

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Διδάσκουσα: Επίκ. Καθ. Ιωάννα Ρουσσάκη

E-mail: ioanna.roussaki@cn.ntua.gr

Κυρίαρχες τεχνολογίες τους τρεις τελευταίους αιώνες

- 1. 18^{ος} αιώνας:** η εποχή των μεγάλων μηχανικών συστημάτων που συνόδευσαν τη Βιομηχανική Επανάσταση.
- 2. 19^{ος} αιώνας:** η εποχή της ατμομηχανής.
- 3. 20^{ος} αιώνας:** η εποχή με βασικές τεχνολογίες για τη συλλογή, επεξεργασία και διανομή πληροφοριών (π.χ., τηλέφωνο, ραδιόφωνο, τηλεόραση, υπολογιστές, δορυφόροι, ...).

Σύγχρονες Τάσεις

1. Οι διαφορές ανάμεσα στη συλλογή, τη μεταφορά, την αποθήκευση και την επεξεργασία πληροφοριών εξαλείφονται με ταχείς ρυθμούς.
2. Η συγχώνευση των υπολογιστών και των επικοινωνιών είχε έντονη επίδραση στον τρόπο οργάνωσης των υπολογιστικών συστημάτων.
3. Η έννοια του “κέντρου υπολογιστών”, όπου ένας υπολογιστής εξυπηρετούσε τις ανάγκες ενός οργανισμού, έχει ήδη αντικατασταθεί από ένα μοντέλο όπου η δουλειά γίνεται από πλήθος αυτόνομων αλλά διασυνδεδεμένων υπολογιστών. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται **δίκτυα υπολογιστών (computer networks)**.

Τι είναι το δίκτυο υπολογιστών?

- Η έννοια του “**δικτύου υπολογιστών**” ορίζεται ως ένα σύνολο αυτόνομων υπολογιστών που είναι διασυνδεδεμένοι με μια κοινή τεχνολογία. Δύο υπολογιστές λέγονται διασυνδεδεμένοι αν είναι σε θέση να ανταλλάσσουν πληροφορίες.
 - Οι βασικές διαφορές ανάμεσα σε ένα **δίκτυο υπολογιστών** και σε ένα **κατανεμημένο σύστημα** είναι:
 1. Σε ένα **κατανεμημένο σύστημα** έχουμε ένα σύνολο από ανεξάρτητους υπολογιστές το οποίο εμφανίζεται στους χρήστες του ως ένα **μοναδικό συνεκτικό σύστημα**. Συνήθως έχει ένα βασικό μοντέλο ή υπόδειγμα το οποίο παρουσιάζει στους χρήστες του και το οποίο υλοποιείται από ένα επίπεδο λογισμικού πάνω από το OS, γνωστό ως **ενδιάμεσο λογισμικό (middleware)**. Π.χ. το WWW αποτελεί κατανεμημένο σύστημα.
 2. Στα **δίκτυα υπολογιστών** απουσιάζει αυτή η συνεκτικότητα, το μοντέλο και το λογισμικό. Ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να ζητήσει σύνδεση σε κάποιο μηχάνημα (π.χ., rlogin), να εκτελέσει εκεί ό,τι επιθυμεί (π.χ., rsh), να μετακινήσει απομακρυσμένα αρχεία (πχ., rcp, ftp, uucp), και εν γένει να εμπλέκεται προσωπικά σε κάθε φάση της διαχείρισης δικτύου.
- => Το κατανεμημένο σύστημα είναι ένα σύστημα λογισμικού χτισμένο πάνω σε ένα δίκτυο.

Χρήσεις των δικτύων υπολογιστών

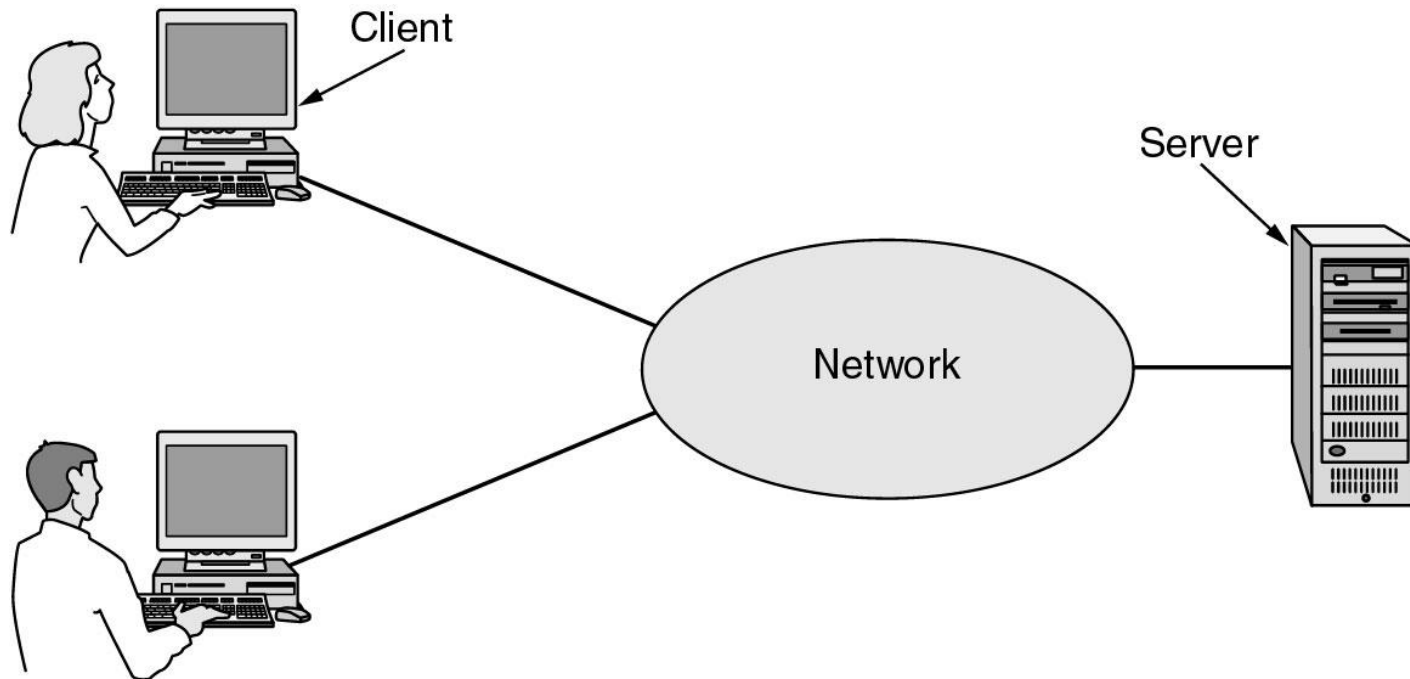
Γιατί ενδιαφέρονται οι άνθρωποι για τα δίκτυα υπολογιστών και που μπορούν αυτά να χρησιμοποιηθούν:

- **Επιχειρηματικές Εφαρμογές (Business Applications)**
- **Οικιακές Εφαρμογές (Home Applications)**
- **Μετακινούμενοι Χρήστες (Mobile Users)**

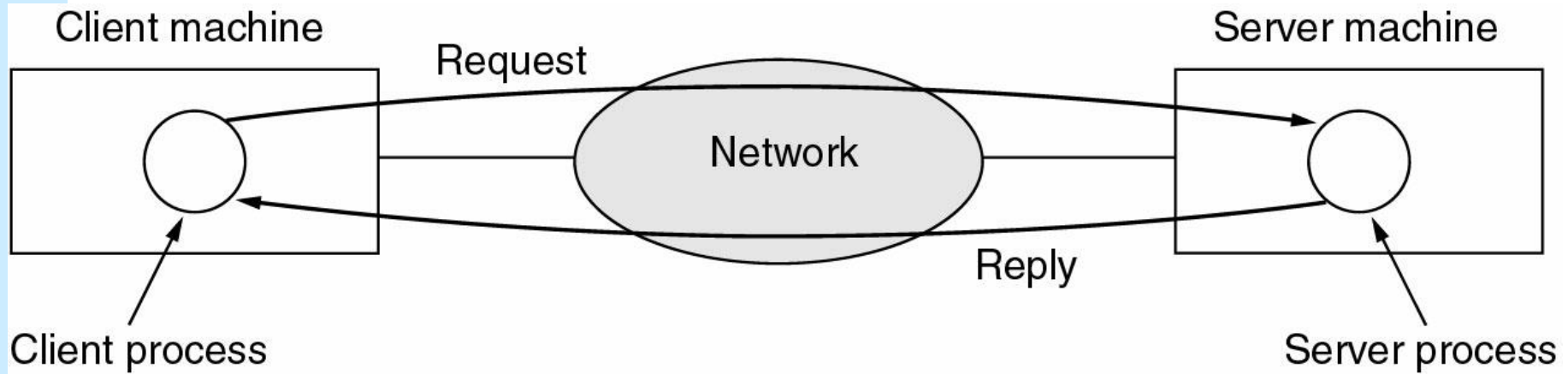
Επιχειρηματικές Εφαρμογές των Δικτύων (I)

- **Κοινοχρησία πόρων (resource sharing):** Το δίκτυο απαιτείται ούτως ώστε τα προγράμματα, ο εξοπλισμός και ιδιαίτερα τα δεδομένα, να είναι διαθέσιμα σε οποιονδήποτε στο δίκτυο, ανεξαρτήτως της φυσικής θέσης του πόρου και του χρήστη.
- **Υψηλή αξιοπιστία:** Το δίκτυο μπορεί να έχει πολλαπλές πηγές παροχής πόρων (π.χ., αντίγραφα αρχείων, πολλές CPUs, ...). Σε περίπτωση αστοχίας κάποιου πόρου, οι υπόλοιποι θα χρησιμοποιηθούν έτσι ώστε το σύστημα να συνεχίσει τη λειτουργία του έστω και με μειωμένη απόδοση. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικά σημαντικό για πολλές εφαρμογές (π.χ., στρατιωτικές, τραπεζικές, ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας, ...).
- **Οικονομία:** Το δίκτυο μπορεί να αποτελείται από πολλούς μικρούς υπολογιστές, ένας για κάθε χρήστη, με τα δεδομένα να αποθηκεύονται σε έναν ή περισσότερους ισχυρούς υπολογιστές που ονομάζονται διακομιστές (**servers**). Στο μοντέλο αυτό, οι χρήστες και τα μηχανήματά τους καλούνται πελάτες (**clients**), ενώ η διάταξη αυτή ονομάζεται **μοντέλο πελάτη-διακομιστή (client-server model)**.

Δίκτυο με δύο πελάτες και ένα διακομιστή



Το μοντέλο πελάτη-διακομιστή ασχολείται με αιτήσεις και απαντήσεις



Επικοινωνία => (i) η διεργασία-πελάτη στέλνει μήνυμα (request) στη διεργασία-διακομιστή και ακολούθως αναμένει μήνυμα απάντησης, (ii) όταν η διεργασία-διακομιστή λάβει την αίτηση, εκτελεί τη ζητούμενη εργασία και επιστρέφει μια απάντηση (reply) στη διεργασία-πελάτη.

Επιχειρηματικές Εφαρμογές των Δικτύων (II)

- **Ισχυρό μέσο επικοινωνίας:** Τα δίκτυα καθιστούν εύκολη τη συνεργασία μεταξύ απομακρυσμένων ομάδων υπαλλήλων, ενώ χωρίς αυτά είναι σχεδόν αδύνατη.
Μακροπρόθεσμα, η χρήση των δικτύων με στόχο τη βελτίωση της διαπροσωπικής επικοινωνίας (π.χ., εφαρμογές όπως e-mail, real-time collaborative editors/word-processors, και videoconferencing), μπορεί να αποδειχθεί πιο σημαντική από τους τεχνικούς στόχους (π.χ., βελτίωση της απόδοσης).
- **E-business (B2B) ή e-commerce (B2C)**

Οικιακές Εφαρμογές των Δικτύων

- 1. Πρόσβαση σε απομακρυσμένες πληροφορίες** (access to remote information)
- 2. Διαπροσωπική επικοινωνία** (person-to-person communication)
- 3. Αλληλεπιδραστική διασκέδαση** (interactive entertainment)
- 4. Ηλεκτρονικό εμπόριο** (e-commerce)
- 5. Διάχυτη Υπολογιστική / Διαδίκτυο των Αντικειμένων** (Ambient Intelligence / Internet of Things - IoT)

Πρόσβαση σε απομακρυσμένες πληροφορίες

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, τα δίκτυα υπολογιστών άρχισαν να παρέχουν υπηρεσίες σε ιδιώτες στο περιβάλλον του σπιτιού τους.

- Περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό για πληροφόρηση ή διασκέδαση.
- Εξατομικευμένες on-line ηλεκτρονικές εφημερίδες και βιβλιοθήκες.

