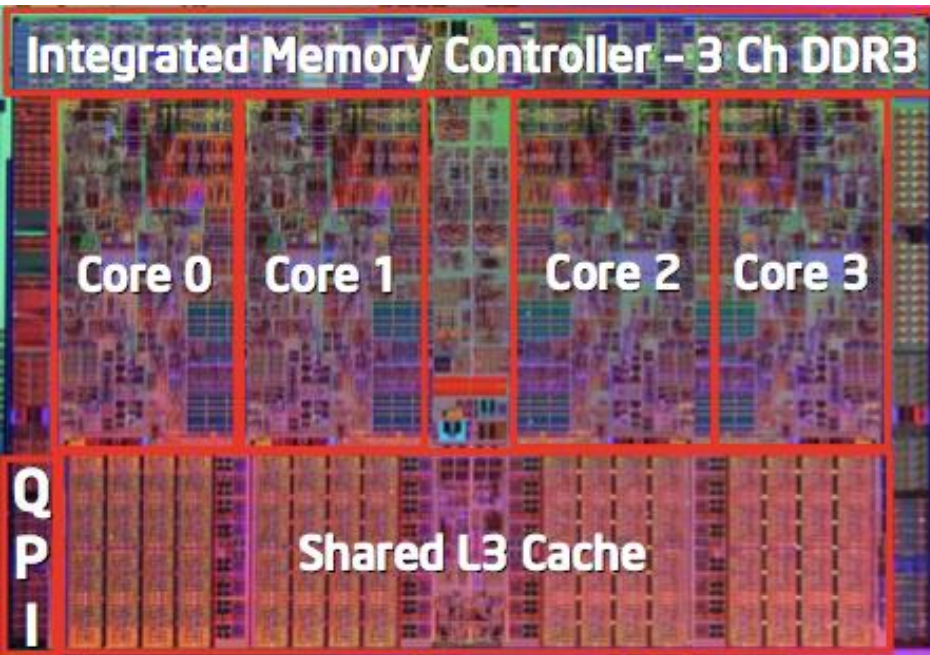


Next generation...

