



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών και Επικοινωνιών

Στοιχεία δικτύων υπολογιστών

Σπύρος Κοκολάκης (sak@aegean.gr)

Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών & Επικοινωνιακών
Συστημάτων



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Εισαγωγή

Ένα **δίκτυο** είναι ένας συνδυασμός υλικού και λογισμικού που επιτρέπει την αποστολή δεδομένων από μια θέση σε μια άλλη. Το υλικό αποτελείται από το φυσικό εξοπλισμό που μεταφέρει σήματα από ένα σημείο του δικτύου σε ένα άλλο. Το λογισμικό αποτελείται από εντολές, οι οποίες απαρτίζουν τις υπηρεσίες που πρέπει να παρέχει ένα δίκτυο.



Κριτήρια δικτύου

Ένα δίκτυο πρέπει να πληροί έναν αριθμό κριτηρίων. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι η **απόδοση**, η **αξιοπιστία**, και η **ασφάλεια**.

- Η **απόδοση** μπορεί να μετρηθεί με πολλούς τρόπους, όπως με τον χρόνο διέλευσης και τον χρόνο απόκρισης.
- Η **αξιοπιστία** ενός δικτύου μετριέται από τη συχνότητα των αστοχιών, τον χρόνο που απαιτείται για την ανάκαμψη από μια αστοχία, και την ανθεκτικότητα του δικτύου σε καταστροφές.



Κριτήρια δικτύου

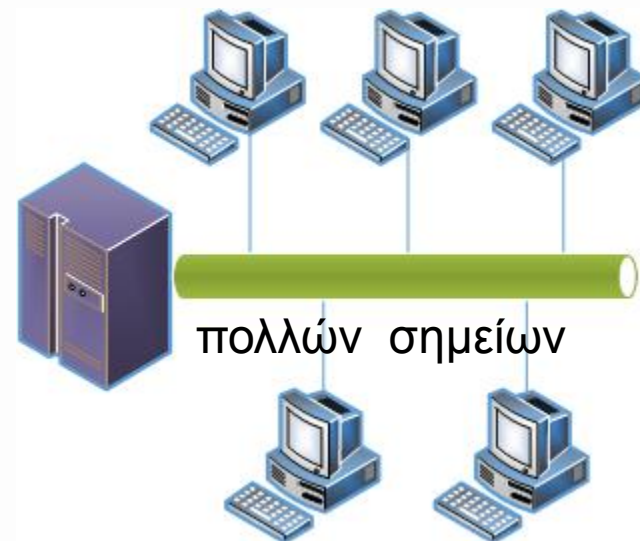
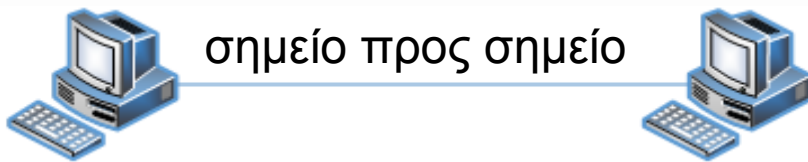
- Η **ασφάλεια** ενός δικτύου περιλαμβάνει ζητήματα όπως η προστασία των δεδομένων από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση, καταστροφή, και τροποποίηση, και η υλοποίηση πολιτικών και διαδικασιών για την ανάκαμψη έπειτα από παραβιάσεις και απώλειες δεδομένων.



Τύποι σύνδεσης

Ένα δίκτυο αποτελείται από δύο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται μέσω συνδέσμων. Ένας σύνδεσμος είναι μια διαδρομή επικοινωνίας που μεταφέρει δεδομένα από μια συσκευή σε μια άλλη. Υπάρχουν δύο τύποι συνδέσεων:

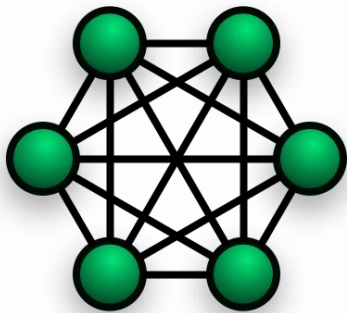
- σημείου προς σημείο και
- πολλών σημείων.