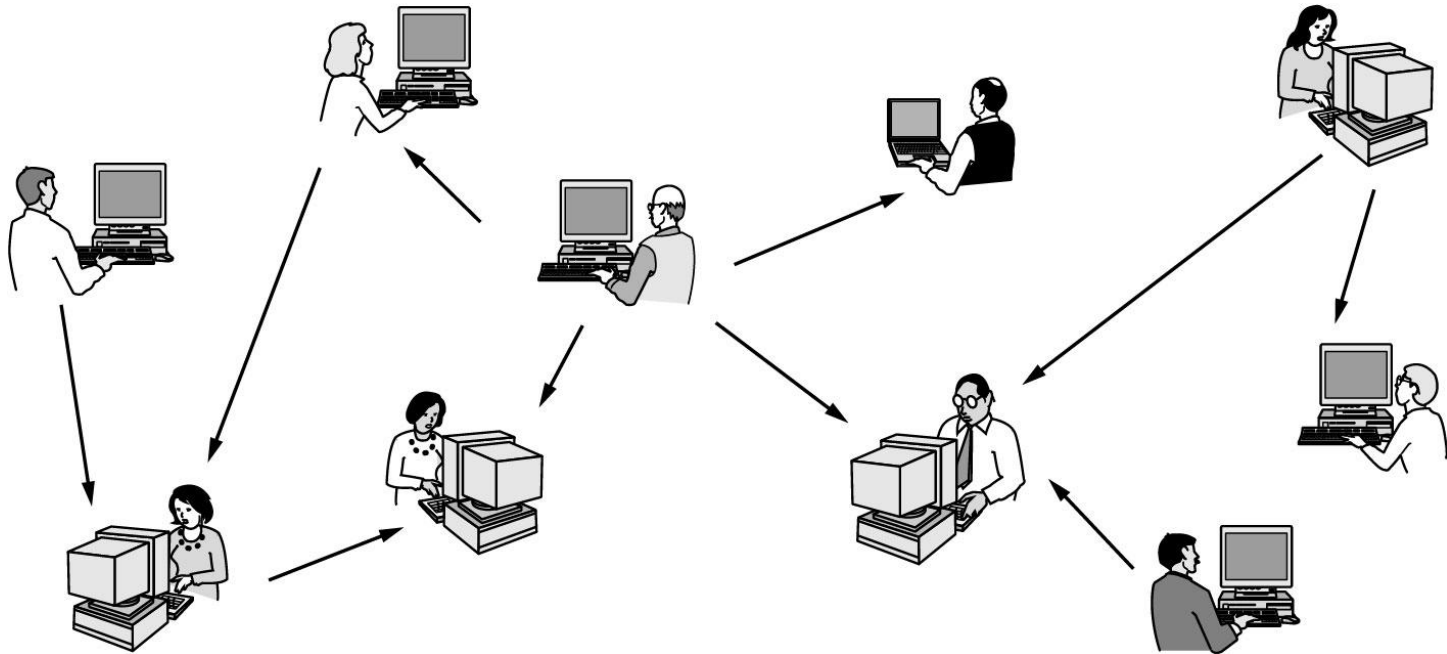
Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ένα άτομο και σε μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων γεμάτη πληροφορίες.

Διαπροσωπική επικοινωνία

Είναι η απάντηση του 21^{ου} αιώνα στο τηλέφωνο του 19^{ου} αιώνα.

- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο για όλους, το οποίο μπορεί να περιέχει κείμενο, εικόνες, ήχο και βίντεο.
- Άμεσα μηνύματα (instant messaging) και δωμάτια συνομιλίας (chat rooms).
- Κοινωνικά δίκτυα (Social Networks) και παγκόσμιες ομάδες συζητήσεων (newsgroups) σε κάθε πιθανό θέμα.
- Internet phone, video phone, internet radio.
- Ομότιμη επικοινωνία (peer-to-peer communication).

Ομότιμα συστήματα



Στα ομότιμα συστήματα (peer-to-peer systems) δεν υπάρχουν σταθεροί πελάτες και διακομιστές, αλλά κάθε χρήστης διατηρεί δική του τοπική βάση δεδομένων και μια λίστα με άλλους κοντινούς χρήστες που είναι μέλη του συστήματος.

Αλληλεπιδραστική διασκέδαση

1. **IPTV**: Μετάδοση τηλεοπτικού σήματος μέσω τεχνολογίας IP, αντί της χρήσης καλωδιακής τηλεόρασης.
 - **Βίντεο κατόπιν αιτήσεως (video-on-demand)** (killer-application?!): Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε ταινία ή τηλεοπτικό πρόγραμμα έχει ποτέ γυριστεί παγκοσμίως και να το εμφανίζει άμεσα στην οθόνη του.
 - **Ζωντανή και αλληλεπιδραστική τηλεόραση**: Το κοινό μπορεί να συμμετέχει στα τηλεπαιχνίδια, να επιλέγει ανάμεσα στους διαγωνιζόμενους, κ.ο.κ.
 - **Αλληλεπιδραστικές ταινίες**: Ο χρήστης θα μπορεί στο μέλλον να επιλέγει μεταξύ εναλλακτικών σεναρίων για την εξέλιξη της ταινίας.
2. **Παιχνίδια πραγματικού χρόνου με πολλούς συμμετέχοντες (multi-person real-time games)** (alternative killer application?!): Π.χ., κρυφτό σε εικονικό περιβάλλον, προσομοιωτές πτήσεις, κ.λπ. Αν τα παιχνίδια παίζονται και με ειδικά γυαλιά, χρησιμοποιώντας τρισδιάστατες εικόνες φωτογραφικής ποιότητας κινούμενες σε πραγματικό χρόνο, έχουμε ένα είδος παγκόσμιας κοινόχρηστης εικονικής πραγματικότητας.

Κάποιες μορφές Ηλεκτρονικού Εμπορίου

Tag	Full name	Example
B2C	Business-to-consumer	Ordering books on-line
B2B	Business-to-business	Car manufacturer ordering tires from supplier
G2C	Government-to-consumer	Government distributing tax forms electronically
C2C	Consumer-to-consumer	Auctioning second-hand products on-line
P2P	Peer-to-peer	File sharing

Μετακινούμενοι χρήστες δικτύων

Wireless	Mobile	Applications
No	No	Desktop computers in offices
No	Yes	A notebook computer used in a hotel room
Yes	No	Networks in older, unwired buildings
Yes	Yes	Portable office; PDA for store inventory

Συνδυασμοί ασύρματης δικτύωσης (wireless networks) και κινητής υπολογιστικής (mobile computing).

Υλικό Δικτύων (Network Hardware)

Στα πλαίσια του υλικού των δικτύων, θα εξεταστούν τα εξής:

- **Local Area Networks - LANs** (Τοπικά Δίκτυα)
- **Metropolitan Area Networks - MANs** (Μητροπολιτικά Δίκτυα)
- **Wide Area Networks - WANs** (Δίκτυα Ευρείας Περιοχής)
- **Wireless Networks** (Ασύρματα Δίκτυα)
- **Home Networks** (Οικιακά Δίκτυα)
- **Internetworks** (Διαδίκτυα)

Ταξινόμηση των δικτύων

Δύο βασικές ιδιότητες των δικτύων χρησιμοποιούνται για την ταξινόμησή τους:

1. η τεχνολογία μετάδοσης και
2. η κλίμακα.

Υπάρχουν δύο τύποι τεχνολογιών μετάδοσης:

1. **συνδέσεις εκπομπής** (broadcast links) και
2. **συνδέσεις από σημείο σε σημείο** (point-to-point links).

Δίκτυα εκπομπής

Τα **δίκτυα εκπομπής** (broadcast networks) έχουν ένα μοναδικό κανάλι επικοινωνίας, κοινόχρηστο για όλες τις μηχανές του δικτύου. Λειτουργούν ως εξής:

1. Τα πακέτα που αποστέλλονται από κάθε μηχανήμα λαμβάνονται από όλα τα υπόλοιπα μηχανήματα στο δίκτυο.
2. Ένα πεδίο διεύθυνσης μέσα στο πακέτο προσδιορίζει τον τελικό παραλήπτη.
3. Το κάθε μηχανήμα, κατά την παραλαβή ενός πακέτου, ελέγχει το πεδίο διεύθυνσης. Εάν το πακέτο προορίζεται για το μηχανήμα που το έλαβε, αυτό προχωρά στην επεξεργασία του, αλλιώς το αγνοεί.

Είναι επίσης δυνατόν, κάποιο πακέτο να απευθύνεται σε όλα τα μηχανήματα (**εκπομπή ή ευρεία μετάδοση - broadcasting**) ή σε κάποιο υποσύνολό τους (**πολυδιανομή - multicasting**). Κοινό μοντέλο υλοποίησης αυτών είναι το ακόλουθο:

1. Η διεύθυνση που αποτελείται αποκλειστικά από bits 1 υποδηλώνει broadcasting.
2. Όλες οι υπόλοιπες διευθύνσεις με το bit υψηλότερης τάξης ίσο με 1 υποδηλώνουν multicasting.
3. Τότε τα υπόλοιπα bits στο πεδίο διεύθυνσης περιέχουν τον αριθμό της ομάδας.
4. Κάθε μηχανήμα μπορεί να “γραφτεί συνδρομητής” σε οποιοσδήποτε ή και σε όλες τις ομάδες.

Δίκτυα από σημείο σε σημείο

Τα δίκτυα **από σημείο σε σημείο** (**point-to-point networks**) αποτελούνται από πολλές συνδέσεις ανάμεσα σε ζεύγη μηχανών.

Συχνά υπάρχουν πολλά πιθανά δρομολόγια, με διαφορετικά μήκη, άρα η ανεύρεση καλών δρομολογίων αποτελεί σημαντικό ζήτημα στα δίκτυα από σημείο σε σημείο.

Γενικός κανόνας (με ποικίλες όμως εξαιρέσεις): τα μικρότερα & γεωγραφικά περιορισμένα δίκτυα συνήθως χρησιμοποιούν εκπομπή, ενώ τα μεγαλύτερα δίκτυα είναι συνήθως δίκτυα από σημείο σε σημείο.

Ταξινόμηση συστημάτων διασυνδεδεμένων επεξεργαστών ανάλογα με την κλίμακά τους

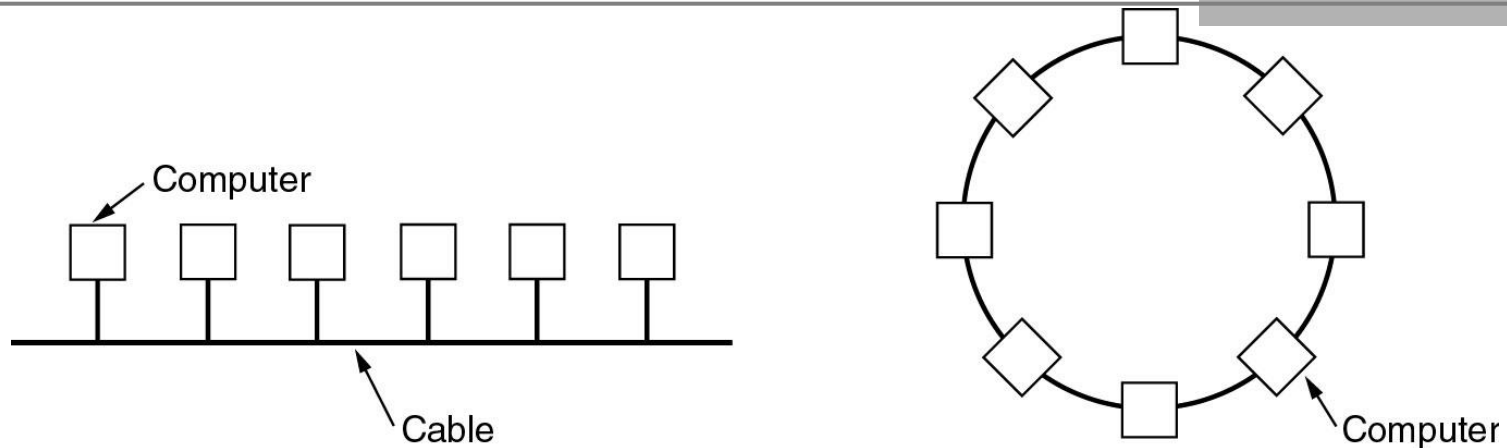
Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	Local area network
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

Ενσύρματα Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks - LANs)

Τα LANs διακρίνονται με βάση τρία χαρακτηριστικά τους:

- 1. Μέγεθος:** η διάμετρος τους δεν ξεπερνά συνήθως τα λίγα χιλιόμετρα, ενώ ο χρόνος μετάδοσης στη χειρότερη περίπτωση βρίσκεται εντός συγκεκριμένων γνωστών ορίων, καθιστώντας δυνατή τη χρήση κάποιων μεθόδων σχεδίασης και απλοποιώντας τη διαχείριση του δικτύου.
- 2. Τεχνολογία μετάδοσης:** συνήθως χρησιμοποιείται κοινόχρηστο καλώδιο (στο οποίο είναι συνδεδεμένες όλες οι μηχανές) με ταχύτητες 10 - 100 Mbps (που σήμερα φθάνουν τα 10Gbps), με καθυστέρηση της τάξεως msec ή nsec και ελάχιστα σφάλματα.
- 3. Τοπολογία:** διάυλος (bus) (π.χ., Ethernet), δακτύλιος (ring) (π.χ., IBM token ring), κ.λπ.