# Πολυ-πυρήνες (multi-cores)



# INTEL i7 4-core , AMD Phenom 6-core



---

# ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ;

Για επικοινωνία



---

# ΠΟΙΟΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΟΥΝ;

Οι χρήστες μέσω των δικτυακών εφαρμογών

Οι μηχανές για να ανταλλάσσουν αυτόματα πληροφορίες

Οι επεξεργαστές σε ένα μεγάλο σύστημα

Οι πυρήνες μέσα σε ένα επεξεργαστή

---

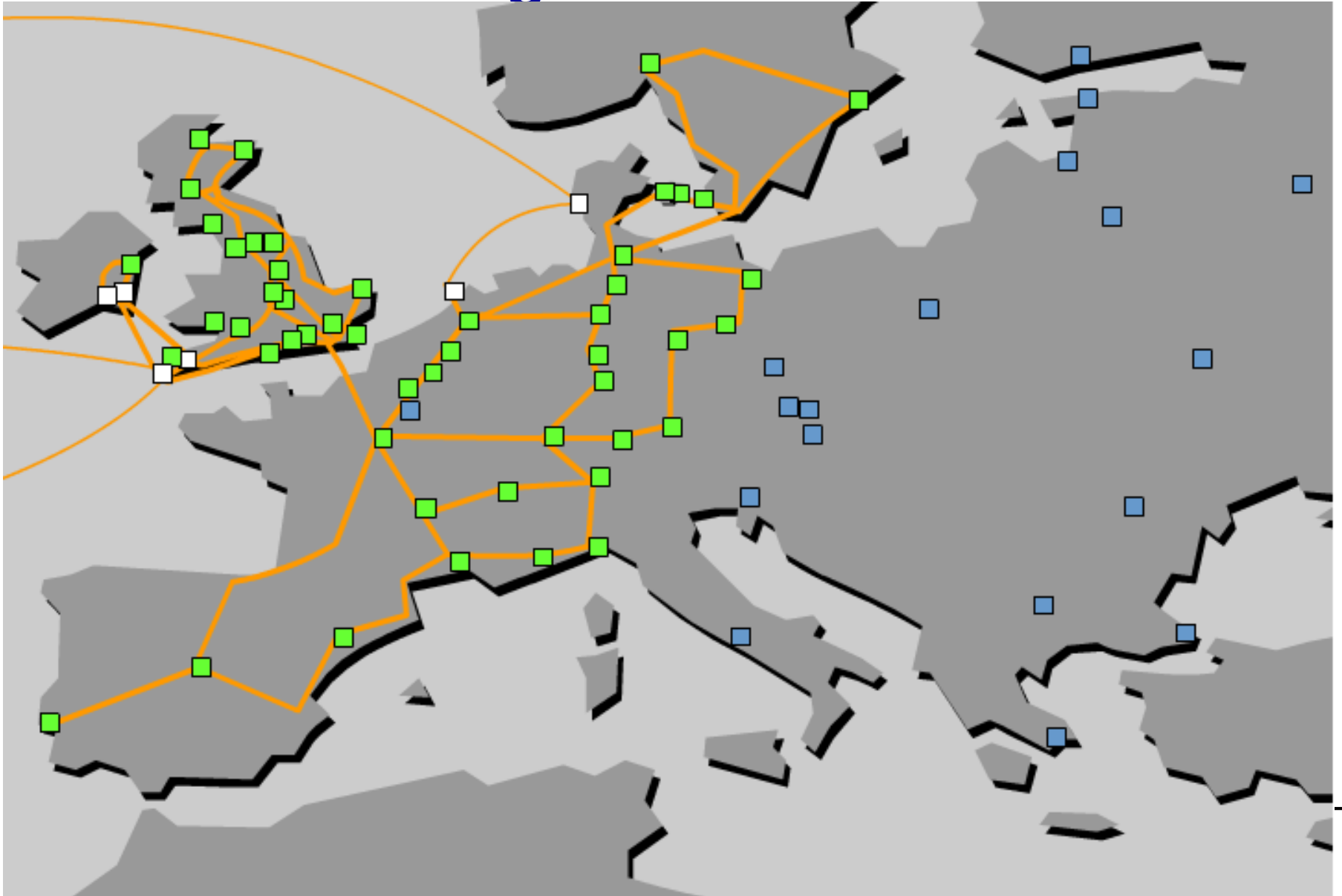
# AT&T Global Network



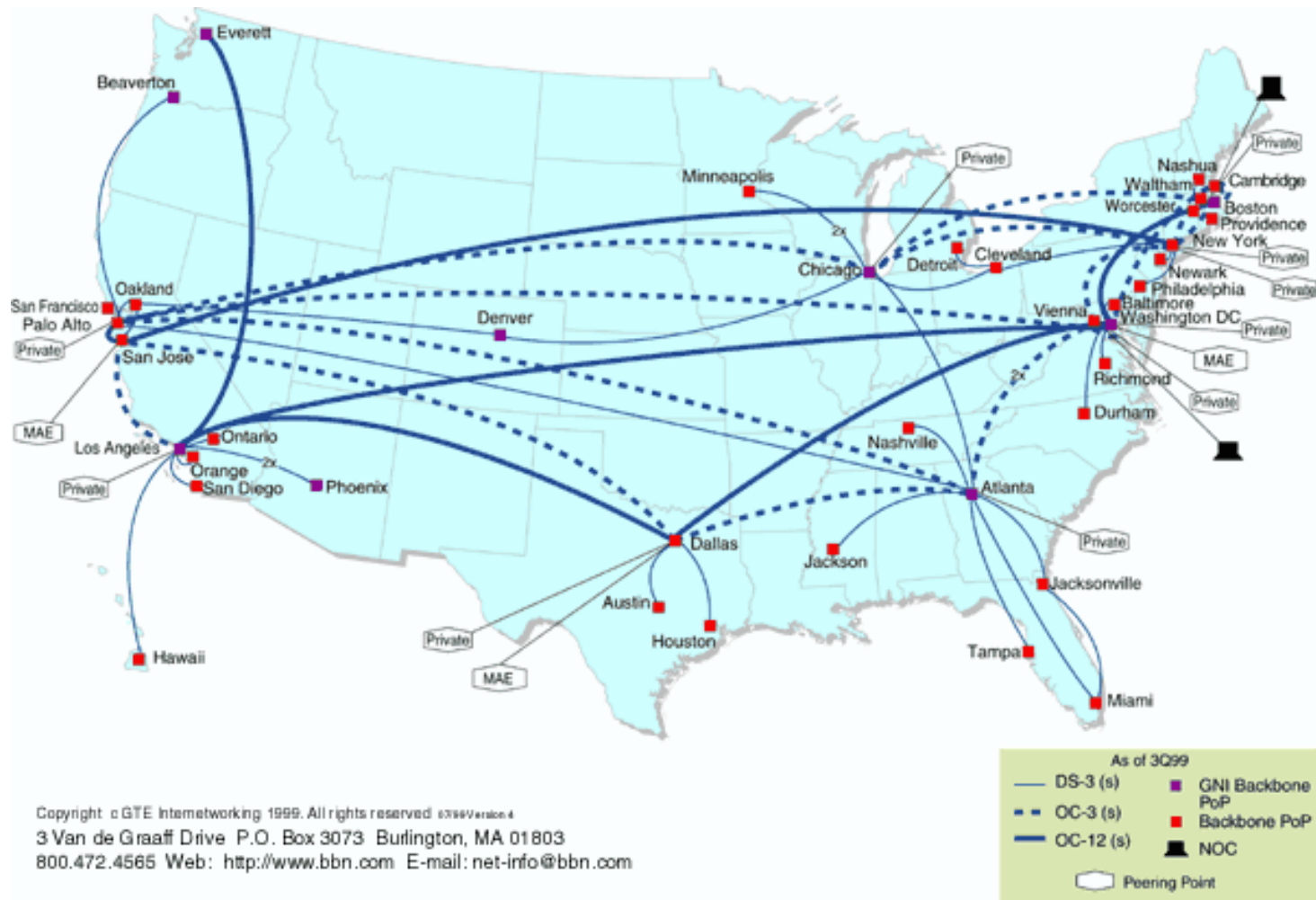
January 2006

\* Not all in-country network circuits are represented

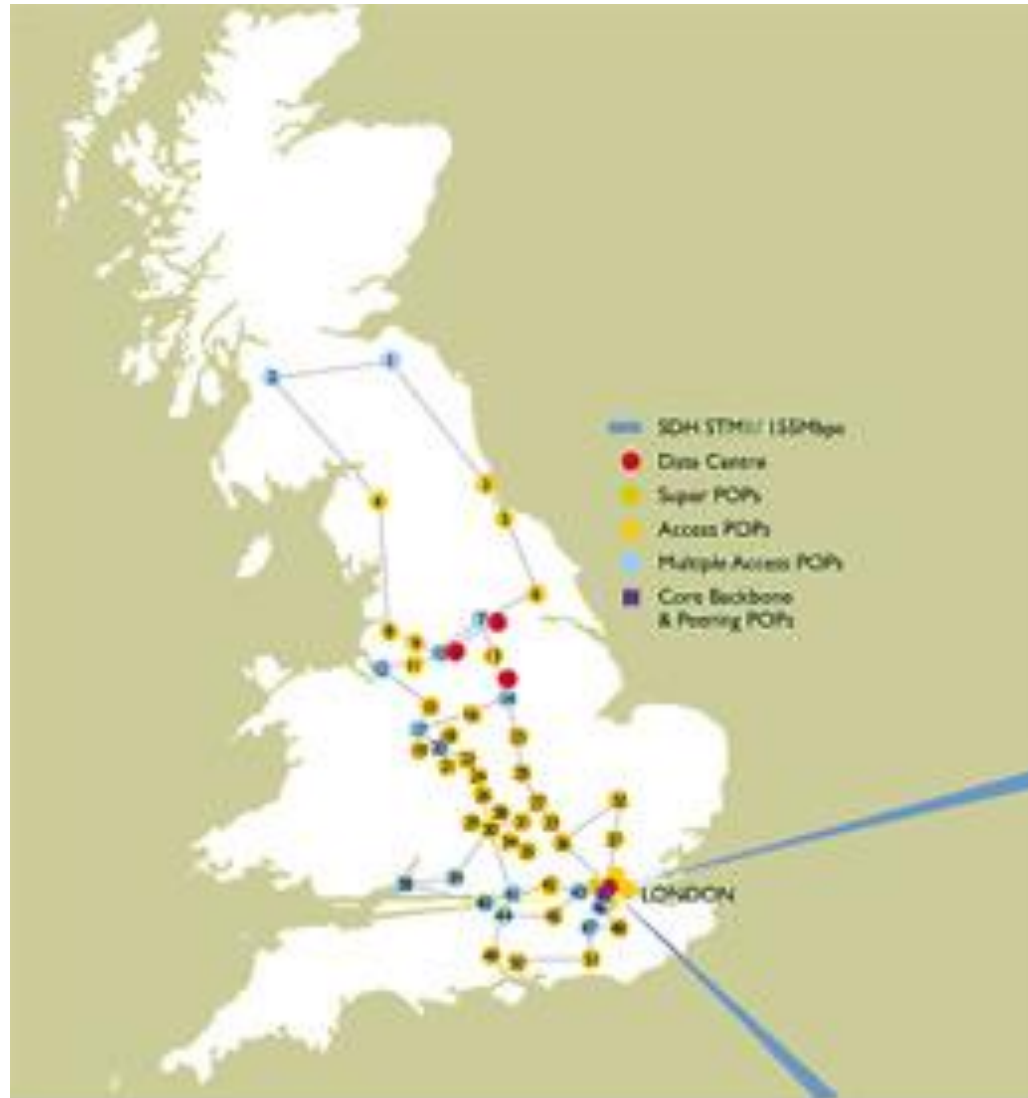
# Global Crossing Euro Network

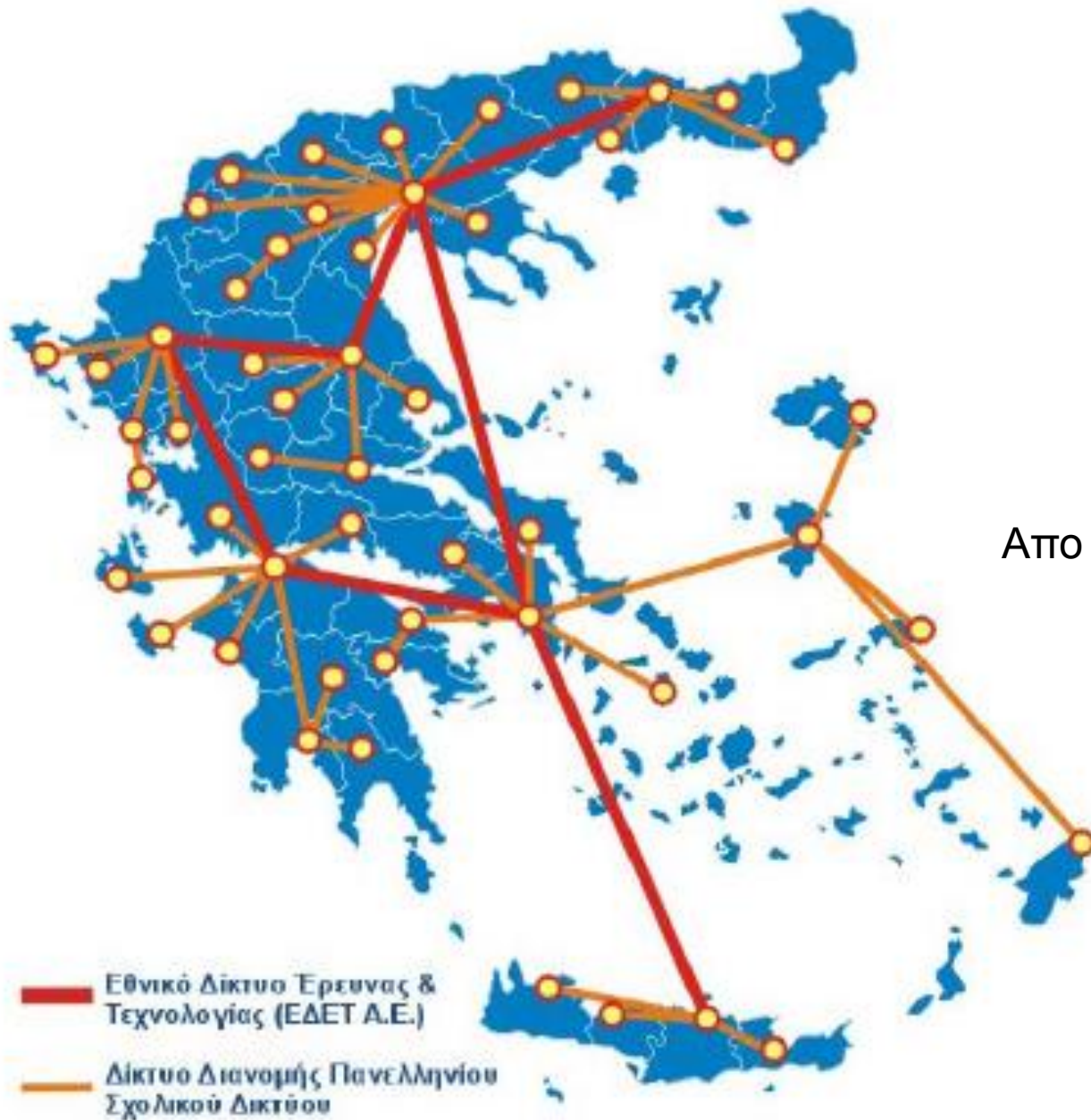


# Tier-1 ISP: e.g., BBN/GTE



# Tier 1 – WebFusion (UK)





Απο το [www.grnet.gr](http://www.grnet.gr)

# Γιατί Δίκτυα Υπολογιστών;

---

- Επιχειρησιακές Εφαρμογές
  - Π.χ., εξ αποστάσεως πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων.
  - Εξοικονόμηση χρημάτων από τον καταμερισμό πόρων (research sharing)
  - Βελτίωση αξιοπιστίας (reliability)
- Οικιακές Εφαρμογές
  - Π.χ. πρόσβαση στο Διαδίκτυο
- Κινητοί Χρήστες
  - Πρόσβαση σε πληροφορίες μέσω κινητού τηλεφώνου ή φορητού υπολογιστή.
- Επικοινωνιακό μέσο
  - Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (Email), news-groups, chat-groups, instant messaging, τηλεδιάσκεψη (teleconferencing)...

# Facebook (social network)

---

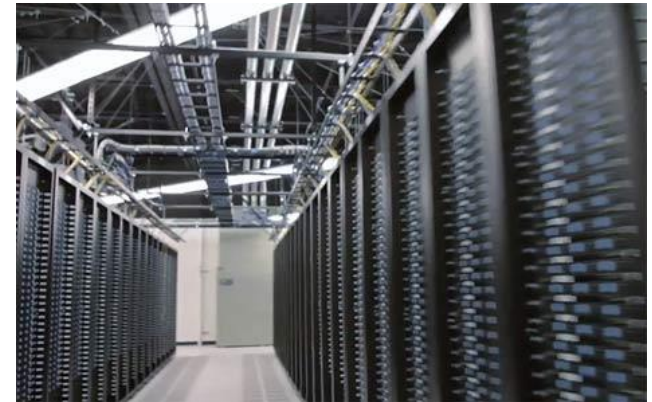
- >500,000,000 χρήστες: 50% log once a day, 130 friends
- 25,000,000,000 αντικείμενα μοιράζονται κάθε μήνα
- Πως είναι οργανωμένα τόσα αρχεία για γρήγορη πρόσβαση;
- Που είναι αποθηκευμένα
  - Πως (αλγόριθμος) αποφασίζουμε;
- Τι λογισμικό και υλικό χρησιμοποιείται;





# Cloud Computing

- Δραματική αλλαγή στο τι σημαίνει υπολογισμός
- Το λογισμικό και υλικό σαν αγαθό/υπηρέσια
- Ο χρήστης χρεώνεται βάση χρήσης
- Υπολογισμοί και αποθήκευση δεδομένων σε data centers
- Μείωση κόστους: πιο αποδοτική διαχείριση πόρων



# Ψυχαγωγία

---

- Εικονική πραγματικότητα
- Ρεαλιστική απεικόνιση
- Πιο διαδραστική
  - Wii, Kinect etc



# Σημαντικές τεχνολογίες

---

«Οι πιο σημαντικές τεχνολογίες είναι αυτές που εξαφανίζονται. Διαχέονται μέσα στον ιστό της καθημερινής μας ζωής μέχρι που δεν γίνονται αντιληπτές και δεν μπορούν να διαχωριστούν»

Mark Weiser, 1991

“ The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it.”

Mark Weiser, 1991

# Τεχνολογίες μέσα σε περίπου 30 χρόνια

---

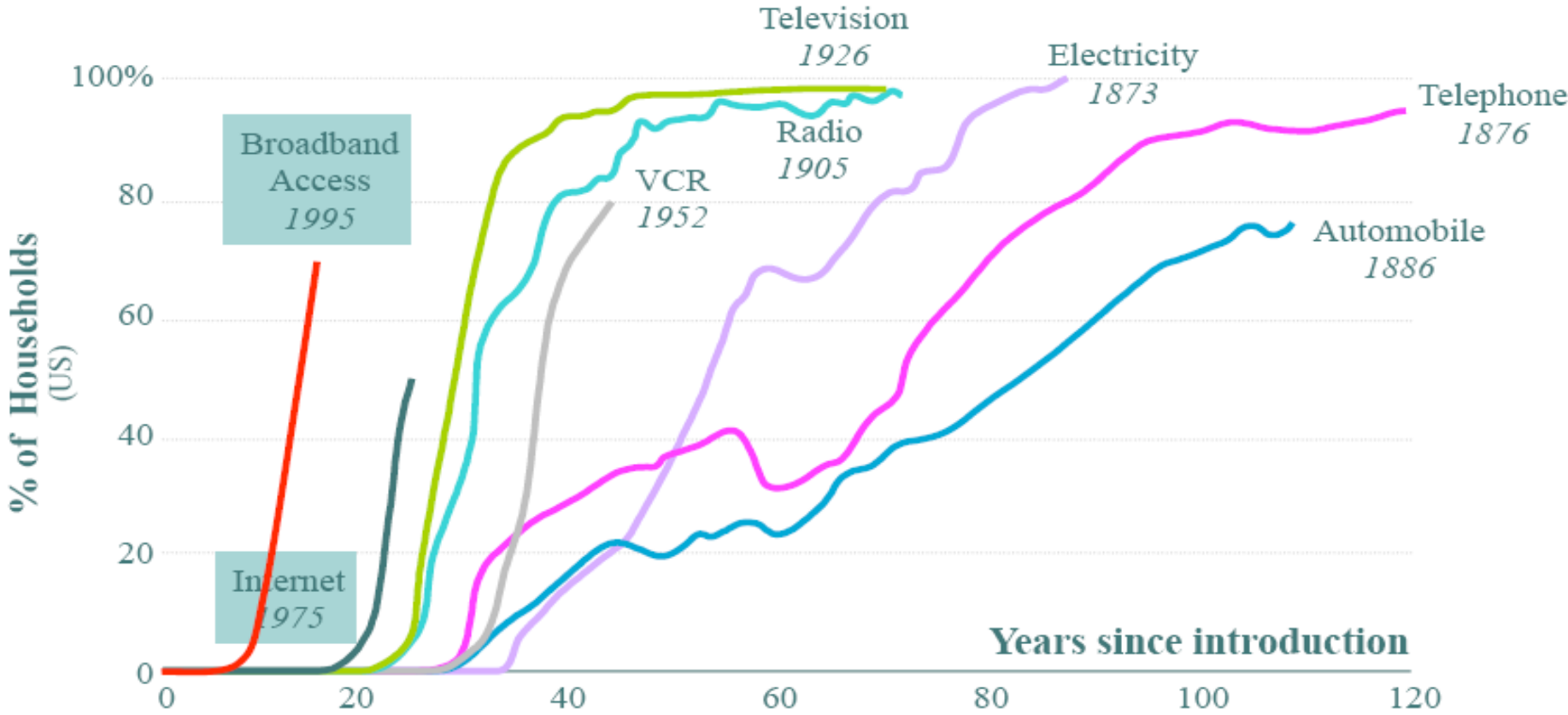
Άλλες τεχνολογίες που χρειάστηκαν περίπου ίδιο χρόνο εισαγωγής (“εισχώρησης”) στην κοινωνία:

- **Αεροπλάνα**: 1903-1938 (Stratoliner)
- **Αυτοκίνητα**: 1876-1908 (μοντέλο-T)
- **Αναλογικά τηλέφωνα**: 1876-1915 (διηπειρωτική τηλεφωνία)
- **Σιδηρόδρομοι**: 1820-1960 (διηπειρωτικοί σιδηρόδρομοι)



# Διαδίκτυο/ευρυζωνικό δίκτυο (broadband)

μία από τις πιο γρήγορες εφαρμογές που εισάχθηκαν ποτέ



**2005 = 30% broadband / 2010 = 70% broadband estimate.**

Source: Michael Fox and Forbes Magazine, Morgan Stanley

# Πρόβλημα

---

- Θέλουμε να κτίσουμε ένα δίκτυο το οποίο
  - Θα μπορεί να μεγαλώνει σε παγκόσμια κλίμακα (επεκτάσιμο - scalable).
  - Θα μπορεί να υποστηρίξει ένα εύρος εφαρμογών από
    - μεταφορά αρχείων (file transfer),
    - τηλεδιάσκεψη (teleconferencing),
    - ηλεκτρονικό εμπόριο (electronic commerce),
    - ψηφιακές βιβλιοθήκες (digital libraries) ...
- Πως σχεδιάζουμε ένα τέτοιο δίκτυο (υλικό και λογισμικό – hardware and software);

# Απαιτήσεις από τα δίκτυα

---

- Ποιοι θέτουν τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς του δικτύου;
  - **Προγραμματιστές** (application programmers) θέλουν υπηρεσίες τις οποίες θα αξιοποιήσουν οι εφαρμογές τους, π.χ. παράδοση πακέτων μέσα σε δεδομένα χρονικά πλαίσια ή αξιόπιστη παράδοση πακέτων (reliable delivery).
  - **Σχεδιαστές** (network designers) επιδιώκουν παραγωγική χρήση των πόρων του δικτύου
  - **Παροχείς υπηρεσιών** (network providers) επιδιώκουν δίκτυο το οποίο είναι εύκολο στη λειτουργία και στη συντήρηση.

# 4 βήματα για δικτύωση

---

- Επικοινωνία μέσω μιας σύνδεσης (link)
- Ένωση πολλών συνδέσεων (internetworking)
- Εύρεση μονοπατιού και προώθηση μηνύματος
- Κάλυψη αναγκών εφαρμογής (χρήστη)



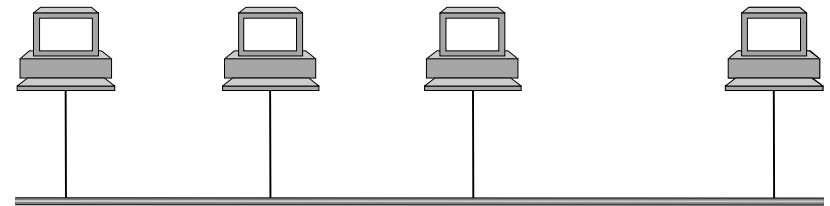
# Απαιτήσεις: Συνδεσιμότητα (connectivity)

---

- Επικοινωνία μεταξύ συνόλου υπολογιστών
- Βασικές δομικές μονάδες
  - Κόμβοι
    - Υπολογιστές (computers, hosts, servers), δρομολογητές (routers), μεταγωγείς (switches) κλπ.
  - Ζεύξεις
    - Ομοαξονικές, ασύρματες, οπτικές κλπ.
    - Σημείο προς σημείο (point-to-point) ή πολλαπλής πρόσβασης (multiple access)