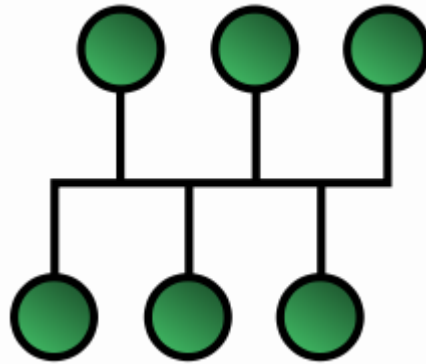


Φυσική τοπολογία

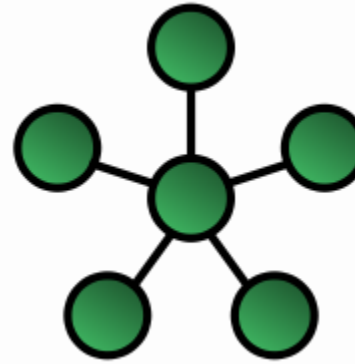
Ο όρος φυσική τοπολογία αναφέρεται στη φυσική διάταξη ενός δικτύου. Υπάρχουν τέσσερις πιθανές βασικές τοπολογίες: **πλέγματος**, **αστέρα**, **διαύλου**, και **δακτυλίου**.



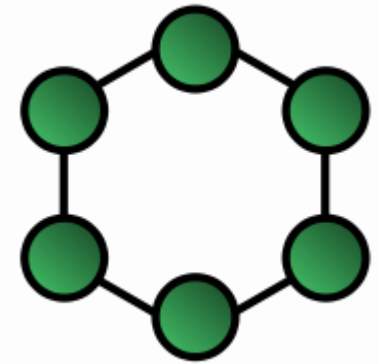
Πλέγμα



Δίαυλος



Αστέρας



Δακτύλιος



Κατηγορίες δικτύων

Τα σύγχρονα δίκτυα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- τα τοπικά δίκτυα (local-area network, LAN),
- τα δίκτυα ευρείας περιοχής (wide-area network, WAN), και
- τα μητροπολιτικά δίκτυα (metropolitan area network, MAN) .



Ένα διαδίκτυο

Στις μέρες μας τα δίκτυα σπανίως είναι απομονωμένα: συνήθως συνδέονται μεταξύ τους. Όταν συνδέονται δύο ή περισσότερα δίκτυα, τότε σχηματίζουν ένα **διαδίκτυο** (internetwork ή internet, με μικρό i).