Δύο δίκτυα εκπομπής: (a) δίαυλος-bus και (b) δακτύλιος-ring



(a)

Δίαυλος: Ανά πάσα στιγμή το πολύ μια μηχανή είναι ο κύριος (master) και της επιτρέπεται να μεταδίδει δεδομένα, ενώ όλες οι άλλες μηχανές πρέπει να αποφεύγουν τη μετάδοση. Απαιτείται μηχανισμός διαιτησίας, ο οποίος μπορεί να είναι συγκεντρωτικός ή αποκεντρωμένος.

(b)

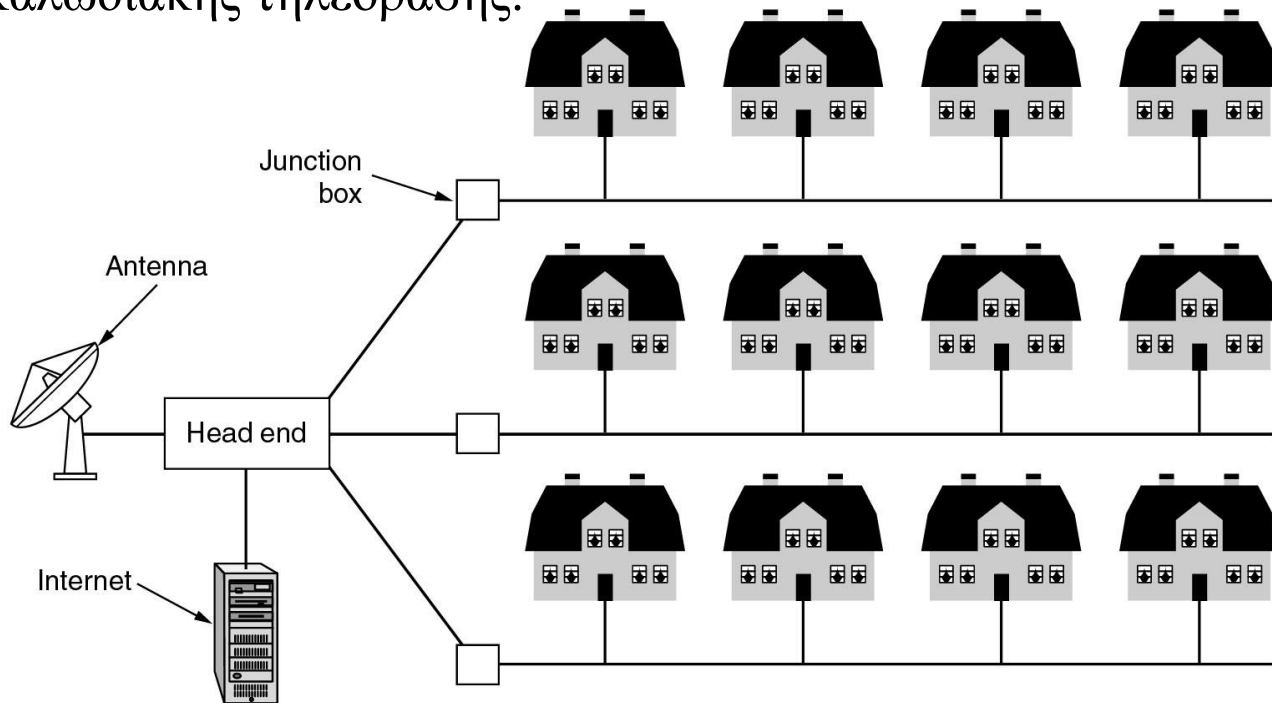
Δακτύλιος: Κάθε bit μεταδίδεται μόνο του, χωρίς να περιμένει το υπόλοιπο πακέτο στο οποίο ανήκει. Συνήθως κάθε bit μπορεί να καλύψει ολόκληρο το δακτύλιο στο διάστημα που απαιτείται για τη μετάδοση λίγων bits, πριν καν μεταδοθεί ολόκληρο το πακέτο. Απαιτείται μηχανισμός διαιτησίας.

Εκχώρηση κοινόχρηστου καναλιού

- 1. Στατική εκχώρηση καναλιού:** Διαιρούμε το χρόνο σε διακριτά διαστήματα (time slots) και χρησιμοποιούμε αλγορίθμους εκχώρησης εκ περιτροπής (round robin) επιτρέποντας σε κάθε μηχανή να εκπέμπει μόνο στο διάστημα που της αντιστοιχεί.
- 2. Δυναμική εκχώρηση καναλιού:** Σε κάθε μηχανήμα εκχωρείται δυναμικά μια time slot ανάλογα με τη ζήτηση, χρησιμοποιώντας συγκεντρωτικές (όπου υπάρχει μια μονάδα διαιτησίας που αποφασίζει ποιος έχει σειρά να εκπέμψει) ή αποκεντρωμένες (όπου η κάθε μηχανή αποφασίζει από μόνη της πότε θα μεταδώσει) μεθόδους.

Μητροπολιτικά Δίκτυα (Metropolitan Area Networks - MANs)

Τα **MANs** χρησιμοποιούν ένα ή δύο καλώδια αλλά δεν περιλαμβάνουν στοιχεία μεταγωγής. Καλύπτουν ολόκληρες πόλεις και μπορεί να βασίζονται στο τοπικό δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης.



Μητροπολιτικό δίκτυο βασισμένο στην καλωδιακή τηλεόραση

Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (Wide Area Networks - WANs)

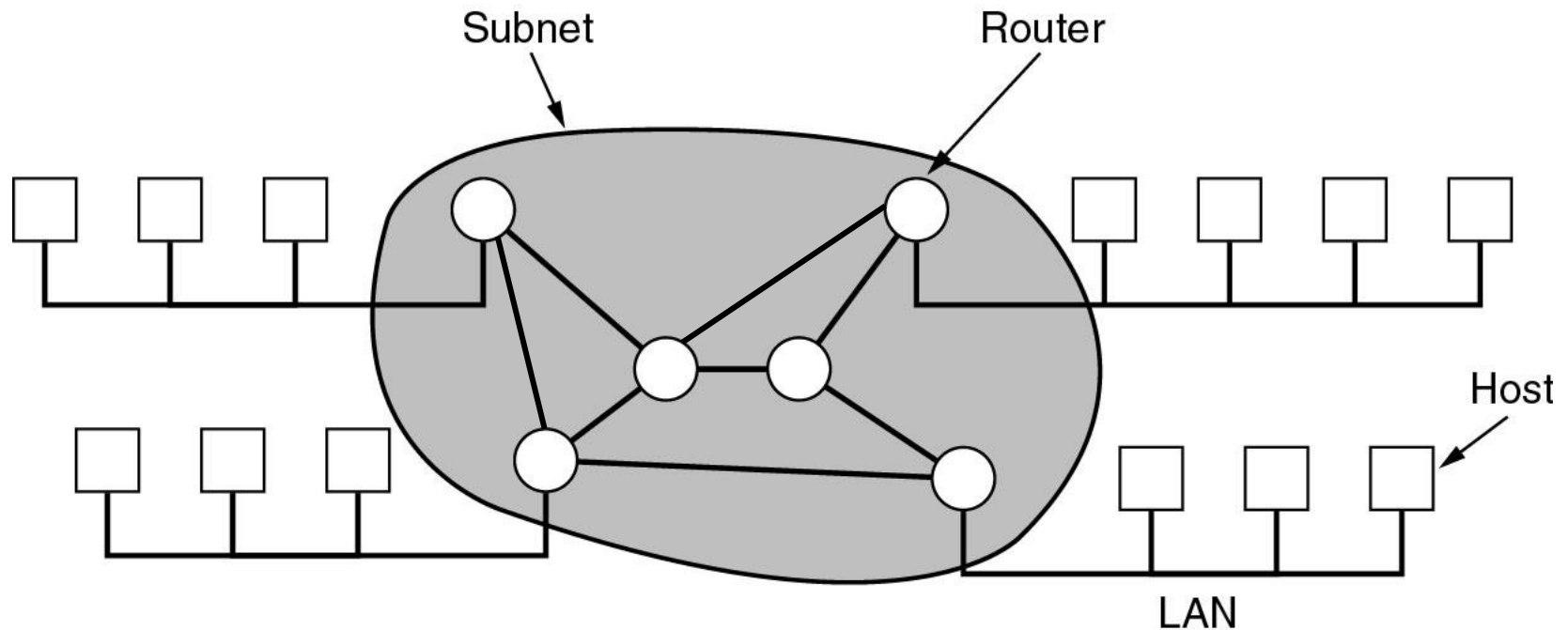
Το WAN εκτείνεται σε μεγάλες περιοχές, όπως μια χώρα ή μια ήπειρος. Αποτελείται από δύο μέρη τα οποία προορίζονται για:

1. Εφαρμογές, όντας μηχανήματα που εκτελούν τα προγράμματα των χρηστών και καλούνται **υπολογιστές υπηρεσίας (hosts)**.
2. Επικοινωνία, όπου οι hosts συνδέονται με ένα **υποδίκτυο επικοινωνίας (communication subnet, ή απλώς subnet)**, το οποίο αναλαμβάνει να μεταφέρει μηνύματα από host σε host.

Το υποδίκτυο αποτελείται από δύο διακριτά συστατικά:

1. Τις **γραμμές μετάδοσης (transmission lines)** (που υλοποιούνται με χάλκινα σύρματα, οπτικές ίνες, ασύρματες συνδέσεις, ...), οι οποίες μετακινούν bits ανάμεσα σε μηχανές.
2. Τα **στοιχεία μεταγωγής (switching elements)** (που ονομάζονται **δρομολογητές - routers**), τα οποία είναι εξειδικευμένοι υπολογιστές που συνδέουν τρεις ή περισσότερες γραμμές μετάδοσης.

Η σχέση ανάμεσα στους hosts των LANs και το υποδίκτυο

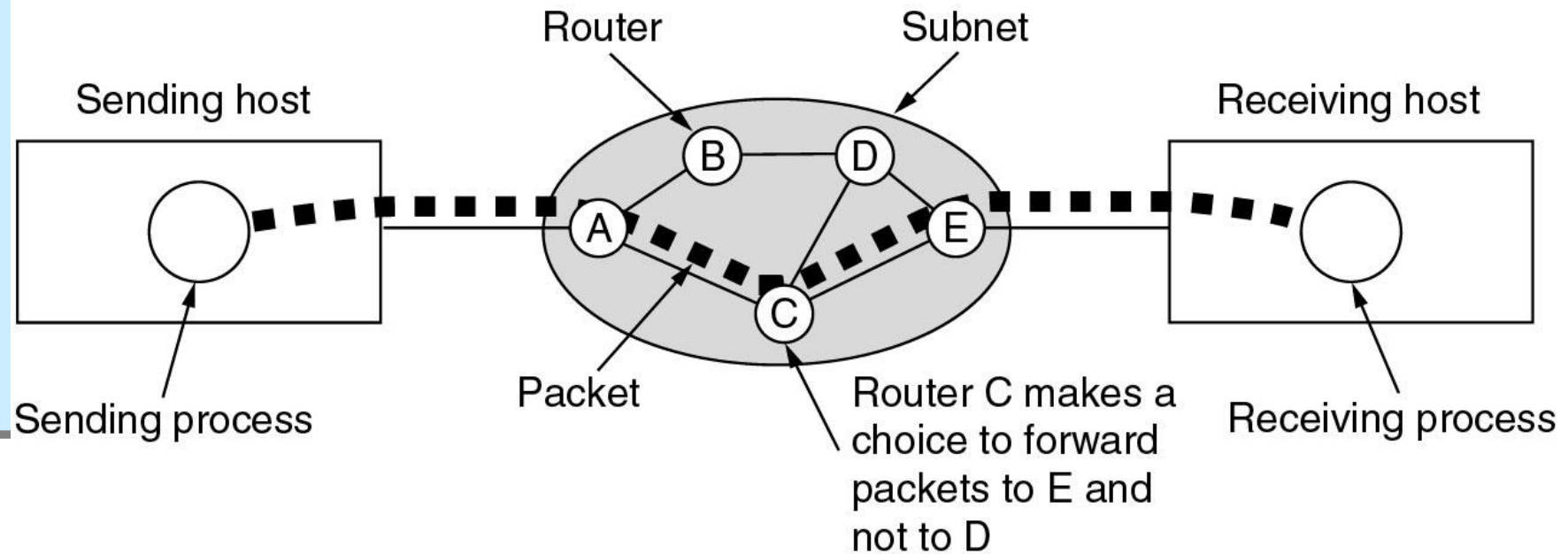


Βασικά χαρακτηριστικά των WANs

1. Στα περισσότερα WANs το δίκτυο περιέχει πολλές γραμμές μετάδοσης, με κάθε γραμμή να συνδέει ένα ζεύγος δρομολογητών.
2. Η επικοινωνία μεταξύ αυτών που δε μοιράζονται την ίδια γραμμή μετάδοσης γίνεται μέσω άλλων δρομολογητών.
3. Όταν ένα πακέτο στέλνεται από ένα δρομολογητή σε κάποιον άλλο, παραλαμβάνεται αυτούσιο σε κάθε ενδιάμεσο δρομολογητή, αποθηκεύεται εκεί μέχρι να απελευθερωθεί η απαιτούμενη γραμμή και μετά προωθείται. Τα υποδίκτυα που ακολουθούν την παραπάνω αρχή ονομάζονται υποδίκτυα **αποθήκευσης και προώθησης (store-and-forward)** ή **μεταγωγής πακέτων (packet-switched)**.