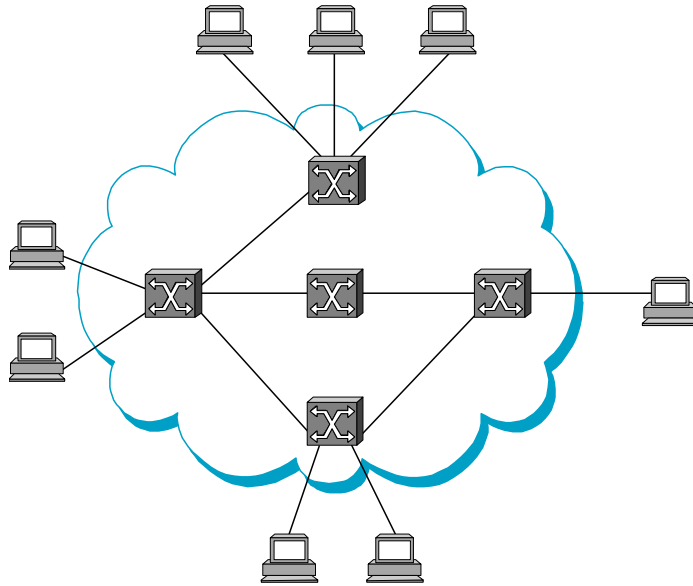
Σημείο προς σημείο



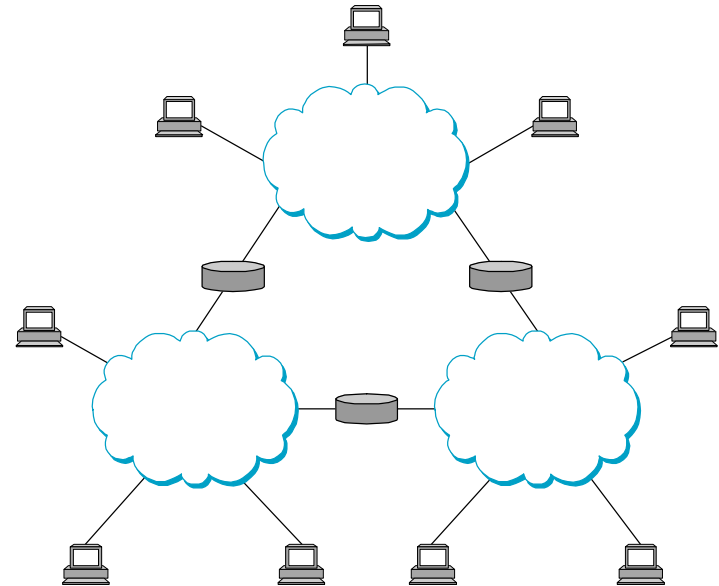
Πολλαπλής πρόσβασης

# Απαιτήσεις: Συνεκτικότητα (connectivity)

- Δίκτυα και Διαδίκτυα



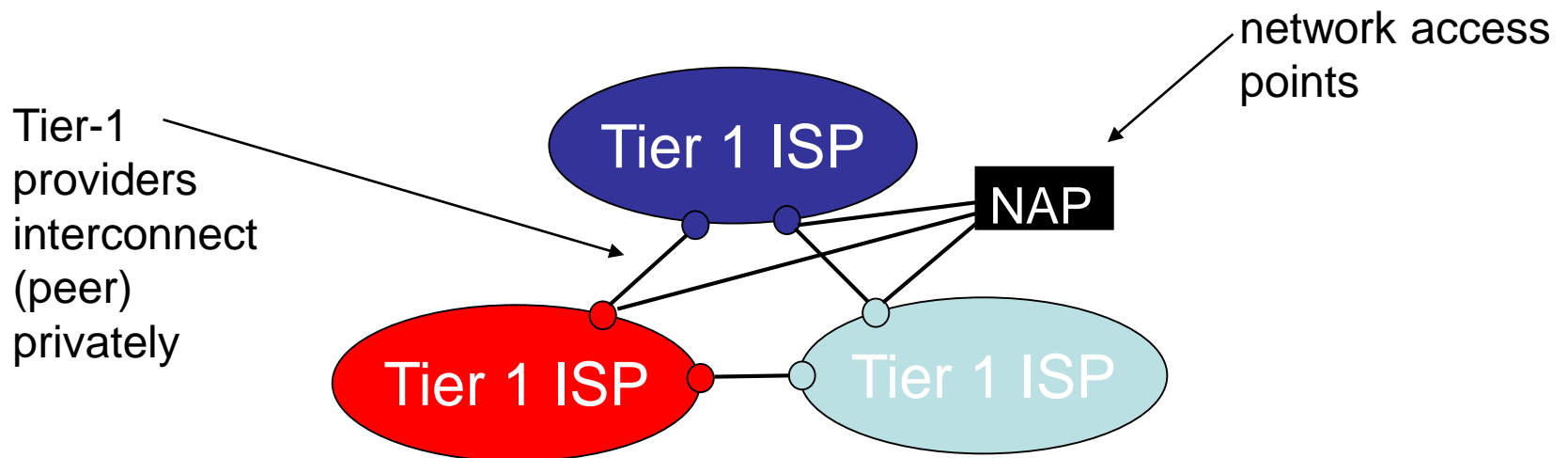
Δύο ή περισσότεροι συνδεδεμένοι κόμβοι



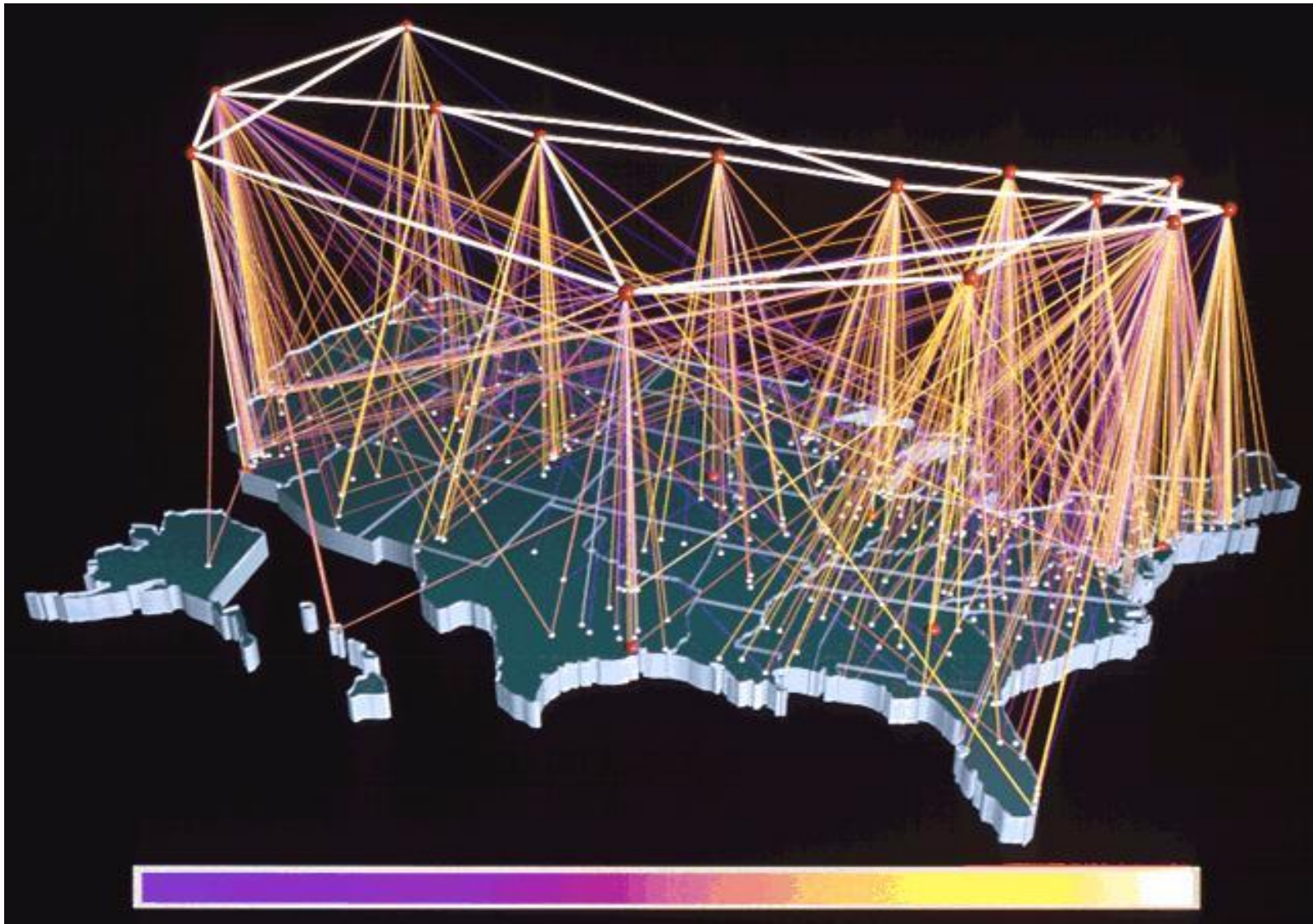
Δύο ή περισσότερα συνδεδεμένα δίκτυα

# Δομή Διαδικτύου: συνδεδεμένα δίκτυα

- Κάπως ιεραρχικό
- **στο κέντρο: παροχείς υπηρεσιών “Επιπέδου 1” με διεθνή κάλυψη**

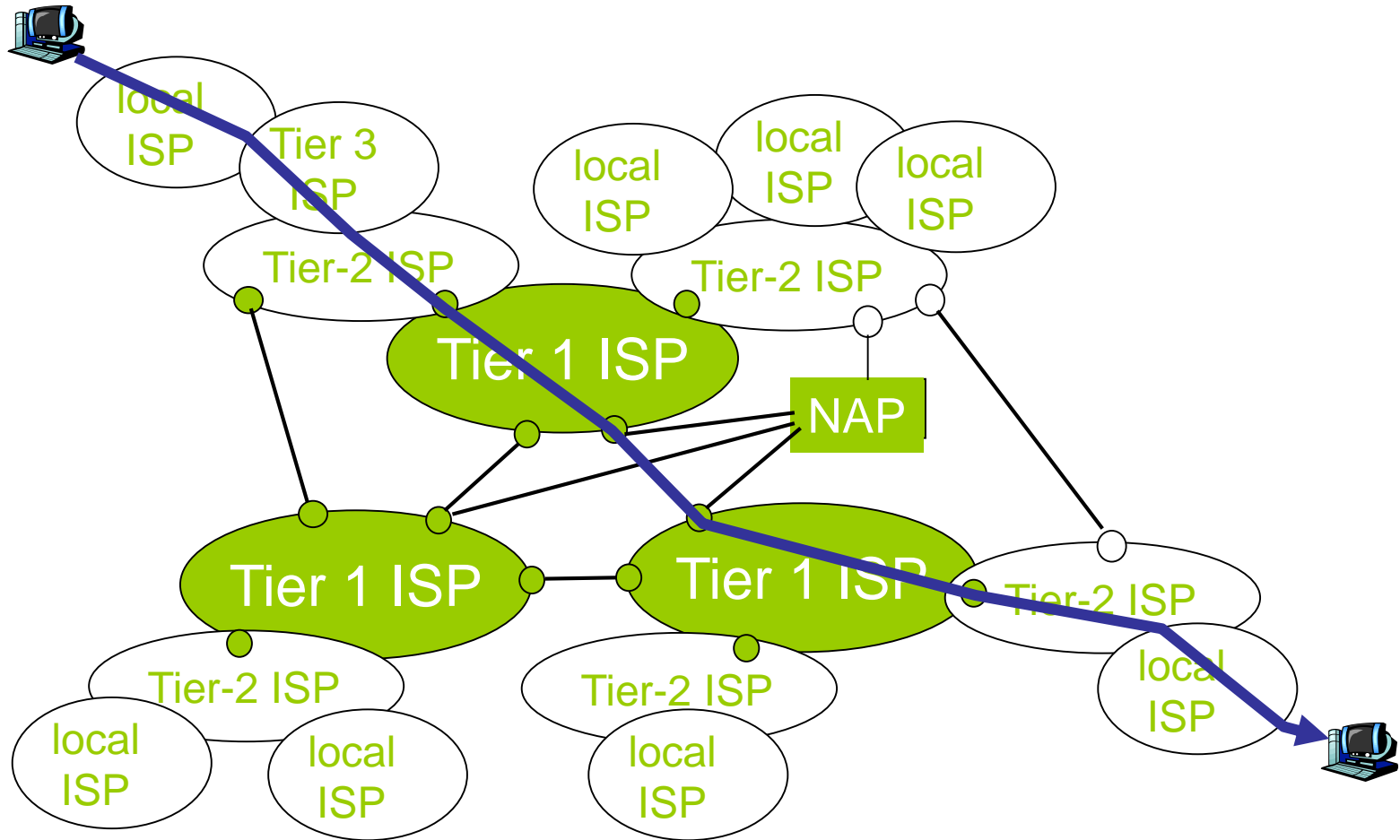


# US Tier1 provider



# Δομή Διαδικτύου: συνδεδεμένα δίκτυα

- ένα πακέτο περνά από πολλά δίκτυα

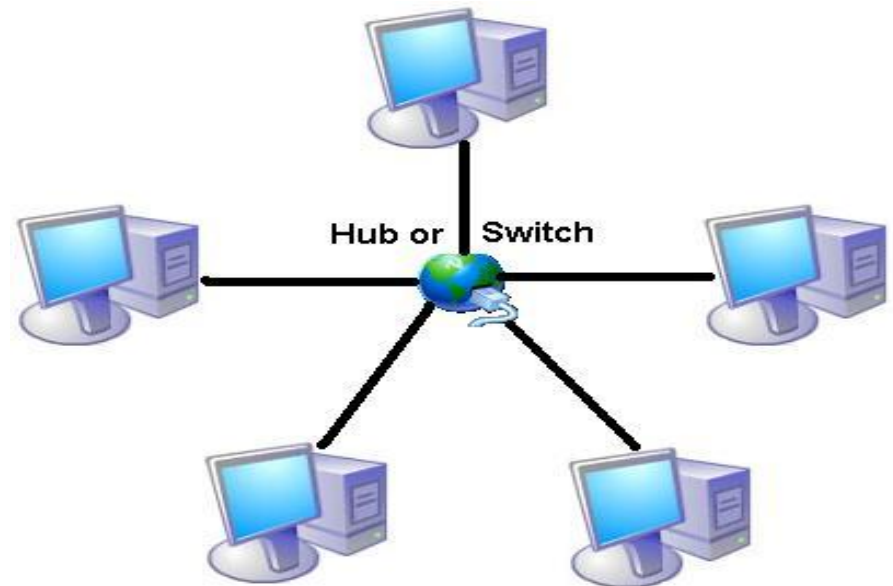
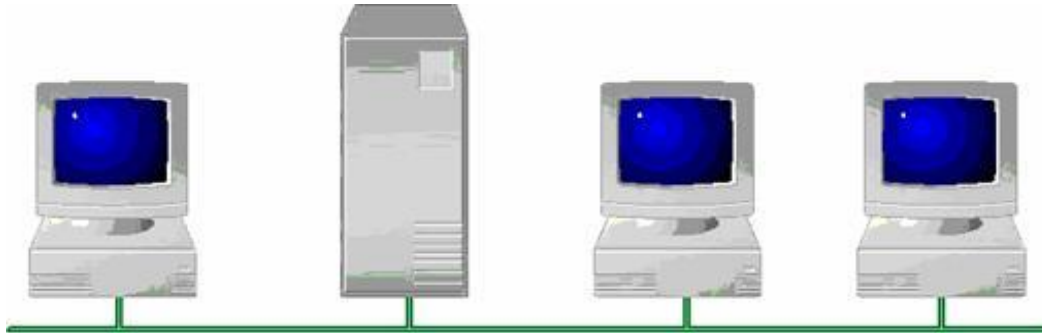


# Κατηγοριοποίηση Δικτύων

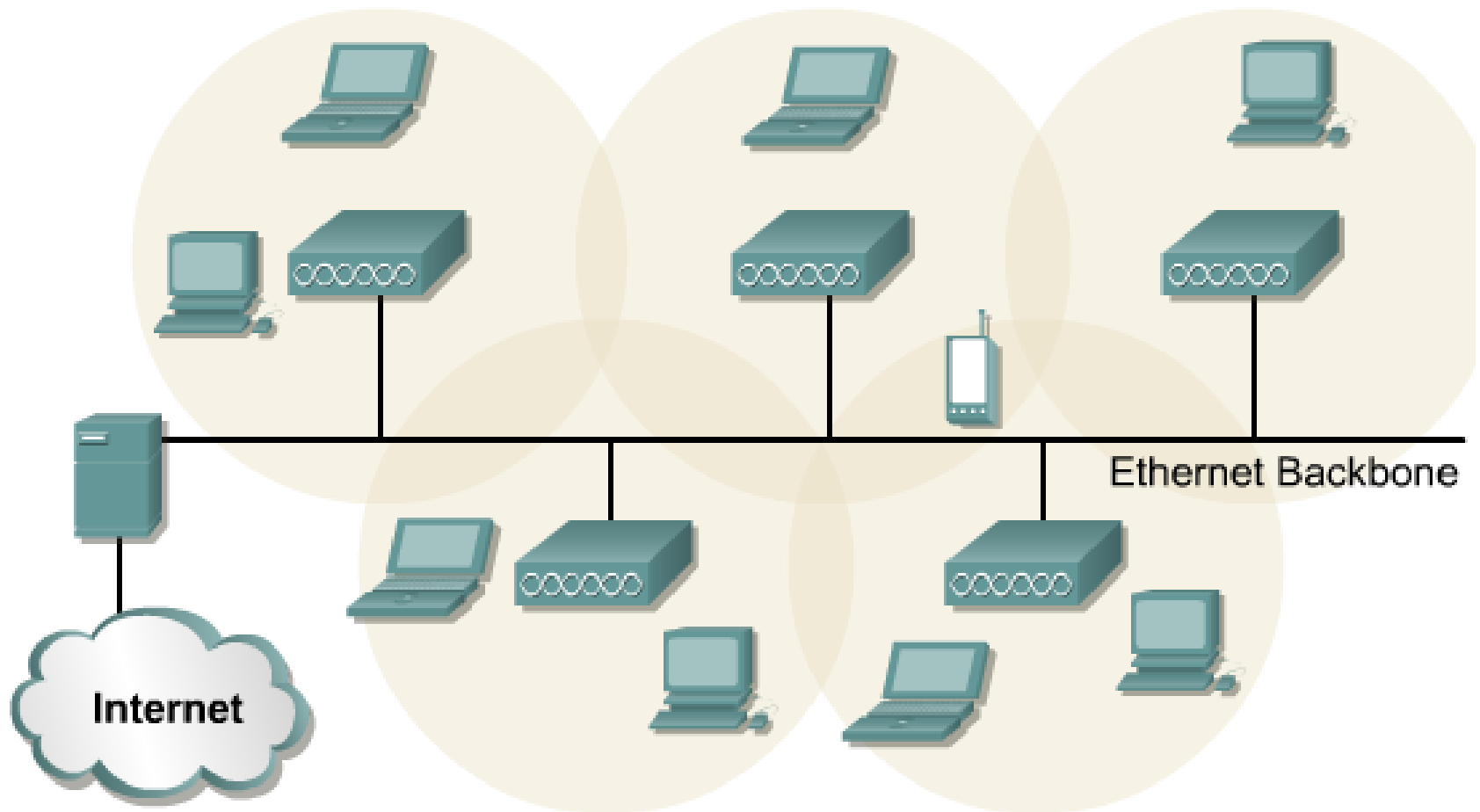
Απόσταση επεξεργαστών	Περιοχή υλοποίησης	Παράδειγμα
1m	Τετραγωνικό μέτρο	Προσωπικά υπολογιστικά συστήματα (personal network)
10m	Δωμάτιο	Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks)
100m	Κτίριο	
1Km	Σύμπλεγμα κτιρίων	
10Km	Πόλη	Μητροπολιτικό Δίκτυο (Metropolitan Network)
100Km	Χώρα	Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network)
1000Km	Ήπειρος	
10,000Km	Πλανήτης	Το Διαδίκτυο (The Internet)