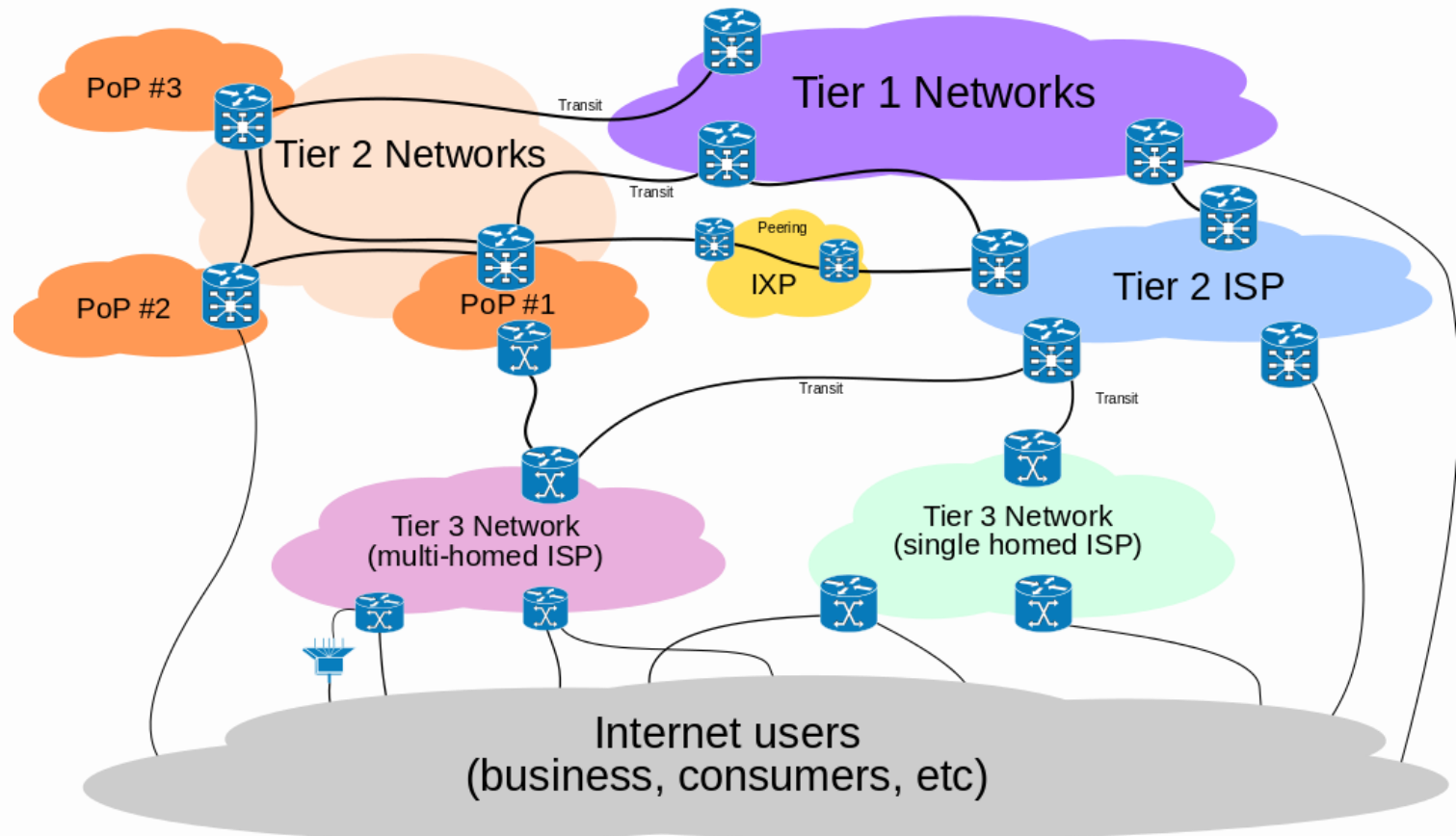


To Internet

Το πιο σημαντικό διαδίκτυο είναι το Internet (με κεφαλαίο I), το οποίο αποτελείται από εκατοντάδες χιλιάδες διασυνδεδεμένα δίκτυα. Το Internet (Διαδίκτυο) χρησιμοποιείται σε περισσότερες από 100 χώρες.

Το Internet είναι δύσκολο να αναπαρασταθεί με ακρίβεια επειδή μεταβάλλεται διαρκώς. Σήμερα, οι τελικοί χρήστες που θέλουν σύνδεση με το Internet χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες κάποιου παρόχου υπηρεσιών Internet (ISP)

To Internet





Η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP

Για το διαχωρισμό των υπηρεσιών που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας εργασίας, στο Internet έχει δημιουργηθεί ένα σύνολο κανόνων οι οποίοι ονομάζονται πρωτόκολλα. Τα πρωτόκολλα επιτρέπουν τη σύνδεση διαφορετικών δικτύων με τη χρήση διαφορετικών τεχνολογιών και τη μεταφορά μηνυμάτων από ένα σημείο σε ένα άλλο. Το σύνολο πρωτοκόλλων που ελέγχει το Internet σήμερα είναι γνωστό ως συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP.