Τα WANs μπορεί επίσης να χρησιμοποιούν κανάλια εκπομπής, όπως δορυφόρους ή επίγεια συστήματα ραδιομετάδοσης.

Ροή πακέτων από τον αποστολέα στον παραλήπτη

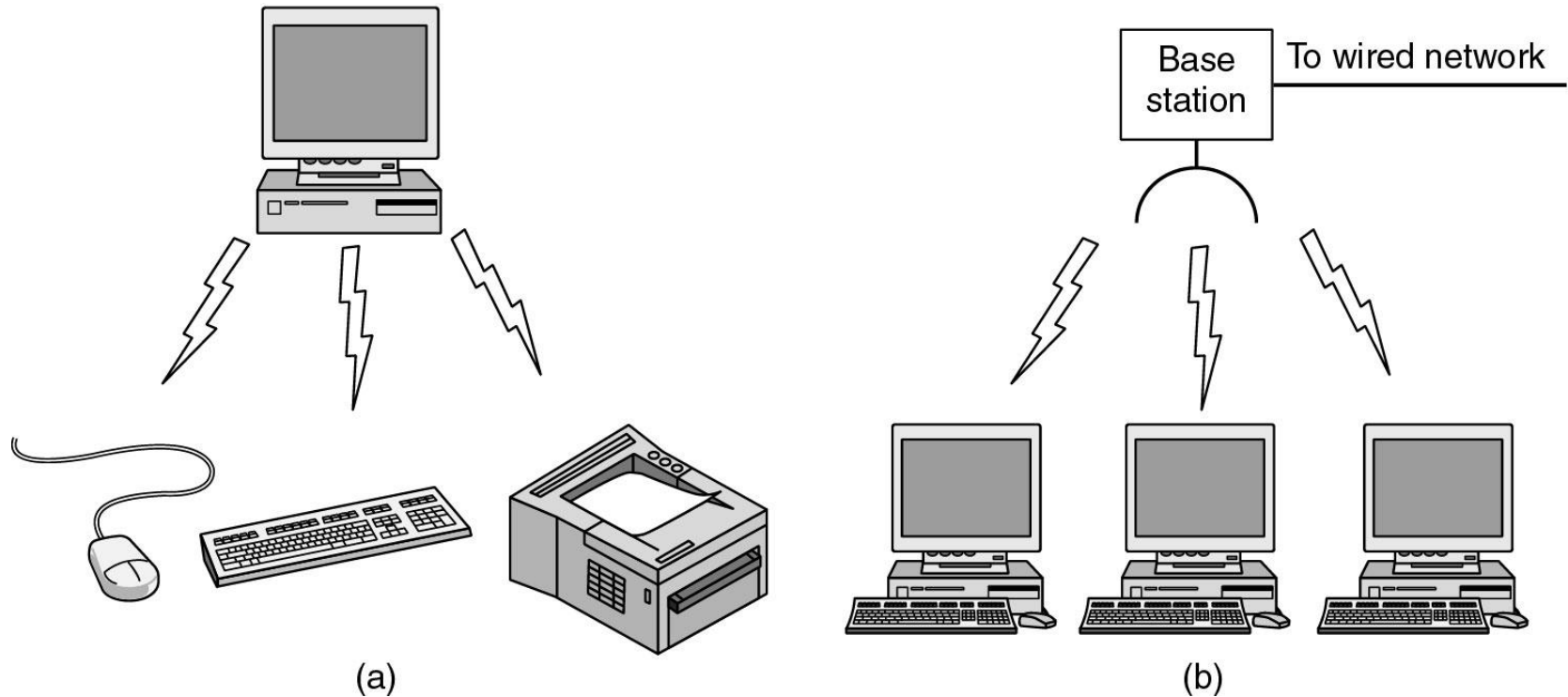


Ασύρματα Δίκτυα (I)

Βασικές κατηγορίες ασυρμάτων δικτύων:

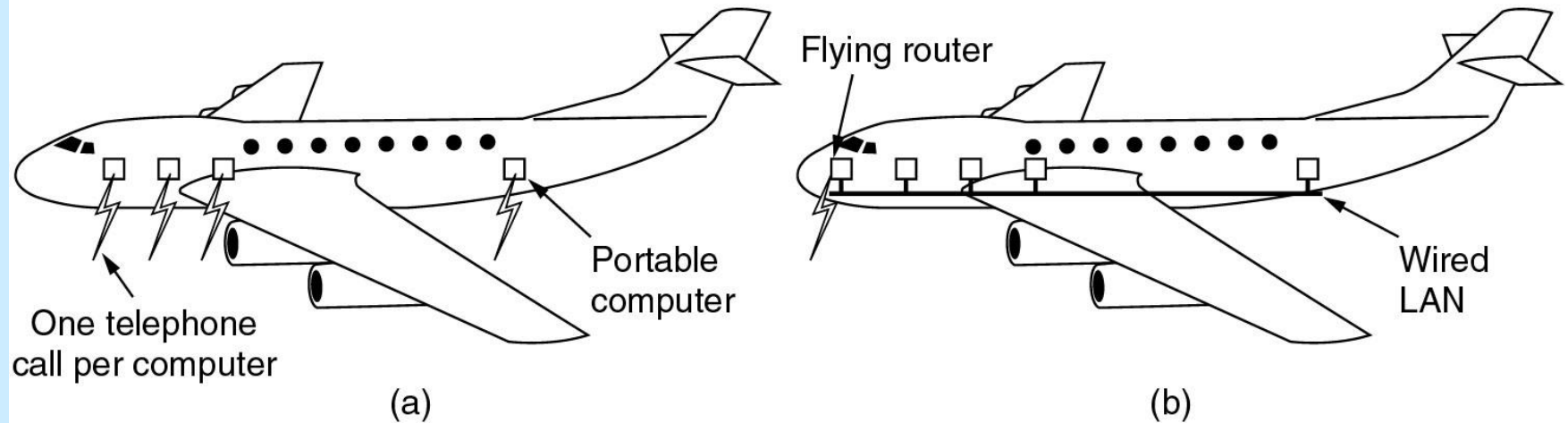
- Διασύνδεση συστήματος (system interconnection) (π.χ., Bluetooth)
- Ασύρματα LANs (wireless LANs)
- Ασύρματα WANs (wireless WANs) (π.χ., δίκτυο ραδιοκυμάτων για κινητά τηλέφωνα)

Ασύρματα Δίκτυα (II)



(a) Διάταξη δικτύου Bluetooth, (b) Διάταξη Wireless LAN

Ασύρματα Δίκτυα (III)



(a) Ανεξάρτητοι κινητοί υπολογιστές, (b) ένα ιπτάμενο LAN

Οικιακά Δίκτυα (Home Networks)

Κατηγορίες συσκευών με δυνατότητα δικτύωσης:

- Υπολογιστές (desktop PC, laptop, PDA, shared peripherals)
- Διασκέδαση (TV, DVD, VCR, camera, stereo, MP3)
- Επικοινωνίες (telephone, cell phone, intercom, fax)
- Οικιακές συσκευές (microwave, fridge, clock, furnace, air-condition, lights)
- Τηλεμετρία (utility meter, burglar/fire alarm, thermostat, baby-camera).

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οικιακών δικτύων

1. Το δίκτυο και οι συσκευές πρέπει να είναι εύκολα στην εγκατάσταση.
2. Το δίκτυο και οι συσκευές πρέπει να είναι ασφαλή κατά τη λειτουργία τους και απλά στη χρήση.
3. Η χαμηλή τιμή είναι ουσιώδης για την επιτυχία.
4. Η βασική εφαρμογή είναι πιθανόν να σχετίζεται με πολυμέσα, άρα το δίκτυο χρειάζεται επαρκή χωρητικότητα.
5. Θα πρέπει να είναι δυνατόν να ξεκινάμε με μία ή δύο συσκευές και να επεκτείνουμε σταδιακά το μέγεθος του δικτύου.
6. Η ασφάλεια και η αξιοπιστία θα αποτελέσουν εξαιρετικά σημαντικά ζητήματα.

Διαδίκτυα (Internetworks)

Ένα σύνολο διασυνδεδεμένων δικτύων ονομάζεται **διαδίκτυο (internetwork ή απλώς internet)**.

Το **Internet** αναφέρεται σε συγκεκριμένο παγκόσμιο διαδίκτυο, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για τη σύνδεση πανεπιστημίων, κυβερνητικών γραφείων, επιχειρήσεων και ιδιωτών.

Λογισμικό Δικτύων

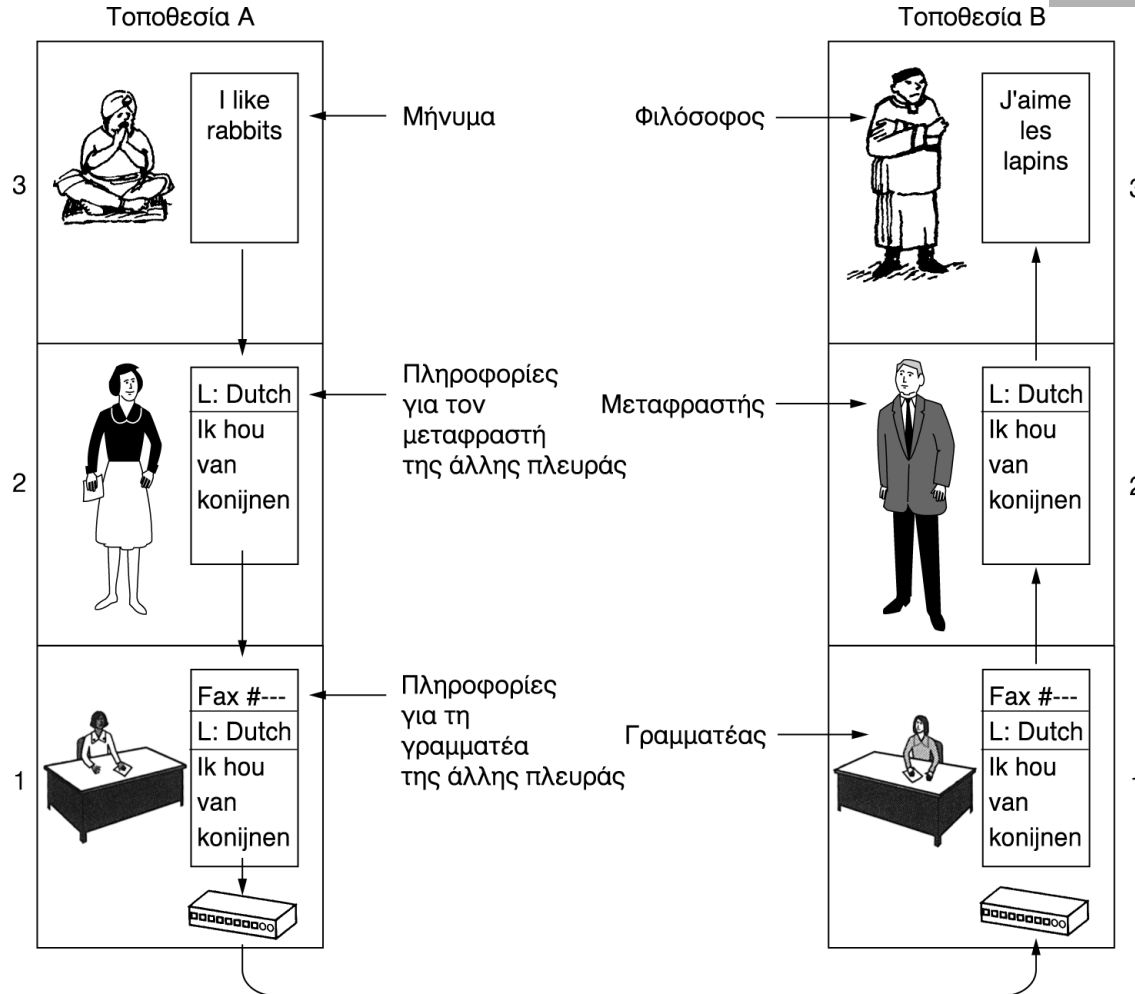
Στα πλαίσια του λογισμικού των δικτύων, θα εξεταστούν τα εξής:

- Ιεραρχίες πρωτοκόλλων
- Ζητήματα σχεδίασης των επιπέδων
- Συνδεσμολογίες και ασυνδεσμικές υπηρεσίες
- Θεμελιώδεις λειτουργίες υπηρεσιών
- Η σχέση των υπηρεσιών με τα πρωτόκολλα

Ιεραρχίες πρωτοκόλλων

1. Για να μειωθεί η σχεδιαστική τους πολυπλοκότητα, τα περισσότερα δίκτυα οργανώνονται ως μια στοίβα **επιπέδων (layers ή levels)**.
2. Κάθε επίπεδο προσφέρει ορισμένες **υπηρεσίες** στα ανώτερα επίπεδα, “κρύβοντας” από τα επίπεδα αυτά τις λεπτομέρειες υλοποίησης των προσφερομένων υπηρεσιών.
3. Το επίπεδο n σε μια μηχανή πραγματοποιεί συνομιλία με το επίπεδο n σε κάποια άλλη μηχανή. Οι κανόνες και οι συμβάσεις που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη συνομιλία ονομάζονται συνολικά “**πρωτόκολλο του επιπέδου n** ”.
4. Οι οντότητες που υλοποιούν τα αντίστοιχα επίπεδα στις διάφορες μηχανές ονομάζονται **ομότιμες (peers)** και επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο.