# Τοπικό Δίκτυο (Local Area Network)

---

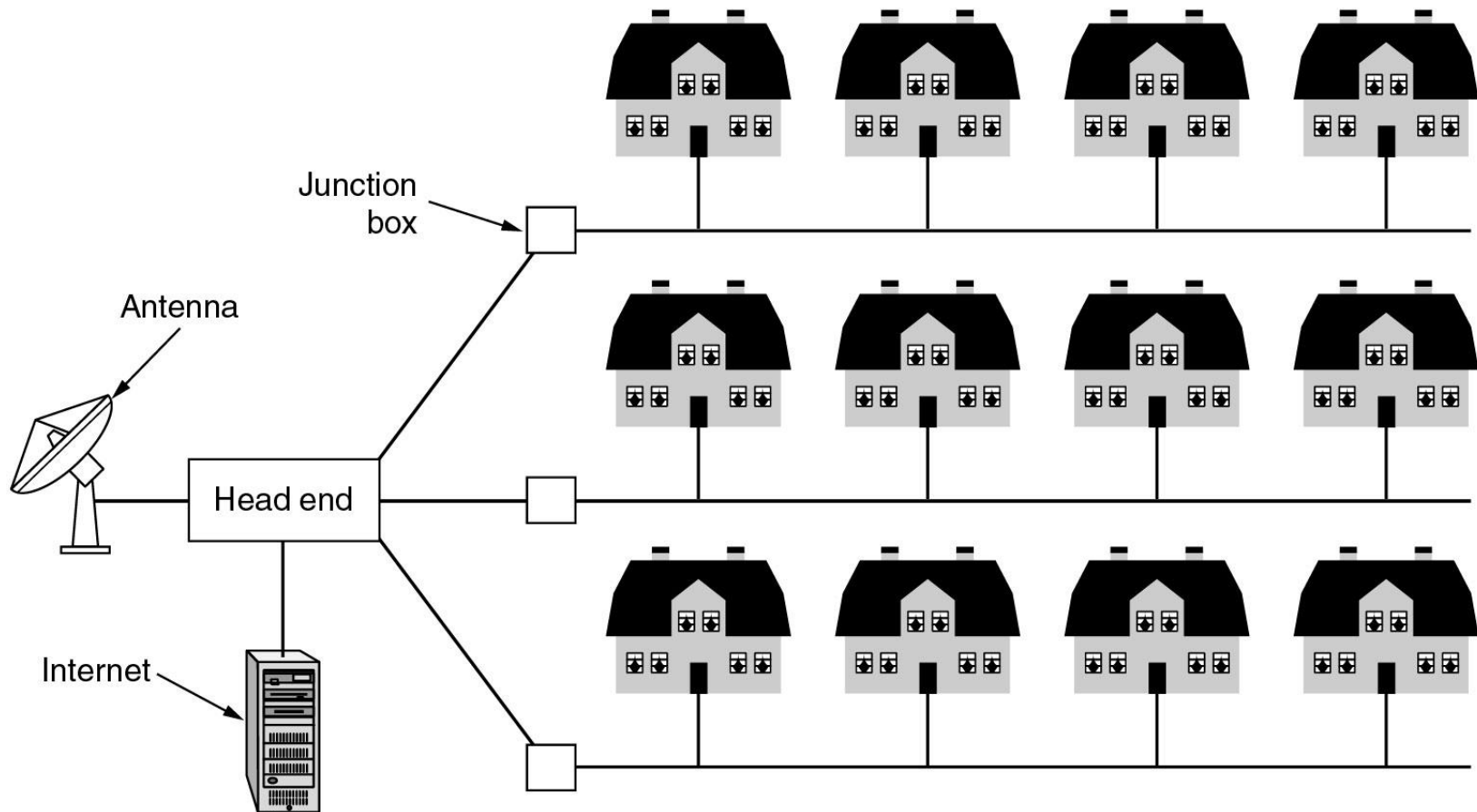


# Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (Wireless Local Area Network)





# Μητροπολιτικό Δίκτυο (Metropolitan Network)



Δίκτυο Καλωδιακής Τηλεόρασης

# Η σύνδεση μπορεί να είναι:

---

## 1. Ενσύρματη

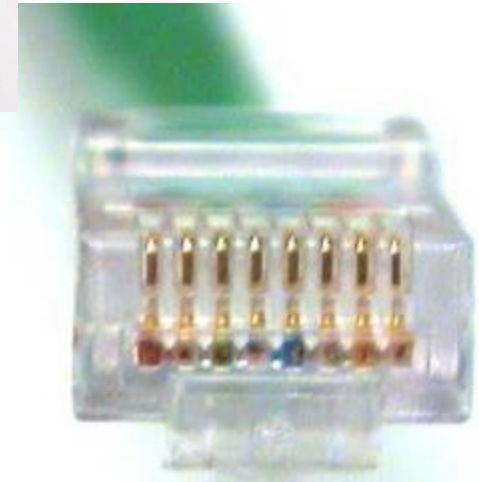
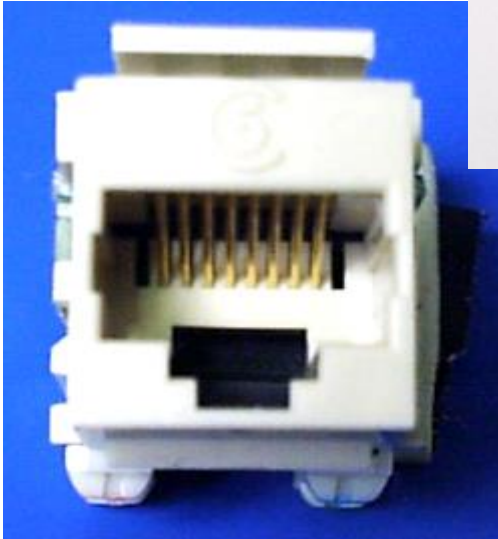
- Χάλκινο Καλώδιο
- Ομοαξονικό καλώδιο
- Συνεστραμμένα ζεύγη
- Οπτικές ίνες

## 2. Ασύρματη

- Επίγειες μικροκυματικές ζεύξεις
- Δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις
- Κυψελωτή τηλεφωνία

# Ενσύρματη Σύνδεση με καλώδιο UTP

---



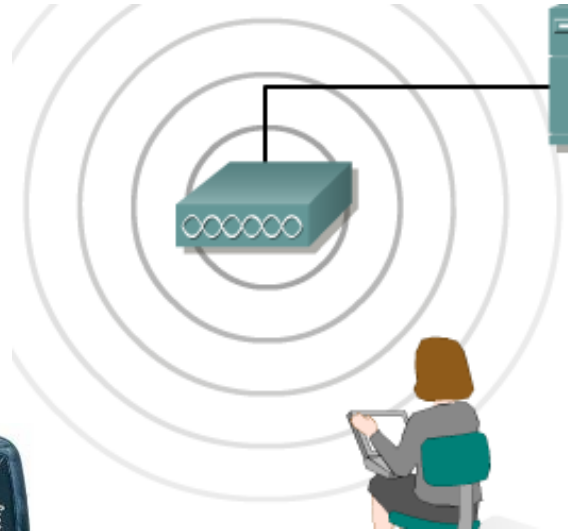
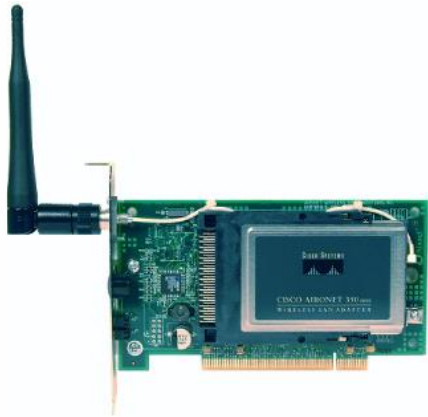
# Σύνδεση με καλώδιο Οπτικών Ινών

---



# Ασύρματη Σύνδεση

---

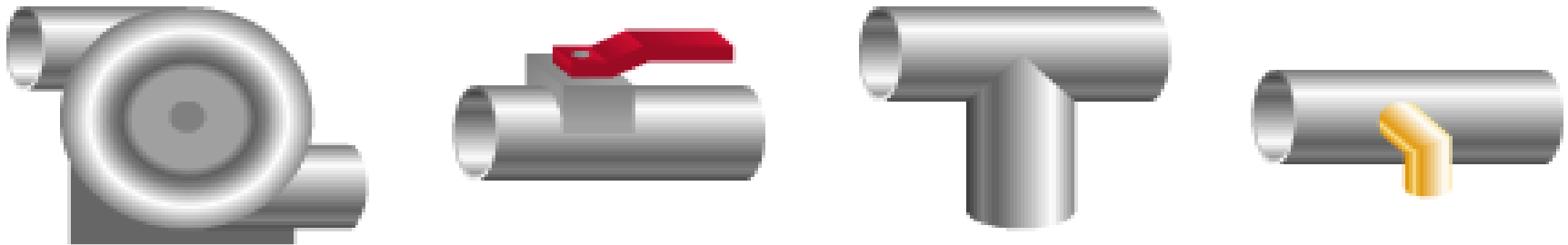


# Αναλογία Συνδέσεων με ταχύτητα (1)

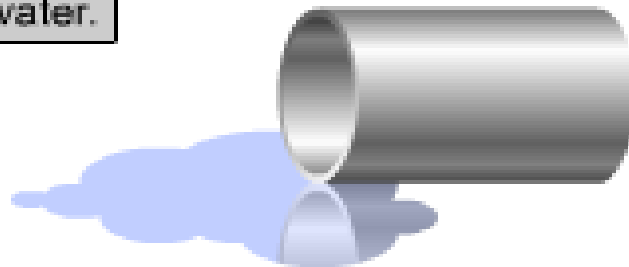
Bandwidth is like the width of a pipe.