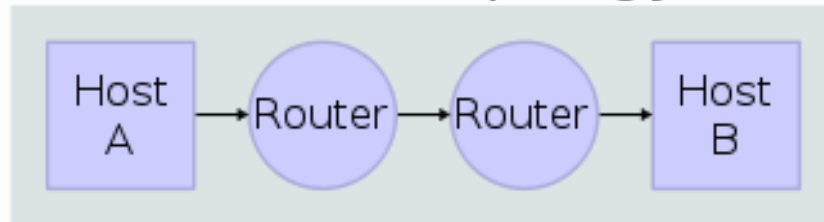


Η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP

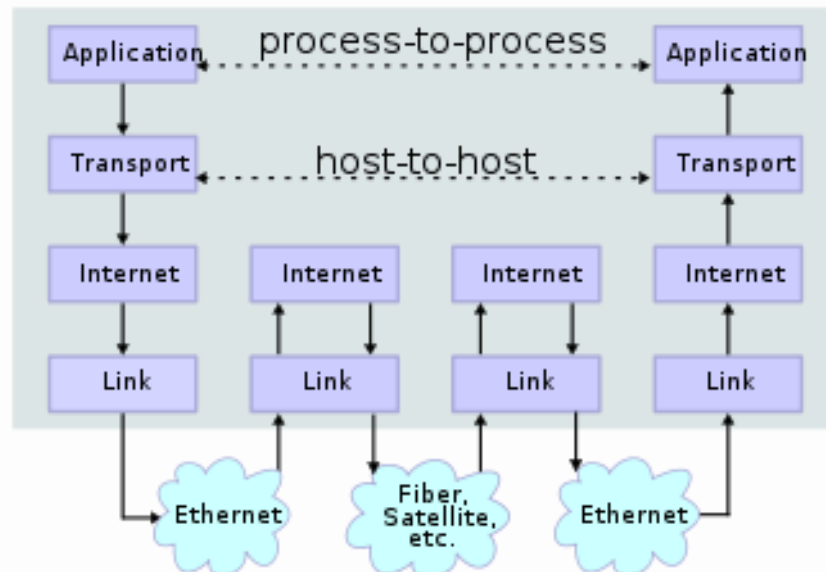
Ο ορισμός της αρχικής συλλογής πρωτοκόλλων TCP/IP περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα: υπολογιστή υπηρεσίας προς δίκτυο (ή συνδέσμου), διαδικτύου (δικτύου), μεταφοράς, και εφαρμογής. Ωστόσο, η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP σήμερα συνήθως αναφέρεται ως μοντέλο πέντε επιπέδων.

Η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP

Network Topology



Data Flow





Επίπεδα

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται εν συντομία η λειτουργία κάθε επιπέδου στη συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP. Θα δείτε πώς ένα μήνυμα μεταφέρεται μέσα από τα διαφορετικά επίπεδα μέχρι να φτάσει στο φυσικό επίπεδο και πώς στέλνεται από το μέσο μετάδοσης.



Επίπεδο εφαρμογής

Το επίπεδο εφαρμογής (application layer) επιτρέπει στον χρήστη, είτε είναι άνθρωπος είτε λογισμικό, να προσπελάζει το δίκτυο. Παρέχει υποστήριξη για υπηρεσίες όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η απομακρυσμένη προσπέλαση και μεταφορά αρχείων, η περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό, και ούτω καθεξής.



Αρχιτεκτονική πελάτη-διακομιστή

Αν και υπάρχουν δύο αρχιτεκτονικές (σχεδιασμοί) που επιτρέπουν σε δύο εφαρμογές οι οποίες εκτελούνται σε δύο απομακρυσμένους υπολογιστές να επικοινωνούν μεταξύ τους, η πιο συνηθισμένη είναι η **αρχιτεκτονική πελάτη-διακομιστή** (client-server architecture).



Διεύθυνση επιπέδου εφαρμογής

- Όταν ένας πελάτης πρέπει να στείλει μια αίτηση σε έναν διακομιστή, χρειάζεται τη διεύθυνση του επιπέδου εφαρμογής του διακομιστή. Για παράδειγμα, για τον προσδιορισμό μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας, οι πελάτες χρησιμοποιούν ένα URL (Uniform Resource Locator).
- Η διεύθυνση επιπέδου εφαρμογής του διακομιστή δεν χρησιμοποιείται για την παράδοση μηνυμάτων, παρά μόνο βοηθά τον πελάτη να εντοπίζει την πραγματική διεύθυνση του υπολογιστή-διακομιστή.