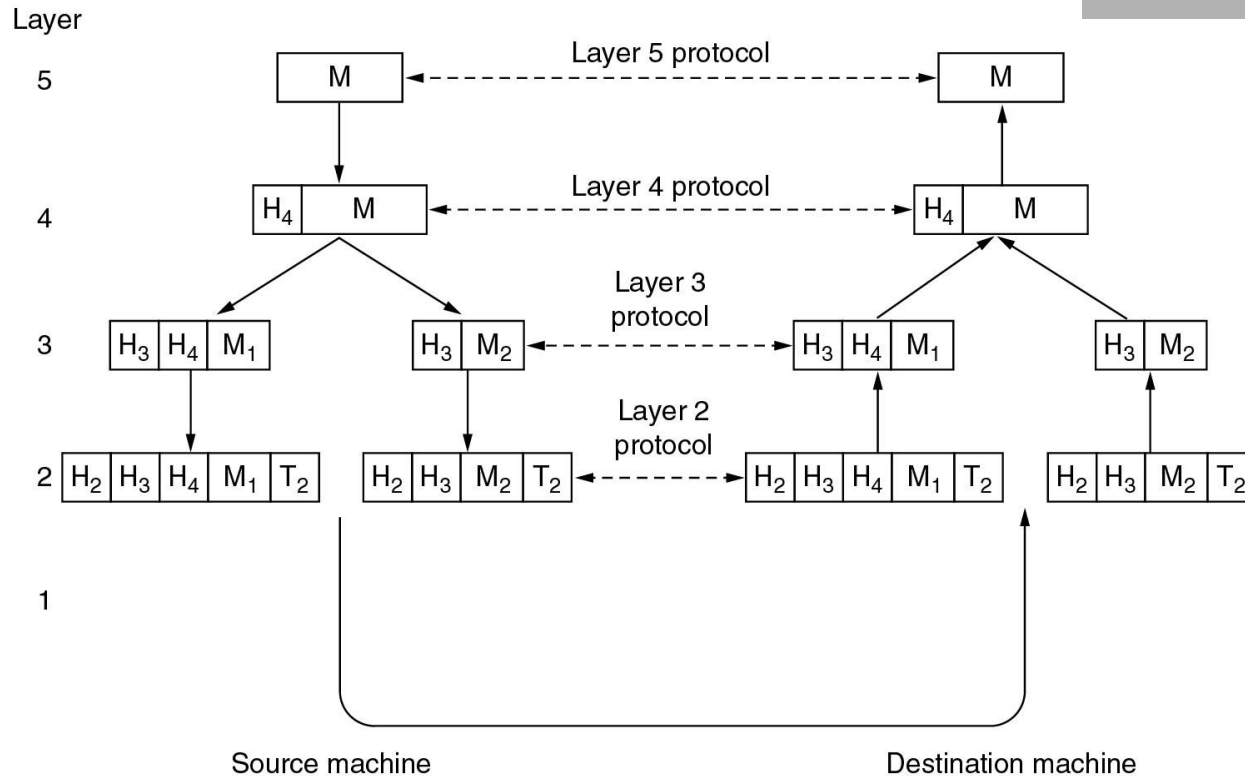
Αρχιτεκτονική επικοινωνίας φιλοσόφων, μεταφραστών και γραμματέων (I)



Αρχιτεκτονική επικοινωνίας φιλοσόφων, μεταφραστών και γραμματέων (II)

- Δύο φιλόσοφοι (ομότιμες διεργασίες στο επίπεδο 3), ο ένας από τους οποίους μιλάει Ουρντού και Αγγλικά, ενώ ο άλλος Κινέζικα και Γαλλικά, επιθυμούν αν επικοινωνήσουν.
- Αφού δε μιλούν κάποια κοινή γλώσσα, πρέπει να χρησιμοποιήσουν από έναν μεταφραστή (ομότιμες διεργασίες στο επίπεδο 2).
- Κάθε μεταφραστής επικοινωνεί με μια γραμματέα (ομότιμες διεργασίες στο επίπεδο 1) για την αποστολή μηνύματος.
- Για να μεταφέρει ο φιλόσοφος 1 το μήνυμά του στον ομότιμό του, το μεταβιβάζει πρώτα στο μεταφραστή του στα αγγλικά, ο οποίος το μεταφράζει στα ολλανδικά (που αποτελούν το πρωτόκολλο του επιπέδου 2).
- Ο μεταφραστής στη συνέχεια δίνει το μήνυμα στη γραμματέα του για να το μεταδώσει μέσω, για παράδειγμα, φάξ (το πρωτόκολλο του επιπέδου 1).
- Όταν το μήνυμα φτάσει, η ομότιμη γραμματέας το παραδίδει στον ομότιμο μεταφραστή, ο οποίος το μεταφράζει στα γαλλικά και το μεταβιβάζει μέσω της διασύνδεσης 2/3 στο φιλόσοφο 2.

Ροή πληροφοριών που υποστηρίζει την εικονική επικοινωνία στο επίπεδο 5



Το σημαντικότερο σημείο που πρέπει να γίνει κατανοητό σχετικά με το παραπάνω σχήμα είναι η σχέση ανάμεσα στην πραγματική και την εικονική επικοινωνία και η διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα και τις διασυνδέσεις. Τα κατώτερα επίπεδα της ιεραρχίας πρωτοκόλλων συχνά υλοποιούνται με υλικό ή υλικολογισμικό (firmware).

Ζητήματα σχεδίασης των επιπέδων (I)

- 1. Διευθυνσιοδότηση (Addressing):** μηχανισμός για την αναγνώριση των αποστολέων και των παραληπτών – κάποια μορφή διευθυνσιοδότησης απαιτείται και για τις μηχανές και τις διεργασίες.
- 2. Κατευθύνσεις μεταφοράς δεδομένων (Directions for data transfer):** μονόδρομη (simplex), ημι-αμφίδρομη (half-duplex), πλήρως αμφίδρομη (full-duplex) επικοινωνία.
- 3. Λογικά κανάλια (Logical channels):** τουλάχιστον δύο ανά σύνδεση (ένα για κανονικά δεδομένα και ένα για επείγοντα).
- 4. Έλεγχος σφαλμάτων (Error control):** και τα δύο άκρα της σύνδεσης πρέπει να συμφωνήσουν στη χρήση των ίδιων κωδικών ανίχνευσης και διόρθωσης σφαλμάτων. Επιπλέον, ο παραλήπτης πρέπει να έχει ένα τρόπο ειδοποίησης του αποστολέα σχετικά με τα μηνύματα που έχει λάβει ορθά και το αντίθετο.
- 5. Ακολουθία μηνυμάτων (Message sequencing or ordering):** προφανής λύση είναι να αριθμούνται τα μέρη των μηνυμάτων, κάτι που όμως αφήνει ανοικτό το θέμα του τι πρέπει να γίνει με τα μέρη που φθάνουν σε εσφαλμένη σειρά.

Ζητήματα σχεδίασης των επιπέδων (II)

6. **Έλεγχος ροής (Flow control)**: στόχος είναι η αποτροπή του γρήγορου αποστολέα από το να κατακλύσει έναν αργό παραλήπτη με δεδομένα. Συχνά απαιτείται κάποιου είδους ανάδραση από τον παραλήπτη.
7. **Μηχανισμοί κατακερματισμού, μετάδοσης και ανασυναρμολόγησης μηνυμάτων (Mechanisms for disassembling, transmitting, and reassembling messages)**: Υπάρχει αδυναμία πολλών διεργασιών να δεχθούν αυθαίρετα μεγάλα μηνύματα. Σχετικό ζήτημα είναι το πρόβλημα του τι πρέπει να γίνεται όταν οι διεργασίες επιμένουν να μεταδίδουν δεδομένα σε τόσο μικρές ομάδες ώστε η χωριστή αποστολή τους είναι αναποτελεσματική.
8. **Πολυπλεξία (Multiplexing)**: όταν δεν είναι αποδοτική η εγκαθίδρυση ξεχωριστής σύνδεσης για κάθε ζεύγος διεργασιών που επικοινωνούν, το κατώτερο επίπεδο μπορεί να αποφασίσει να χρησιμοποιήσει την ίδια σύνδεση για πολλές ασυσχέτιστες συνδιαλέξεις (π.χ. λίγα φυσικά κυκλώματα χρησιμοποιούνται για όλες τις εικονικές συνδέσεις).
9. **Δρομολόγηση (Routing)**: αφορά την επιλογή του δρομολογίου ανάμεσα στον αποστολέα και τον παραλήπτη. Η απόφαση αυτή συχνά εμπλέκει δύο ή και περισσότερα επίπεδα.

Συνδεσμостρεφείς και ασυνδεσμικές υπηρεσίες

1. Η **συνδεσμостρεφής (connection-oriented)** υπηρεσία έχει ως μοντέλο το τηλεφωνικό σύστημα. Στην ουσία, η σύνδεση δρα ως σωλήνας: ο αποστολέας ωθεί αντικείμενα (bits) από το ένα άκρο και ο παραλήπτης τα λαμβάνει από το άλλο άκρο συνήθως με την ίδια σειρά. Οι συνδεσμостρεφείς υπηρεσίες είναι κατάλληλες για τη μακρόχρονη επικοινωνία μεταξύ δύο μερών.
2. Η **ασυνδεσμική (connectionless)** υπηρεσία έχει ως μοντέλο το ταχυδρομικό σύστημα. Κάθε μήνυμα φέρει την πλήρη δεύθυνση προορισμού και δρομολογείται ανεξάρτητα. Η σειρά παράδοσης των μηνυμάτων δεν είναι γνωστή/εγγυημένη. Οι ασυνδεσμικές υπηρεσίες είναι κατάλληλες για την αποστολή σύντομων μηνυμάτων.

Ποιότητα υπηρεσιών

Αξιόπιστες χαρακτηρίζονται οι υπηρεσίες που δεν χάνουν ποτέ δεδομένα. Αυτό μπορεί να υλοποιηθεί υποχρεώνοντας τον παραλήπτη να επιβεβαιώνει τη λήψη κάθε μηνύματος. Αυτό όμως εισάγει επιπλέον επιβαρύνσεις και καθυστερήσεις στην επικοινωνία, οι οποίες συχνά αξίζουν το κόπο αλλά κάποιες φορές είναι ανεπιθύμητες (**αναξιόπιστες** υπηρεσίες).

1. Η αξιόπιστη συνδεοστρεφής υπηρεσία είναι κατάλληλη για τη μεταφορά αρχείων, όπου στόχος είναι η έλλειψη σφαλμάτων.
2. Η αναξιόπιστη συνδεοστρεφής υπηρεσία είναι κατάλληλη για τη μετάδοση ψηφιοποιημένης φωνής, όπου οι καθυστερήσεις δεν είναι αποδεκτές.
3. Η αξιόπιστη ασυνδεσμική υπηρεσία ή **υπηρεσία αυτοδύναμων πακέτων με επιβεβαίωση (acknowledged datagram service)** είναι κατάλληλη για τη μετάδοση συστημένων e-mails.
4. Η αναξιόπιστη ασυνδεσμική υπηρεσία ή **υπηρεσία αυτοδύναμων πακέτων (datagram service)** είναι κατάλληλη για το electronic junk mail (παρέχοντας υψηλή πιθανότητα αλλά όχι και εγγύηση της παράδοσης του μηνύματος).
5. Άλλη μια ασυνδεσμική υπηρεσία είναι η **υπηρεσία αίτησης-απάντησης (request-reply)**, η οποία χρησιμοποιείται συχνά για την υλοποίηση της επικοινωνίας στο μοντέλο client-server.