Network devices are like pumps, valves, fittings, and taps.

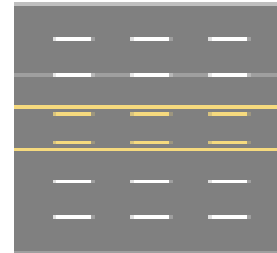
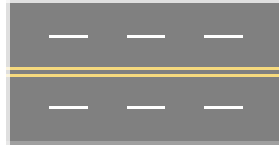


Packets are like water.

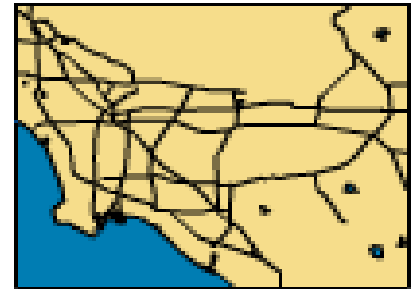
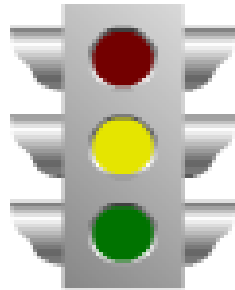


# Αναλογία Συνδέσεων με ταχύτητα (2)

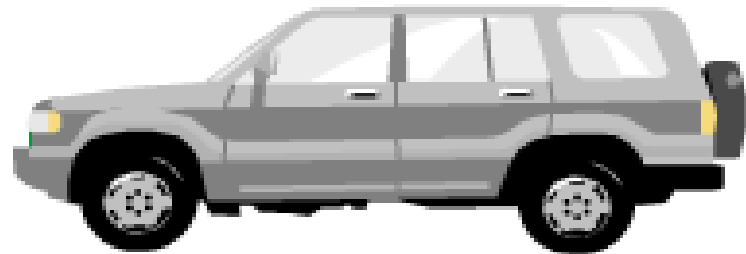
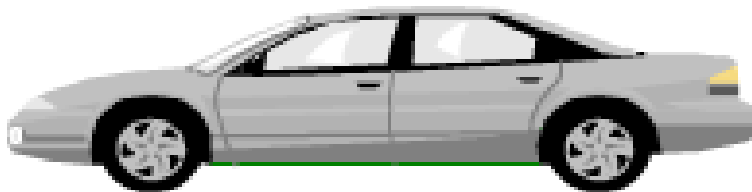
Bandwidth is like the number of lanes on a highway.



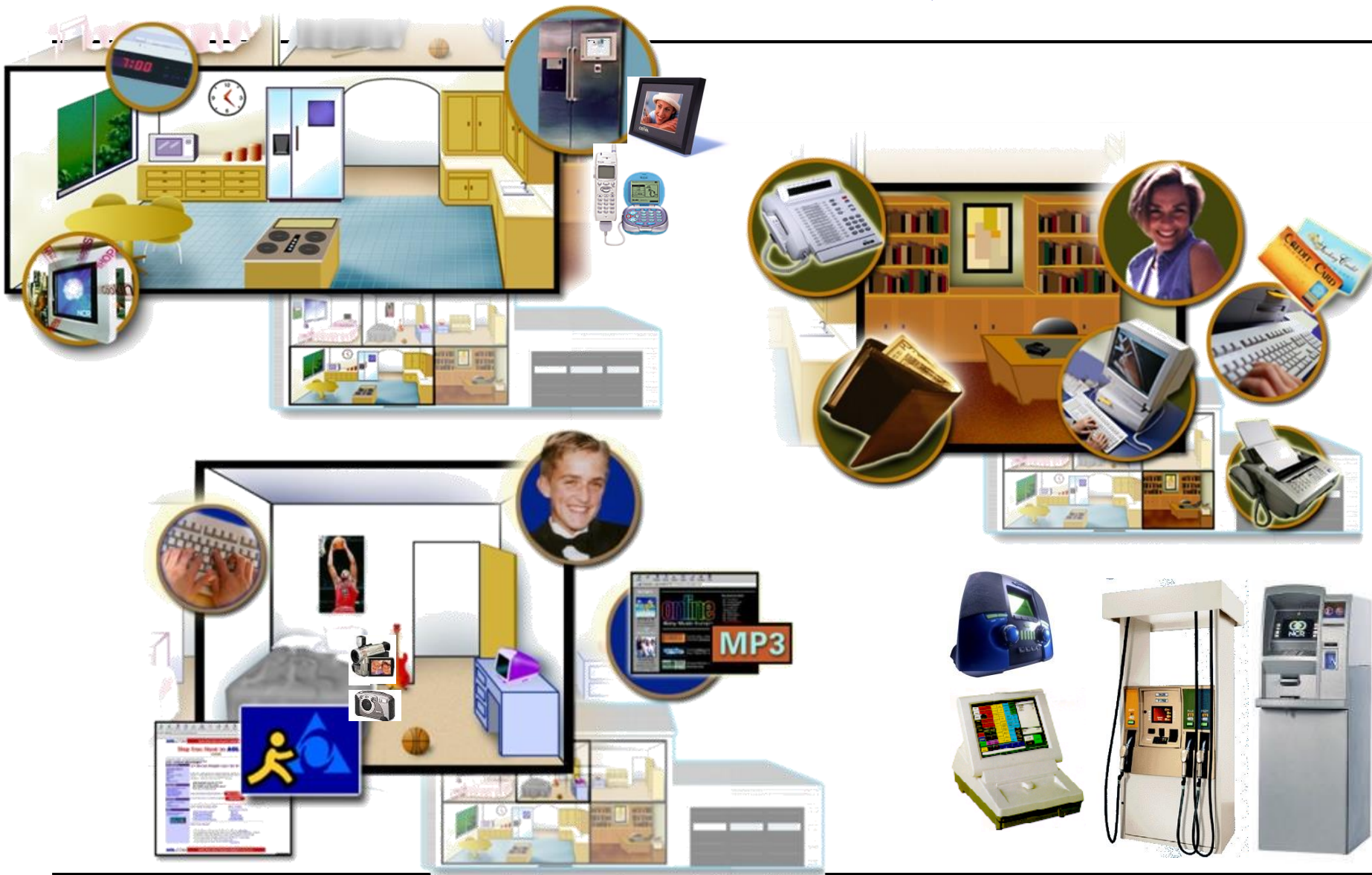
Network devices are like on-ramps, traffic signals, signs, and maps.



Packets are like vehicles.



# Τι συνδέεται σε ένα δίκτυο;



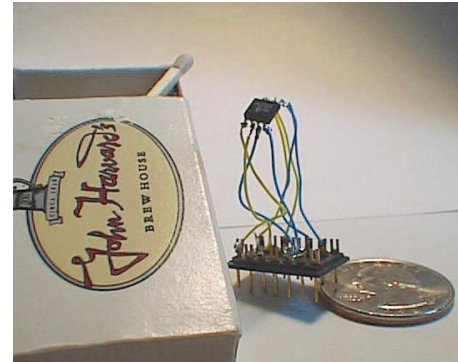


# Έξυπνες συσκευές

---



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



World's smallest web server  
<http://www-ccs.cs.umass.edu/~shri/iPic.html>

# Έξυπνες Συσκευές

---



WASHY TALKY

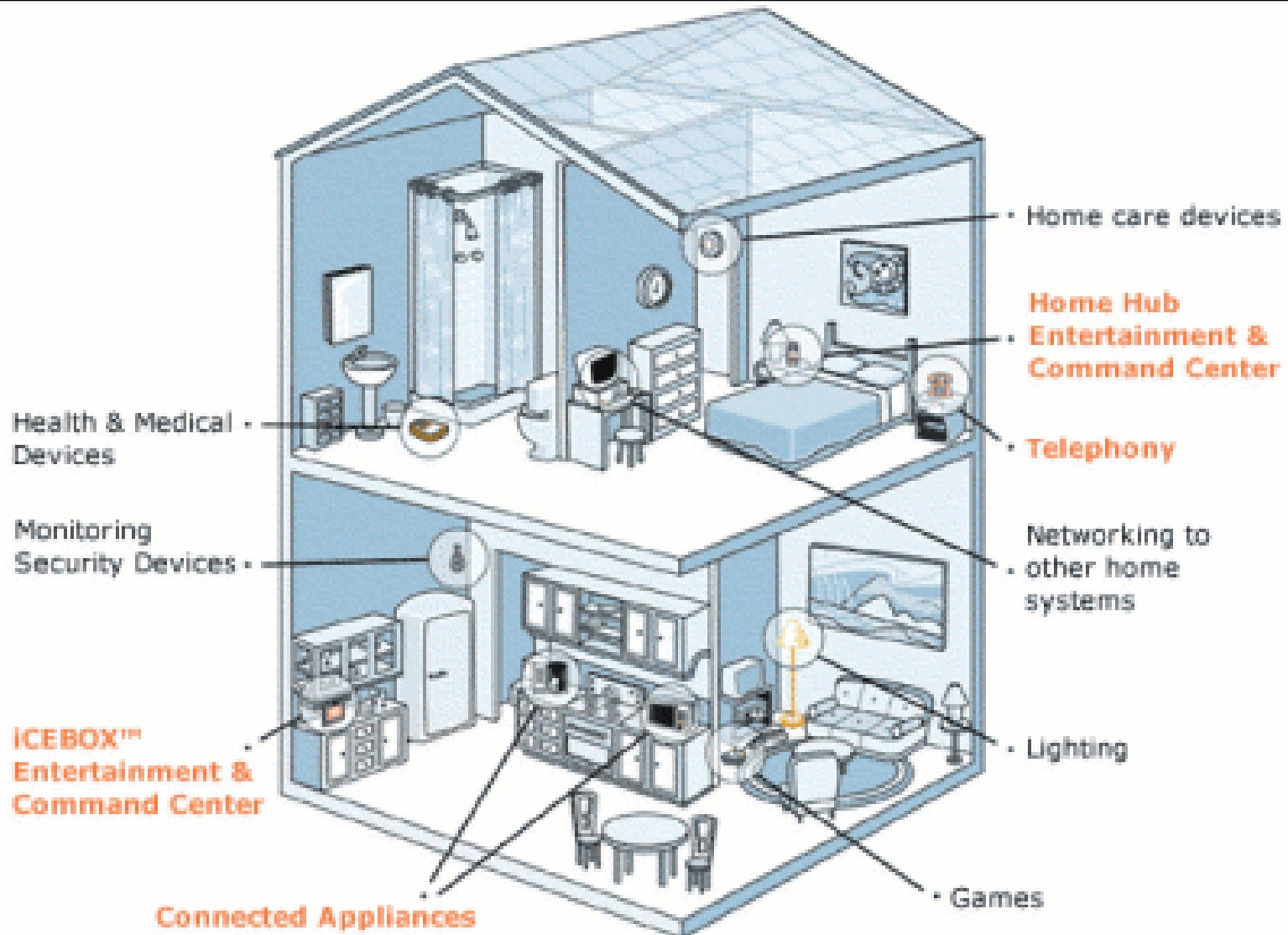
Fluent in three languages – English, Hindi and Tamil.



Web-enabled toaster+weather forecaster

<http://www.electrolux.co.uk/node145.asp>

# Το «έξυπνο σπίτι»



# Πρόβλημα

---

- Υπάρχουν πολλές διαφορές μεταξύ δικτύων
  - μορφή διευθύνσεων
  - απόδοση
  - μέγεθος πακέτων
  - δρομολόγηση
- Πώς μεταφράζουμε μεταξύ τεχνολογιών;
- Πώς μπορούμε να οργανώσουμε ένα δίκτυο;

Δρούμε αφαιρετικά και χρησιμοποιούμε  
πρωτόκολλα !