Επίπεδο μεταφοράς

- Το επίπεδο μεταφοράς (transport layer) είναι υπεύθυνο για την από διεργασία σε διεργασία παράδοση ολόκληρου του μηνύματος: το επίπεδο μεταφοράς του πελάτη επικοινωνεί με λογικό τρόπο με το επίπεδο μεταφοράς του υπολογιστή-διακομιστή.
- Με άλλα λόγια, παρόλο που υπάρχει φυσική επικοινωνία μεταξύ δύο φυσικών επιπέδων, τα δύο επίπεδα εφαρμογής θεωρούν το επίπεδο μεταφοράς ως μεσολαβητή που αναλαμβάνει την ευθύνη για την παράδοση των μηνυμάτων.



Διευθύνσεις επιπέδου μεταφοράς (αριθμοί θυρών)

- Στον υπολογιστή-διακομιστή μπορεί να εκτελούνται πολλές διεργασίες ταυτόχρονα όπως, για παράδειγμα, μια διεργασία διακομιστή FTP και μια διεργασία διακομιστή HTTP. Όταν το μήνυμα φτάσει στον διακομιστή, πρέπει να μεταβιβαστεί στην κατάλληλη διεργασία.
- Για το σκοπό αυτό απαιτείται μια άλλη διεύθυνση για τον προσδιορισμό της διεργασίας-διακομιστή, η οποία ονομάζεται αριθμός θύρας (port number).



Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς

Από τότε που παρουσιάστηκε η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP, έχουν σχεδιαστεί τρία πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς: το **UDP**, το **TCP**, και το **SCTP**.

Το Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη (**User Datagram Protocol - UDP**) είναι το απλούστερο από τα τρία πρωτόκολλα. Το UDP εκτελεί πολύπλεξη και αποπολύπλεξη ενώ πραγματοποιεί και έναν τύπο ελέγχου σφαλμάτων προσθέτοντας ένα άθροισμα ελέγχου (checksum) στο πακέτο.



Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς

Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης (**Transmission Control Protocol - TCP**) είναι ένα πρωτόκολλο που υποστηρίζει όλες τις λειτουργίες του επιπέδου μεταφοράς. Ωστόσο, δεν είναι τόσο γρήγορο και αποδοτικό όσο το UDP. Το TCP χρησιμοποιεί αριθμούς ακολουθίας, αριθμούς γνωστοποίησης, και αθροίσματα ελέγχου. Επιπλέον, χρησιμοποιεί περιοχές προσωρινής αποθήκευσης (buffers) στην πλευρά του αποστολέα. Αυτός ο συνδυασμός δυνατοτήτων παρέχει πολύπλεξη, αποπολύπλεξη, έλεγχο ροής, έλεγχο συμφόρησης, και έλεγχο σφαλμάτων.



Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς

Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης Συνεχούς Ροής (**Stream Transmission Control Protocol - SCTP**) έχει σχεδιαστεί για νέες υπηρεσίες του Internet, όπως η τηλεφωνία μέσω Internet και το βίντεο συνεχούς ροής. Το πρωτόκολλο αυτό συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των UDP και TCP. Όπως και το UDP, είναι κατάλληλο για τη μετάδοση ήχου και βίντεο σε πραγματικό χρόνο ενώ παράλληλα παρέχει, όπως και το TCP, έλεγχο σφαλμάτων και ροής.



Το επίπεδο δικτύου

Το επίπεδο δικτύου (network layer) είναι υπεύθυνο για την παράδοση πακέτων από μια προέλευση σε έναν προορισμό (από υπολογιστή σε υπολογιστή), ακόμα και μεταξύ πολλών δικτύων (συνδέσμων). Το επίπεδο δικτύου διασφαλίζει ότι κάθε πακέτο φτάνει από την προέλευσή του στον προορισμό του.



Διευθύνσεις επιπέδου δικτύου

Το πακέτο που μεταδίδεται από τον πελάτη στον διακομιστή και το πακέτο που επιστρέφεται από τον διακομιστή χρειάζονται μια διεύθυνση επιπέδου δικτύου. Η διεύθυνση του διακομιστή παρέχεται από τον ίδιο τον διακομιστή, όπως περιγράφηκε προηγουμένως, ενώ η διεύθυνση του πελάτη γνωστοποιείται από τον υπολογιστή-πελάτη.