Διαφορετικοί τύποι υπηρεσιών

	Service	Example
Connection-oriented	Reliable message stream	Sequence of pages
	Reliable byte stream	Remote login
	Unreliable connection	Digitized voice
Connection-less	Unreliable datagram	Electronic junk mail
	Acknowledged datagram	Registered mail
	Request-reply	Database query

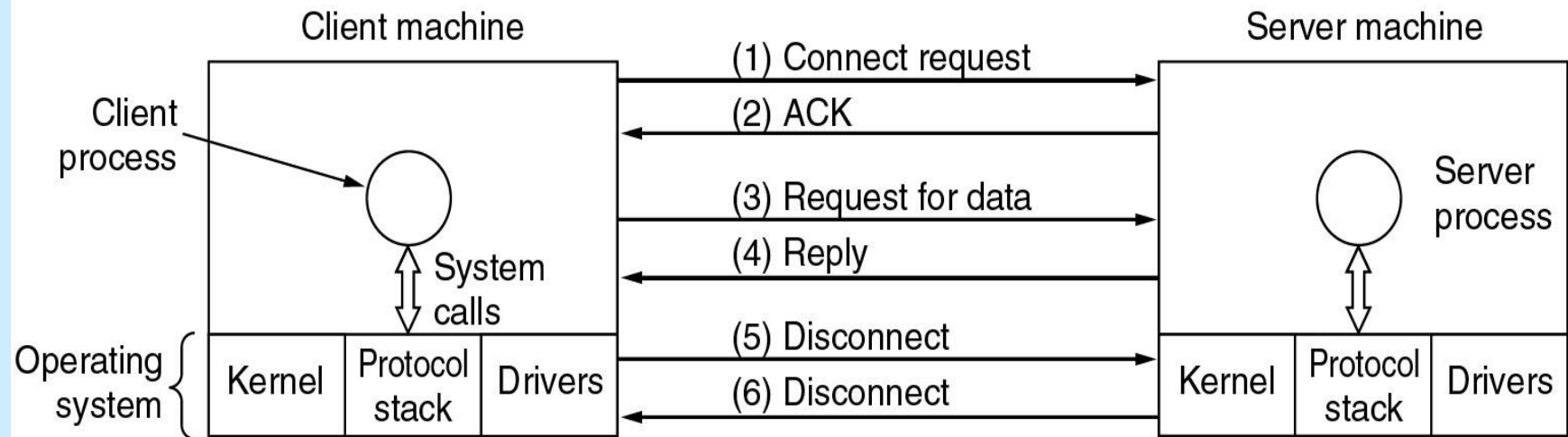
Θεμελιώδεις λειτουργίες υπηρεσιών (I)

Η υπηρεσία ορίζεται τυπικά με τον προσδιορισμό ενός συνόλου από **θεμελιώδεις λειτουργίες (primitives)**, οι οποίες διατίθενται στις διεργασίες των χρηστών ώστε να προσπελάσουν την υπηρεσία. Αυτές οι θεμελιώδεις λειτουργίες ζητούν από την υπηρεσία είτε να εκτελέσει κάποια ενέργεια, είτε να δώσει αναφορά σχετικά με ενέργεια που έγινε από ομότιμη οντότητα.

Primitive	Meaning
LISTEN	Block waiting for an incoming connection
CONNECT	Establish a connection with a waiting peer
RECEIVE	Block waiting for an incoming message
SEND	Send a message to the peer
DISCONNECT	Terminate a connection

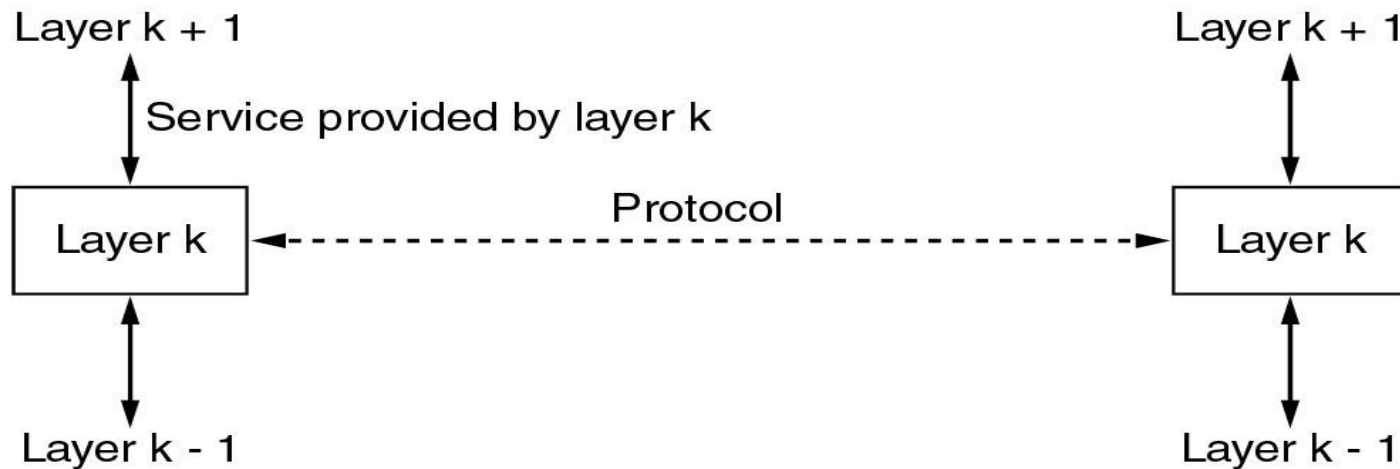
Πέντε θεμελιώδεις λειτουργίες υπηρεσίας για την υλοποίηση απλής συνδεοστρεφούς υπηρεσίας

Θεμελιώδεις λειτουργίες υπηρεσιών (II)



Τα πακέτα που αποστέλλονται σε μια απλή αλληλεπίδραση πελάτη-διακομιστή σε συνδεοστρεφές δίκτυο

Η σχέση των υπηρεσιών με τα πρωτόκολλα



Οι υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα είναι διακριτές έννοιες που δεν πρέπει να συγχέονται.

1. Η **υπηρεσία (service)** είναι ένα σύνολο θεμελιωδών λειτουργιών που παρέχονται από ένα επίπεδο στο αμέσως ανώτερο. Η υπηρεσία καθορίζει ποιες λειτουργίες είναι προετοιμασμένο να εκτελέσει το επίπεδο εκ μέρους των χρηστών του, αλλά δε λέει τίποτα για το πώς υλοποιούνται αυτές.
2. Το **πρωτόκολλο (protocol)** είναι ένα σύνολο κανόνων που καθορίζουν τη μορφή και τη σημασία των πακέτων/μηνυμάτων που ανταλλάσσονται μεταξύ των ομοτίμων οντοτήτων ενός επιπέδου. Οι οντότητες αυτές χρησιμοποιούν πρωτόκολλα για να υλοποιήσουν τον ορισμό των υπηρεσιών τους. Η αλλαγή του πρωτοκόλλου δεν είναι ορατή στους χρήστες της υπηρεσίας, καθώς η υπηρεσία παραμένει η ίδια.

Πολλά παλαιότερα μοντέλα (π.χ., TCP/IP) δεν έκαναν διάκριση ανάμεσα στις υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα, κάτι το οποίο θεωρείται σήμερα σοβαρό σφάλμα.

Μοντέλα Αναφοράς

Δομή της παρουσίασης των μοντέλων αναφοράς

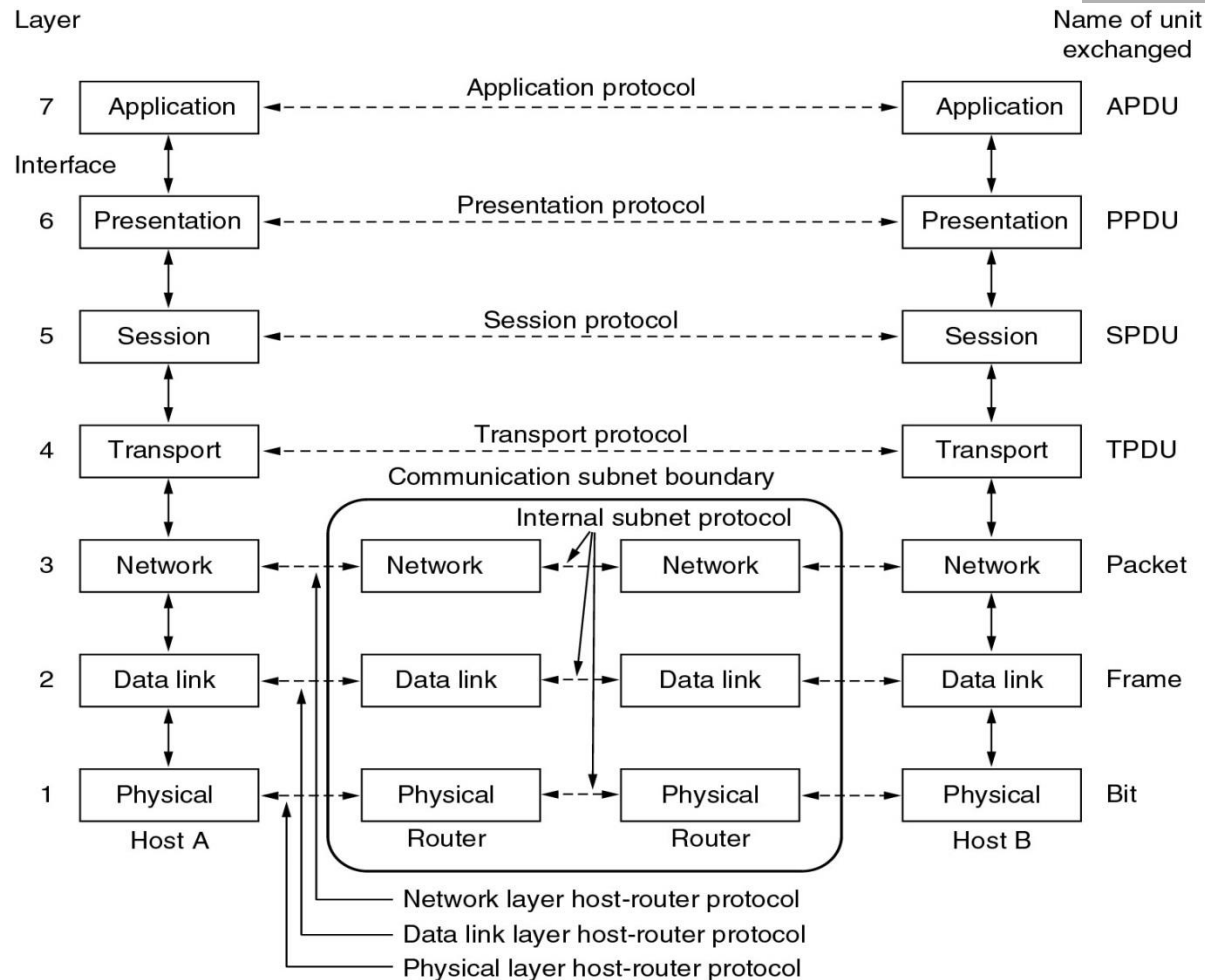
- Το μοντέλο αναφοράς OSI
- Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP
- Σύγκριση των μοντέλων OSI και TCP/IP
- Κριτική του μοντέλου και των πρωτοκόλλων OSI
- Κριτική του μοντέλου αναφοράς TCP/IP

Το μοντέλο αναφοράς OSI (I)

Το μοντέλο OSI βασίζεται σε μια πρόταση που αναπτύχθηκε από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Standards Organization – ISO), ως ένα πρώτο βήμα για τη διεθνή τυποποίηση των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται στα διάφορα επίπεδα των δικτύων.

Το μοντέλο αυτό ονομάζεται **Μοντέλο Αναφοράς ISO OSI (ISO OSI Reference Model)**, όπου OSI σημαίνει **Διασύνδεση Ανοικτών Συστημάτων (Open System Interconnection)**, επειδή ασχολείται με τη διασύνδεση συστημάτων που είναι ανοικτά στην επικοινωνία.

Το μοντέλο αναφοράς OSI (II)



Αρχές σχεδίασης του μοντέλου OSI

Οι αρχές που εφαρμόστηκαν για να διακριθούν τα επτά επίπεδα του OSI είναι:

1. Όπου χρειάζεται μια διαφορετική λογική αφαίρεση, πρέπει να δημιουργείται ένα επίπεδο.
2. Κάθε επίπεδο πρέπει να εκτελεί μια σαφώς καθορισμένη λειτουργία.
3. Η λειτουργία κάθε επιπέδου πρέπει να επιλέγεται με στόχο τον καθορισμό διεθνώς τυποποιημένων πρωτοκόλλων.
4. Τα σύνορα των επιπέδων πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η ροή πληροφοριών μέσω της διασύνδεσης των επιπέδων.
5. Το πλήθος των επιπέδων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μη χρειάζεται να ανακατεύονται χωρίς λόγο διαφορετικές λειτουργίες στο ίδιο επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα αρκετά μικρό ώστε η αρχιτεκτονική να μη γίνεται άβολη.

Προσοχή: Το μοντέλο αναφοράς OSI δεν αποτελεί από μόνο του μια αρχιτεκτονική δικτύου, επειδή δεν προσδιορίζει τις ακριβείς υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα που πρέπει να χρησιμοποιούνται σε κάθε επίπεδο. Το μοντέλο απλώς ορίζει τι πρέπει να κάνει κάθε επίπεδο.