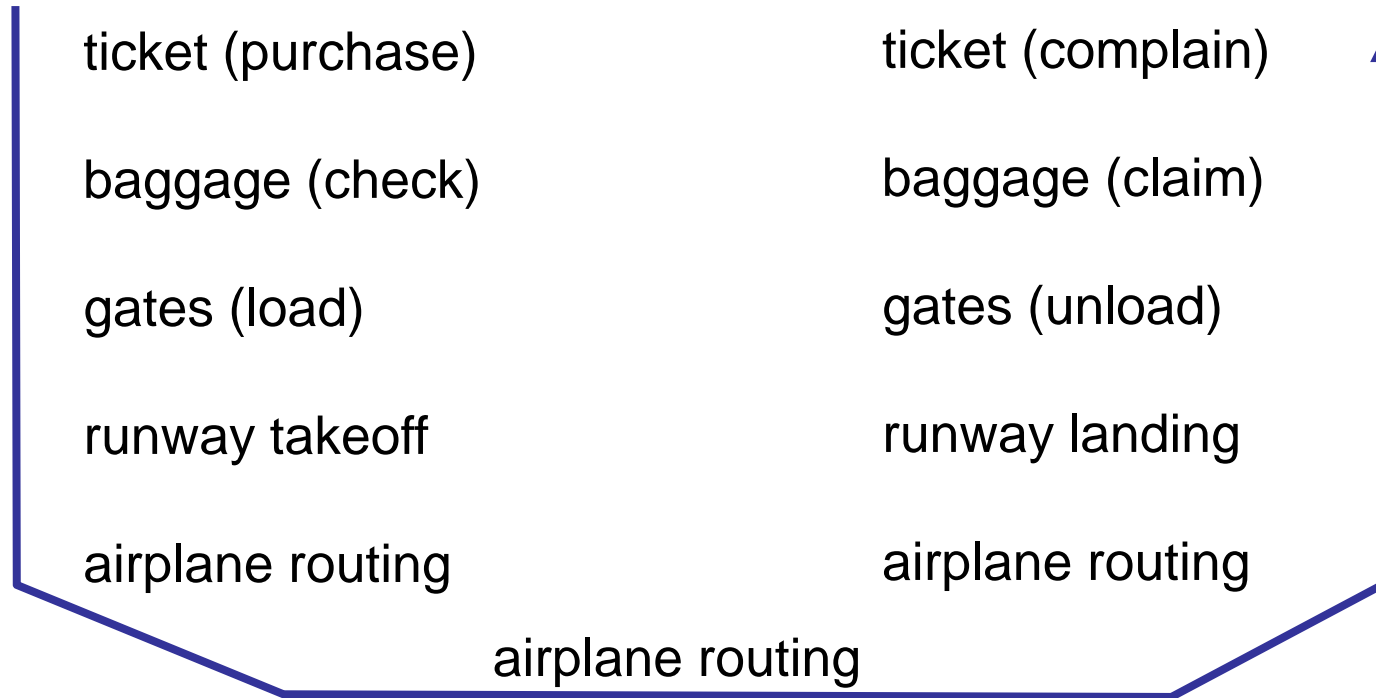
# Πρωτόκολλο (protocol)

---

- Η Συμφωνία ανάμεσα σε δύο επικοινωνούντα μέρη, ως προς τον τρόπο με τον οποίο θα προχωρήσει η επικοινωνία.

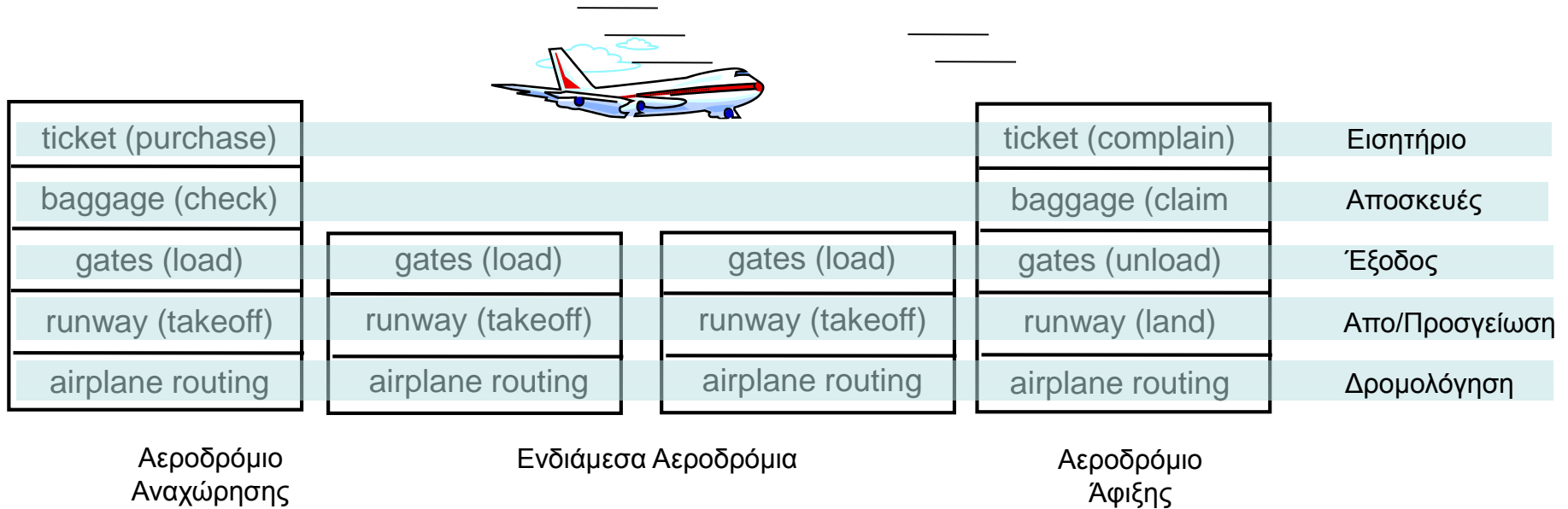
# Οργάνωση ταξιδιού

---



- a series of steps

# Στρωματοποίηση εργασιών



**Στρώματα:** κάθε στρώμα υλοποιεί μια υπηρεσία

- βασίζεται σε υπηρεσίες άλλων στρωμάτων (πιο κάτω)
- δεν υπάρχει ανάγκη να ξέρουμε τα πάντα. Μόνο πώς μιλούμε στους πιο πάνω και πιο κάτω.

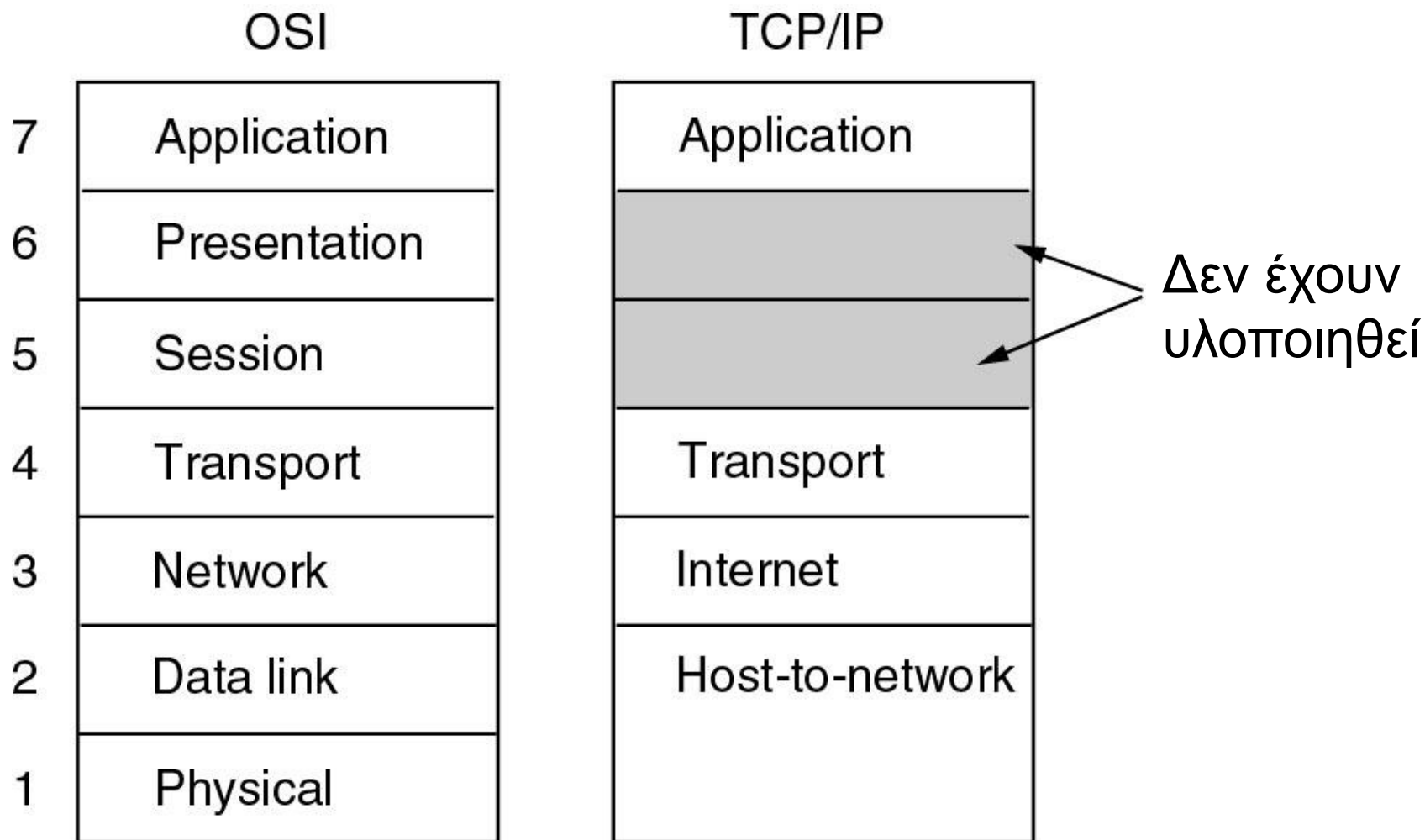
# Γιατί Επίπεδα;

---

- Καταμερισμός του πολύπλοκου προβλήματος σε μικρότερα, πιο απλά προβλήματα.
  - Κάθε επίπεδο είναι υπεύθυνο για την αντιμετώπιση κάποιων προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν.
- Κάθε επίπεδο κρύβει την πολυπλοκότητα του από τα υπόλοιπα επίπεδα και τους χρήστες.
- Καλύτερη δομή αποτελούμενη από πολλά στοιχεία (modular).
  - Μια καινούργια υπηρεσία μπορεί να υλοποιηθεί μετατρέποντας μόνο ένα επίπεδο (στρώμα).
  - πχ. αλλαγή στην έξοδο σε ένα αεροδρόμιο δεν επηρεάζει άλλες εργασίες



# Μοντέλο Αναφοράς: TCP/IP



# Μοντέλο OSI

---

- Φυσικό στρώμα (Physical Layer)
  - Μετάδοση ακατέργαστων bits (0 ή 1) από τον αποστολέα στον δέκτη.
- Στρώμα Ζεύξης Δεδομένων (Data Link Layer)
  - Τεμαχίζει τα δεδομένα σε πλαίσια δεδομένων (frames)
  - Επιβεβαιώνει ότι η επικοινωνία του Φυσικού στρώματος είναι αξιόπιστη (Πλαίσια επαλήθευσης -acknowledgement frames)
  - Ανίχνευση και επιδιόρθωση λαθών (Error detection and correction).
  - Έλεγχος ροής (flow control).