Δρομολόγηση

Το επίπεδο δικτύου έχει μια συγκεκριμένη αρμοδιότητα: τη δρομολόγηση. Η δρομολόγηση αναφέρεται στον προσδιορισμό ενός τμήματος ή ολόκληρης της διαδρομής ενός πακέτου. Από τη στιγμή που το Internet είναι μια συλλογή δικτύων, η διαδικασία παράδοσης ενός πακέτου από την προέλευση στον προορισμό του μπορεί να αποτελείται από ένα συνδυασμό πολλών παραδόσεων: μια παράδοση από την προέλευση σε έναν δρομολογητή, αρκετές παραδόσεις από δρομολογητή σε δρομολογητή και, τέλος, μια παράδοση από ένα δρομολογητή στον προορισμό.



Πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου

Η συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP υποστηρίζει ένα κύριο πρωτόκολλο (το IP) και πολλά βοηθητικά πρωτόκολλα τα οποία υποστηρίζουν το IP στη διεκπεραίωση των εργασιών του.



Πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου

Στη συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP, το κύριο πρωτόκολλο στο επίπεδο δικτύου είναι το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol - IP). Η τρέχουσα έκδοση αυτού του πρωτοκόλλου είναι η IPv6 (έκδοση 6), όμως χρησιμοποιείται, κυρίως, η IPv4 (έκδοση 4). Το IPv4 είναι υπεύθυνο για την παράδοση πακέτων από υπολογιστές προέλευσης σε υπολογιστές προορισμού. Για το σκοπό αυτό, κάθε υπολογιστής και δρομολογητής παγκοσμίως προσδιορίζεται από μια διεύθυνση IP 32 bit, η οποία αναπαρίσταται σε δεκαδικό συμβολισμό με τελείες (dotted decimal notation).



Internet Protocol

Με το συμβολισμό αυτό, οι 32μπιτες διευθύνσεις χωρίζονται σε τέσσερα 8μπιτα τμήματα, κάθε ένα από τα οποία είναι ένας δεκαδικός αριθμός μεταξύ 0 και 255, ενώ για τον διαχωρισμό των τμημάτων χρησιμοποιούνται τρεις τελείες. Για παράδειγμα,, η διεύθυνση IPv4

00001010 00011001 10101100 00001111

γράφεται:

10.25.172.15



Επίπεδο συνδέσμου δεδομένων

Όπως είδατε στην προηγούμενη ενότητα, το πακέτο επιπέδου δικτύου μπορεί να διέλθει από πολλούς δρομολογητές καθώς ταξιδεύει από την προέλευση στον προορισμό του. Η μεταφορά του πακέτου από έναν κόμβο σε έναν άλλο (όπου κόμβος μπορεί να είναι ένας υπολογιστής ή ένας δρομολογητής) είναι η ευθύνη του επιπέδου συνδέσμου δεδομένων.

- **Το επίπεδο συνδέσμου δεδομένων είναι υπεύθυνο για την από κόμβο σε κόμβο παράδοση πλαισίων.**



Διευθύνσεις επιπέδου συνδέσμου δεδομένων

Δύο εύλογα ερωτήματα που προκύπτουν είναι το πώς ο υπολογιστής A γνωρίζει τη διεύθυνση του επιπέδου συνδέσμου δεδομένων του δρομολογητή Δ1, ή πώς ο δρομολογητής Δ1 γνωρίζει τη διεύθυνση του επιπέδου συνδέσμου δεδομένων του δρομολογητή Δ4. Μια συσκευή μπορεί να προσδιορίσει τη διεύθυνση του συνδέσμου δεδομένων κάποιας άλλης συσκευής είτε **στατικά** είτε **δυναμικά**.