Το φυσικό επίπεδο

1. Το **φυσικό επίπεδο (physical layer)** ασχολείται με τη μετάδοση ανεπεξέργαστων (raw) δυαδικών ψηφίων (bits) μέσω ενός καναλιού επικοινωνίας.
2. Βασικός του στόχος είναι η εξασφάλιση του ότι, όταν η μια πλευρά στέλνει το bit 1, αυτό θα λαμβάνεται από την άλλη πλευρά ως bit 1 και όχι ως bit 0.
3. Τυπικά ερωτήματα στο επίπεδο αυτό (ήτοι, βασικά ζητήματα σχεδίασης):
 - Πόσα Volt πρέπει να χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του 1 και πόσα για το 0.
 - Πόσα νανοδευτερόλεπτα διαρκεί ένα bit.
 - Κατά πόσον μπορεί να γίνεται η μετάδοση ταυτόχρονα και προς τις δύο κατευθύνσεις.
 - Πώς εγκαθιδρύεται η αρχική σύνδεση και πώς τερματίζεται όταν τελειώσουν και οι δύο πλευρές.
 - Πόσους ακροδέκτες (pins) έχει ο συζευκτήρας (connector) του δικτύου και σε τι χρησιμεύει ο κάθε ακροδέκτης.

Τα ζητήματα αυτά υπάγονται στον τομέα του ηλεκτρολόγου μηχανικού.

Το επίπεδο ζεύξης δεδομένων

Το **επίπεδο ζεύξης ή συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων (data link layer)** μετασχηματίζει μια υπηρεσία μετάδοσης ανεπεξέργαστων δεδομένων σε μια γραμμή, ώστε αυτή να φαίνεται στο επίπεδο δικτύου ότι δεν έχει τον κίνδυνο μη εντοπισμένων σφαλμάτων μετάδοσης.

Βασικά ζητήματα σχεδίασης και αρμοδιότητες του επιπέδου:

1. Να τεμαχίζει τα δεδομένα εισόδου σε **πλαίσια δεδομένων (data frames)** και να μεταδίδει τα πλαίσια με τη σειρά.
2. Αν η υπηρεσία είναι αξιόπιστη, να επιβεβαιώνει την ορθή λήψη κάθε πλαισίου επιστρέφοντας ένα πλαίσιο επιβεβαίωσης (**acknowledgement frames**).
3. Να επαναμεταδίδει τα απωλεσθέντα ή κατεστραμμένα πλαίσια και να επιλύει το πρόβλημα πιθανών διπλών (duplicate) πλαισίων.
4. Να προσφέρει πολλούς διαφορετικούς τύπους υπηρεσιών στο επίπεδο δικτύου, κάθε ένας με διαφορετική ποιότητα και τιμή.
5. Να χρησιμοποιεί κάποιο μηχανισμό ρύθμισης της κυκλοφορίας, ώστε ο αποστολέας να μαθαίνει πόσο χώρο προσωρινής αποθήκευσης έχει ανά πάσα στιγμή ο παραλήπτης. Συχνά οι μηχανισμοί ρύθμισης της κυκλοφορίας και διαχείρισης των σφαλμάτων είναι ενοποιημένοι.
6. Εισάγεται το υποεπίπεδο **ελέγχου προσπέλασης μέσω (Medium Access Control - MAC)** για τον έλεγχο της πρόσβασης στο κοινόχρηστο κανάλι στα δίκτυα εκπομπής.

Το επίπεδο δικτύου

Βασικός στόχος του **επιπέδου δικτύου (network layer)** είναι ο έλεγχος της λειτουργίας του υποδικτύου. Αναλυτικότερα:

1. Δρομολογεί τα πακέτα από την προέλευση στον προορισμό τους, είτε στατικά είτε δυναμικά (ανά σύνοδο ή ανά πακέτο).
2. Κάνει έλεγχο συμφόρησης (congestion control).
3. Επιτρέπει τη διασύνδεση ετερογενών δικτύων (**internetworking**) με διαφορετική διευθυνσιοδότηση (addressing), μήκος πακέτου και πρωτόκολλα.
4. Υποστηρίζει τις λειτουργίες χρέωσης, καταμετρώντας τον αριθμό των πακέτων ή χαρακτήρων ανά πελάτη.

Στα δίκτυα εκπομπής το πρόβλημα δρομολόγησης είναι απλό, οπότε το επίπεδο δικτύου είναι συνήθως υποτυπώδες ή ανύπαρκτο.

Το επίπεδο μεταφοράς

Η βασική λειτουργία του **επιπέδου μεταφοράς (transport layer)** είναι:

1. να δέχεται δεδομένα από το ανώτερο επίπεδο,
2. να τα διασπά αν χρειάζεται σε μικρότερες μονάδες,
3. να τα μεταβιβάζει στο επίπεδο δικτύου και
4. να εξασφαλίζει ότι όλα τα τμήματα φθάνουν σωστά στο άλλο άκρο.

Ο τύπος της υπηρεσίας που προσφέρει το επίπεδο μεταφοράς καθορίζεται μόλις γίνει η εγκατάσταση της σύνδεσης. Τα είδη υπηρεσίας μεταφοράς είναι:

1. Ένα απαλλαγμένο από σφάλματα κανάλι από σημείο σε σημείο, το οποίο παραδίδει μηνύματα με τη σειρά που εστάλησαν.
2. Μεταφορά μεμονωμένων μηνυμάτων χωρίς εγγυήσεις για τη σειρά παράδοσής τους.
3. Εκπομπή μηνυμάτων σε πολλαπλούς προορισμούς.

Το επίπεδο μεταφοράς είναι ένα πραγματικό επίπεδο “από άκρου εις άκρον” (**end-to-end**), δηλαδή από την προέλευση έως τον προορισμό, καθώς ένα πρόγραμμα στη μηχανή προέλευσης συνομιλεί με παρόμοιο πρόγραμμα στη μηχανή προορισμού. Στα κατώτερα επίπεδα μεσολαβούν δρομολογητές και τα πρωτόκολλα δε λειτουργούν ανάμεσα στις ακραίες μηχανές προέλευσης και προορισμού.

Τα επίπεδα συνόδου και παρουσίασης

Το **επίπεδο συνόδου (session layer)** επιτρέπει σε χρήστες διαφορετικών μηχανών να εγκαθιδρύουν συνόδους μεταξύ τους. Οι σύνοδοι προσφέρουν διάφορες υπηρεσίες, π.χ., dialog control, token management, synchronization, κ.λπ.

Το **επίπεδο παρουσίασης (presentation layer)** ασχολείται με τη σύνταξη και τη σημασιολογία των μεταδιδόμενων πληροφοριών. Τυπικές υπηρεσίες του είναι:

1. Η κωδικοποίηση δεδομένων κατά το συμφωνημένο πρότυπο, με στόχο τη διευκόλυνση ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ ετερογενών συστημάτων που χρησιμοποιούν διαφορετικούς κώδικες για τους αλφαριθμητικούς χαρακτήρες (π.χ., ASCII ή Unicode), τους ακεραίους (π.χ., χρήση του συμπληρώματος ως προς ένα ή δύο), κ.λπ.
2. Η συμπίεση δεδομένων με στόχο τη μείωση των bits για μετάδοση.
3. Η κρυπτογραφία με στόχο την προστασία του προσωπικού απορρήτου και την πιστοποίηση ταυτότητας.

Το επίπεδο εφαρμογών

Το **επίπεδο εφαρμογών (application layer)** περιέχει μια ποικιλία πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται συχνά από τους χρήστες.

Τυπικές υπηρεσίες του είναι:

1. Το σύστημα ονομάτων περιοχών (Domain Name System - DNS).
2. Μεταφορά αρχείων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων αρχείων.
3. Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.
4. Το εικονικό τερματικό (Telnet).
5. Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web).

Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP (I)

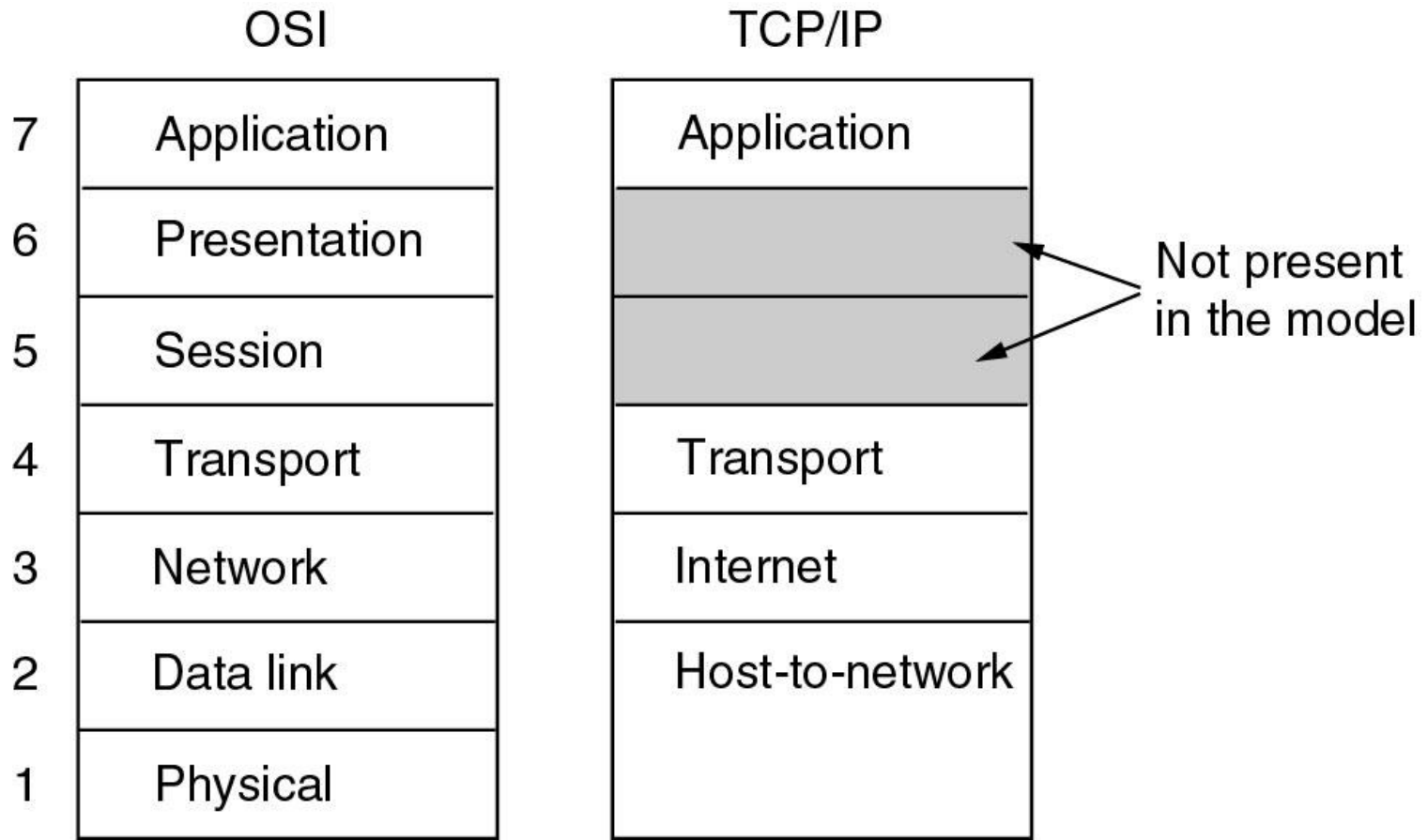
Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP χρησιμοποιήθηκε από τον πρόγονο όλων των δικτύων ευρείας περιοχής, το ARPANET, καθώς και από το διάδοχό του, το παγκόσμιο Internet.

Βασικοί στόχοι σχεδίασης του μοντέλου TCP/IP είναι:

1. Η ικανότητα διασύνδεσης πολλών δικτύων με διαφανή τρόπο.
2. Η ικανότητα επιβίωσης μετά από απώλεια στο υλικό του υποδικτύου, χωρίς να τερματίζονται οι υπάρχουσες συνομιλίες.
3. Μια ευέλικτη αρχιτεκτονική υποστηρίζουσα ριζικά διαφορετικές και αποκλίνουσες απαιτήσεις, από μεταφορά αρχείων έως μετάδοση ομιλίας σε πραγματικό χρόνο.

Όλοι οι παραπάνω στόχοι οδήγησαν στην επιλογή ενός δικτύου μεταγωγής πακέτων (packet-switching) βασιζόμενο σε ένα ασυνδεδασμένο **επίπεδο διαδικτύου**, ονόματι **internet layer**.

Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP (II)



Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP (III)

Επίπεδο διαδικτύου (internet layer): Ορίζει μια επίσημη μορφή για τα πακέτα και ένα επίσημο πρωτόκολλο, το **Πρωτόκολλο Διαδικτύου ή IP (Internet Protocol)**. Δουλειά του είναι επιτρέπει στους υπολογιστές υπηρεσίας να εισάγουν τα IP πακέτα τους σε κάθε δίκτυο και να τα μεταδίδει ανεξάρτητα στον προορισμό τους (πιθανόν σε διαφορετικό δίκτυο). Δεν εξασφαλίζει όμως ότι τα πακέτα θα παραδοθούν με τη σειρά που εστάλησαν.

Το επίπεδο διαδικτύου του TCP/IP είναι ανάλογο με το επίπεδο δικτύου του OSI ως προς τη λειτουργικότητα που προσφέρει.