# Μοντέλο OSI

---

- Στρώμα Δικτύου (Network Layer)
  - Δρομολόγηση πακέτων
  - Έλεγχος συμφόρησης
  - Έκδοση λογαριασμών (billing)
- Στρώμα Μεταφοράς (Transport Layer)
  - Τεμαχίζει τα μηνύματα σε μικρότερες μονάδες
  - Επιβεβαιώνει ότι όλες οι μονάδες φτάνουν στο άλλο άκρο και επανασυναρμολογεί το μήνυμα.
  - Πολυπλεξία συνδέσεων/συρμών (steams)
  - Υπηρεσίες μεταφοράς πακέτων από άκρο σε άκρο (end-to-end). (π.χ., αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων στον δέκτη).
  - Έλεγχος συμφόρησης (congestion) και ροής πακέτων

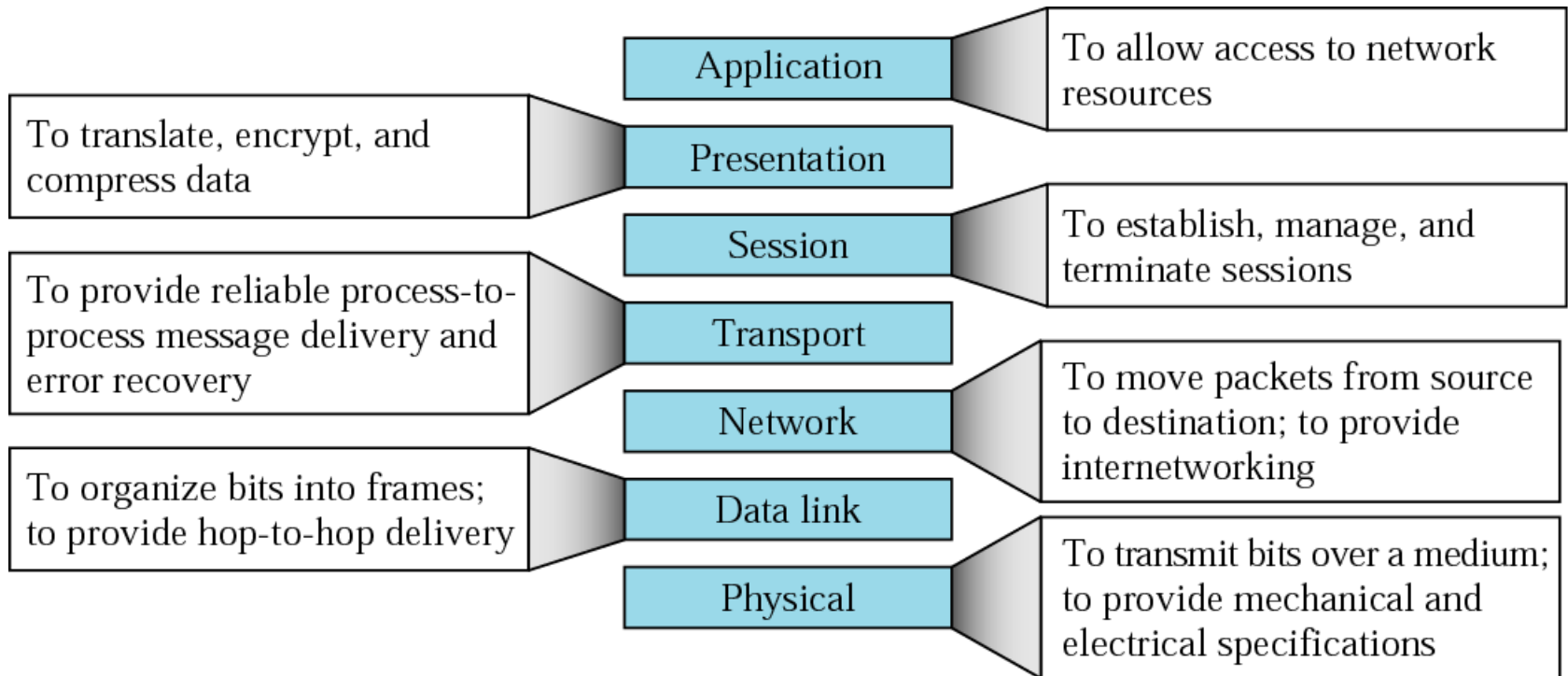
# Μοντέλο OSI

---

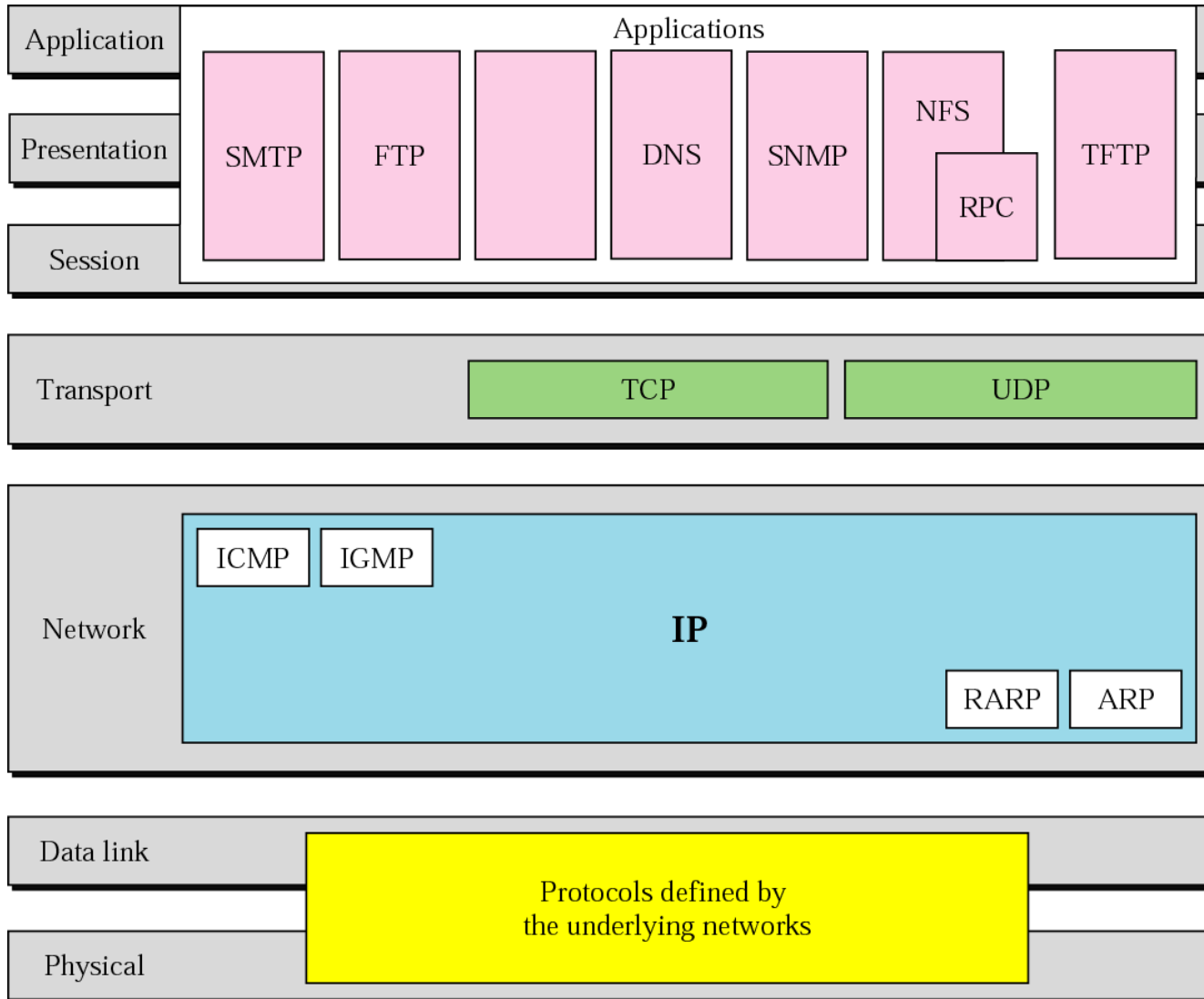
- Στρώμα Συνόδου (Session Layer)
  - Αποκατάσταση συνόδων μεταξύ διαφόρων μηχανών (sessions)
  - Διαχείριση σκυτάλης (token management)
  - Συγχρονισμός (synchronization)
- Στρώμα Παρουσίασης (Presentation Layer)
  - Κωδικοποίηση δεδομένων
- Στρώμα Εφαρμογή (Application Layer)
  - Συμβατότητα μεταξύ εφαρμογών

# Summary of layers

---



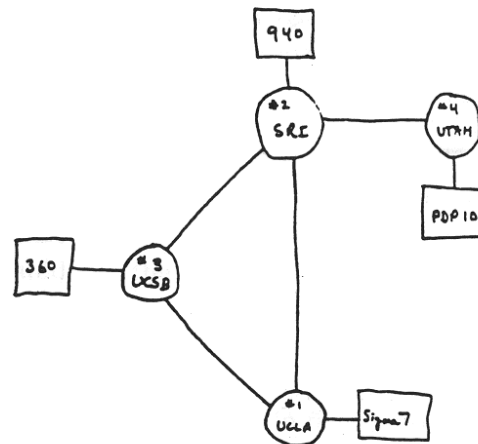
# TCP/IP and OSI model



# Internet History

## *1961-1972: Early packet-switching principles*

- 1961: Kleinrock - queueing theory shows effectiveness of packet-switching
- 1964: Baran - packet-switching in military nets
- 1967: ARPAnet conceived by Advanced Research Projects Agency
- 1969: first ARPAnet node operational
- 1972:
  - ARPAnet public demonstration
  - NCP (Network Control Protocol) first host-host protocol
  - first e-mail program
  - ARPAnet has 15 nodes



THE ARPA NETWORK

# Internet History

---

## *1972-1980: Internetworking, new and proprietary nets*

- 1970: ALOHAnet satellite network in Hawaii
- 1974: Cerf and Kahn - architecture for interconnecting networks
- 1976: Ethernet at Xerox PARC
- 1979: ARPAnet has 200 nodes

### Cerf and Kahn's internetworking principles:

- minimalism, autonomy - no internal changes required to interconnect networks
- best effort service model
- stateless routers
- decentralized control

define today's Internet architecture



# Internet History

---

*1980-1990: new protocols, a proliferation of networks*

- 1983: deployment of TCP/IP
- 1982: smtp e-mail protocol defined
- 1983: DNS defined for name-to-IP-address translation
- 1985: ftp protocol defined
- 1988: TCP congestion control
- new national networks: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 hosts connected to confederation of networks

# Internet History

---

*1990, 2000's: commercialization, the Web, new apps*

- Early 1990's: ARPAnet decommissioned
- 1991: NSF lifts restrictions on commercial use of NSFnet (decommissioned, 1995)
- early 1990s: Web
  - hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's]
  - HTML, HTTP: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, later Netscape
  - late 1990's: commercialization of the Web

## Late 1990's – 2000's:

- more killer apps: instant messaging, P2P file sharing
- network security to forefront
- est. 50 million host, 100 million+ users
- backbone links running at Gbps

# Internet History

---

## NOW:

- >500 million hosts
- Voice, Video over IP
- P2P applications: BitTorrent (file sharing) Skype (VoIP), PPLive (video)
- more applications: YouTube, gaming
- Wireless, mobility

**Ευχαριστώ  
Ερωτήσεις;**



ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ: [vasosv@cs.ucy.ac.cy](mailto:vasosv@cs.ucy.ac.cy)

**NETR**<sup>works</sup>  
research  
Laboratory