Επίπεδο μεταφοράς (transport layer): Προσφέρει λειτουργικότητα αντίστοιχη με αυτή του επιπέδου μεταφοράς στο μοντέλο OSI. Υπάρχουν δύο πρωτόκολλα μεταφοράς από άκρο σε άκρο:

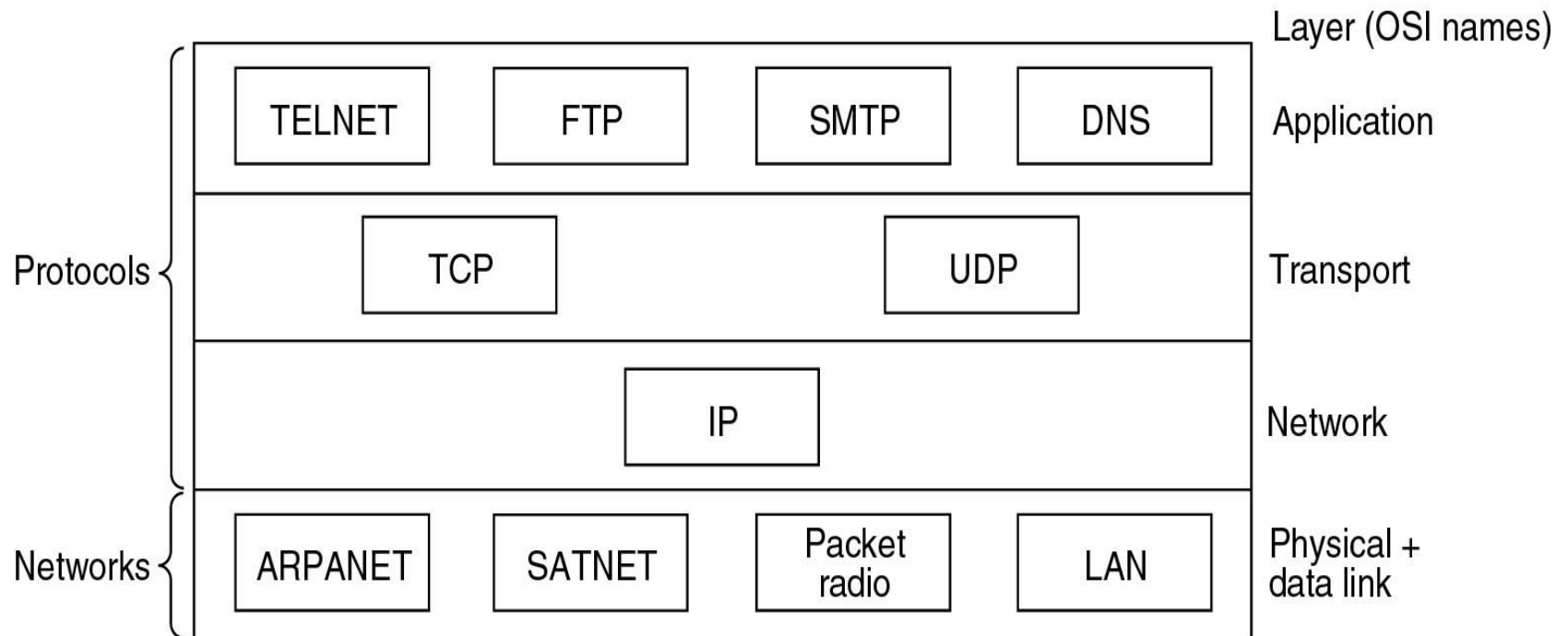
- 1. Πρωτόκολλο Ελέγχου μετάδοσης ή TCP (Transmission Control Protocol):** ένα αξιόπιστο συνδεοστρεφές πρωτόκολλο.
- 2. Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη ή UDP (User Datagram Protocol):** ένα αναξιόπιστο ασυνδεσμικό πρωτόκολλο.

Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP (IV)

Επίπεδο εφαρμογών (application layer): Το μοντέλο TCP/IP δεν έχει επίπεδα συνόδου ή παρουσίασης, τα οποία έχουν μικρή χρησιμότητα για τις περισσότερες εφαρμογές. Το επίπεδο εφαρμογών περιέχει όλα τα πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου (TELNET, FTP, SMTP, DNS, ...). Συν τω χρόνω, προστέθηκαν και άλλα πρωτόκολλα, όπως το HTTP που χρησιμοποιείται για την προσκόμιση σελίδων στον Παγκόσμιο Ιστό.

Επίπεδο διασύνδεσης μεταξύ υπολογιστή υπηρεσίας και δικτύου (host-to-network layer): Κάτω από το επίπεδο διαδικτύου έχουμε ένα μεγάλο κενό. Το μοντέλο TCP/IP απλώς παρατηρεί ότι ο υπολογιστής υπηρεσίας (host) πρέπει να συνδέεται με το δίκτυο χρησιμοποιώντας κάποιο πρωτόκολλο έτσι ώστε να μπορεί να στέλνει πακέτα IP. Το πρωτόκολλο αυτό δεν είναι ορισμένο από το μοντέλο και διαφέρει από υπολογιστή σε υπολογιστή και από δίκτυο σε δίκτυο.

Πρωτόκολλα και δίκτυα στο αρχικό μοντέλο TCP/IP



Σύγκριση των μοντέλων αναφοράς OSI και TCP/IP

Θεμελιώδεις ομοιότητες μοντέλων OSI και TCP/IP:

1. Και τα δύο βασίζονται στην έννοια της στοίβας αναξαρτήτων πρωτοκόλλων.
2. Η λειτουργικότητα των επιπέδων είναι σε γενικές γραμμές η ίδια.

Στο επίκεντρο του μοντέλου OSI βρίσκονται τρεις έννοιες:

1. Υπηρεσίες: οι οποίες καθορίζουν τι κάνει το επίπεδο και όχι πώς γίνεται η προσπέλασή του από τα ανώτερα επίπεδα ή πώς αυτό δουλεύει.
2. Διασυνδέσεις: οι οποίες δηλώνουν στις διεργασίες που βρίσκονται στο αμέσως ανώτερο επίπεδο πώς να το προσπελάσουν (ήτοι, προσδιορίζει ποιές είναι οι παράμετροι και τα αναμενόμενα αποτελέσματα), ενώ δεν περιλαμβάνει τίποτα σχετικά με τον τρόπο εσωτερικής λειτουργίας του επιπέδου.
3. Πρωτόκολλα: τα οποία χρησιμοποιούνται μεταξύ ομοτίμων οντοτήτων για να υλοποιηθούν οι παρεχόμενες υπηρεσίες, ενώ αφορούν μόνο ένα επίπεδο.

Η μεγαλύτερη συνεισφορά του μοντέλου OSI είναι πιθανόν το ότι έκανε σαφή τη διάκριση ανάμεσα στις τρεις αυτές έννοιες. Το μοντέλο TCP/IP δεν παρέχει κάποιον αντίστοιχο σαφή διαχωρισμό.

Θεμελιώδεις διαφορές των μοντέλων OSI και TCP/IP

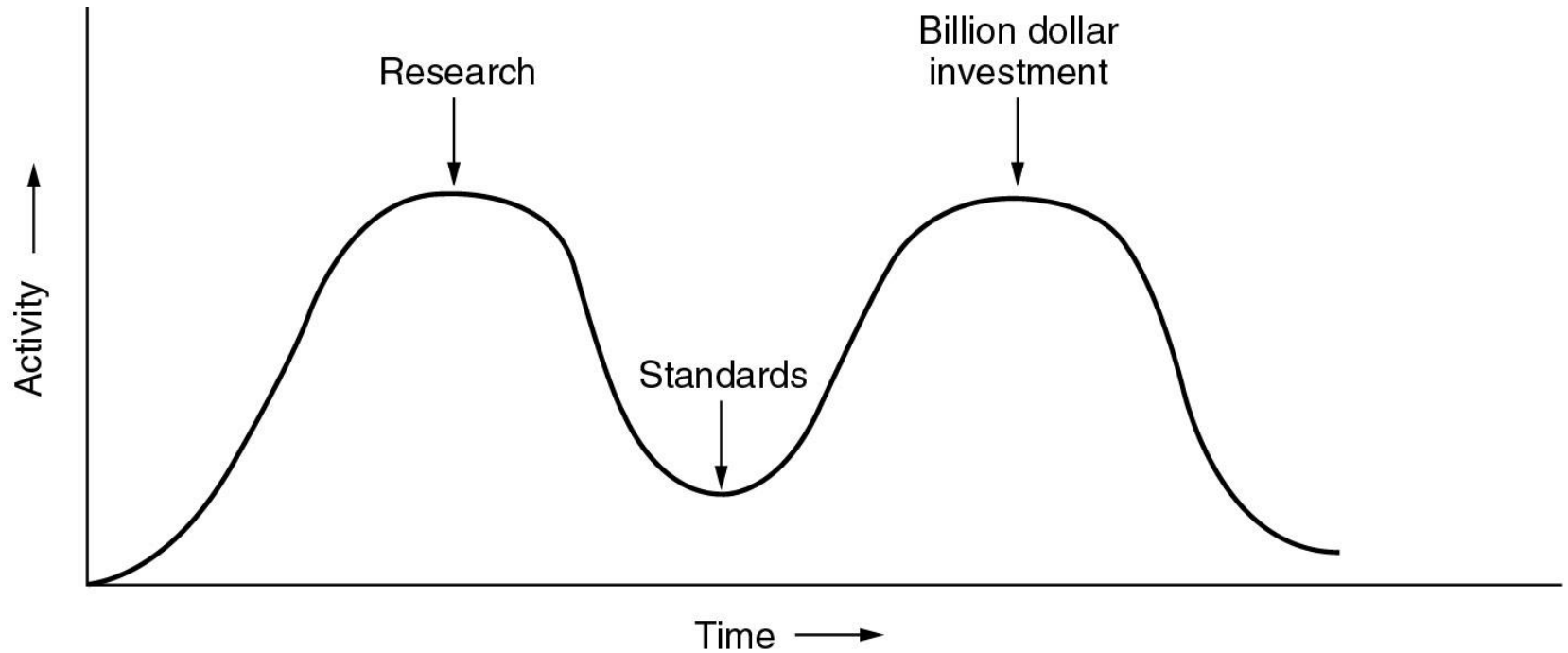
1. Το μοντέλο OSI επινοήθηκε πριν σχεδιαστούν τα αντίστοιχα πρωτόκολλα, ενώ ακριβώς το αντίθετο ισχύει για το μοντέλο TCP/IP.
2. Το μοντέλο OSI έχει επτά επίπεδα, ενώ το μοντέλο TCP/IP έχει μόνο τέσσερα.
3. Το μοντέλο OSI υποστηρίζει και συνδεοστρεφή και ασυνδεσμική επικοινωνία στο επίπεδο δικτύου, αλλά μόνον συνδεοστρεφή στο επίπεδο μεταφοράς. Το μοντέλο TCP/IP έχει μόνον έναν τρόπο λειτουργίας στο επίπεδο διαδικτύου (ασυνδεσμικό), αλλά υποστηρίζει και τους δύο τρόπους λειτουργίας στο επίπεδο μεταφοράς.

Κριτική του μοντέλου και των πρωτοκόλλων OSI

Γιατί το OSI δεν κατέκτησε τον κόσμο:

- Κακός χρονισμός
- Κακή τεχνολογία
- Κακές υλοποιήσεις
- Κακή πολιτική

Κακός χρονισμός



Η αποκάλυψη των δύο ελεφάντων.

Κριτική του μοντέλου αναφοράς TCP/IP

Προβλήματα του μοντέλου TCP/IP:

1. Δεν υπάρχει επαρκής διάκριση ανάμεσα στις έννοιες της υπηρεσίας, της διασύνδεσης και του πρωτοκόλλου.
2. Δεν είναι καθόλου γενικό και είναι ακατάλληλο για την περιγραφή οποιασδήποτε άλλης στοίβας πρωτοκόλλων.
3. Το host-to-network layer δεν είναι πραγματικό επίπεδο αλλά μια διασύνδεση ανάμεσα στα επίπεδα δικτύου και ζεύξης δεδομένων.
4. Δεν αναφέρει καθόλου το φυσικό επίπεδο και το επίπεδο ζεύξης δεδομένων.
5. Χρησιμοποιεί πρόχειρα πρωτόκολλα τα οποία όμως έχουν εδραιωθεί στην αγορά και είναι δύσκολο να αντικατασταθούν.

Υβριδικό μοντέλο αναφοράς

1. Το μοντέλο OSI (εκτός από τα επίπεδα συνόδου και παρουσίασης) είναι εξαιρετικά χρήσιμο για την ανάλυση των δικτύων υπολογιστών, ενώ τα πρωτόκολλά του δεν έχουν γίνει δημοφιλή.
2. Το μοντέλο TCP/IP είναι πρακτικά ανύπαρκτο, αλλά τα πρωτόκολλα του χρησιμοποιούνται ευρύτατα.
3. Έτσι θα χρησιμοποιήσουμε ως σκελετό αυτού του μαθήματος το ακόλουθο υβριδικό μοντέλο αναφοράς (Tanenbaum, 2010).

5	Application layer
4	Transport layer
3	Network layer
2	Data link layer
1	Physical layer