Διευθύνσεις επιπέδου συνδέσμου δεδομένων

Σε αντίθεση με τις διευθύνσεις IP, οι διευθύνσεις στο επίπεδο συνδέσμου δεδομένων δεν είναι καθολικές. Κάθε πρωτόκολλο συνδέσμου δεδομένων μπορεί να έχει διαφορετική μορφή διευθύνσεων και διαφορετικό μέγεθος. Το πρωτόκολλο Ethernet, που είναι και το επικρατέστερο για τοπικά δίκτυα σήμερα, χρησιμοποιεί μια 48μπιτη διεύθυνση η οποία συνήθως γράφεται σε δεκαεξαδική μορφή, όπως φαίνεται παρακάτω:

06:02:03:10:2B:5C



Φυσικό επίπεδο

Το φυσικό επίπεδο (physical layer) συντονίζει τις λειτουργίες που απαιτούνται για τη μεταφορά ενός ρεύματος bit στο φυσικό μέσο. Ενώ το επίπεδο συνδέσμου δεδομένων είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά πλαισίων από έναν κόμβο σε έναν άλλο, το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά στον επόμενο κόμβο των μεμονωμένων bit από τα οποία αποτελείται το πλαίσιο.

- **Το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για την από κόμβο σε κόμβο παράδοση bit.**



Εφαρμογές του Internet

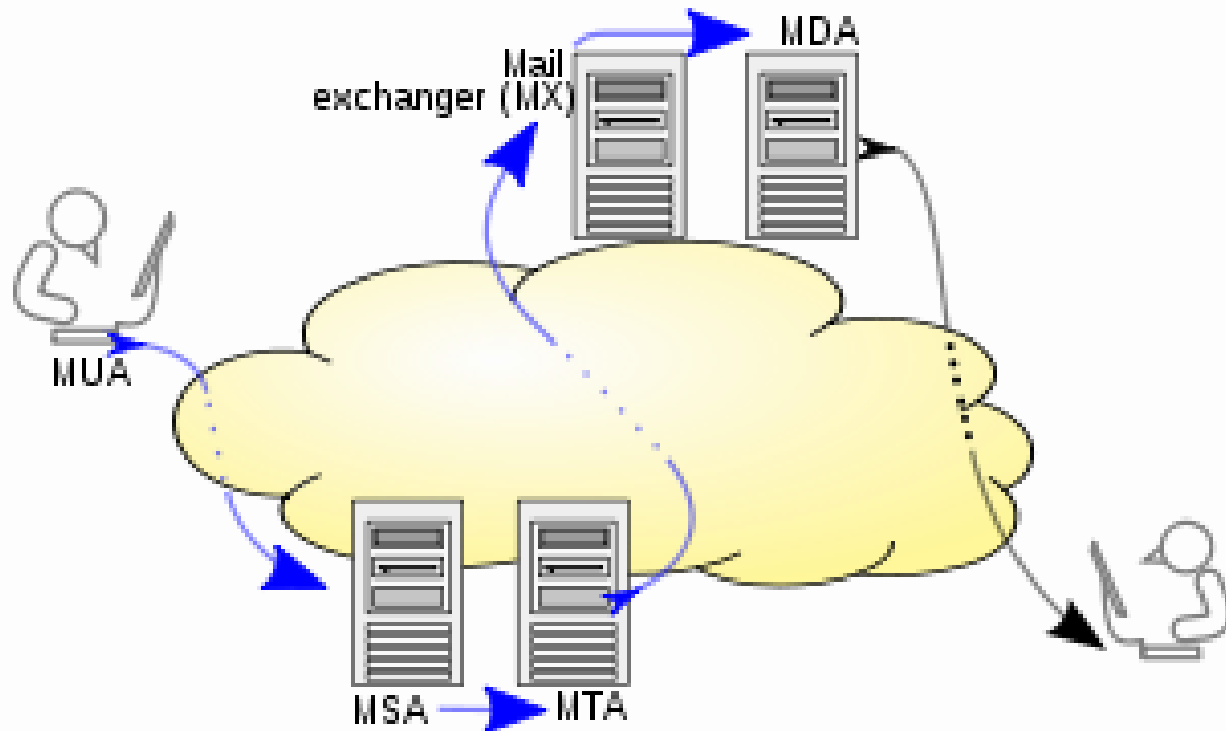
Η κύρια λειτουργία του Internet είναι να παρέχει υπηρεσίες για τους χρήστες. Από τις πιο δημοφιλείς εφαρμογές είναι το **ηλεκτρονικό ταχυδρομείο** και η προσπέλαση του **Παγκόσμιου Ιστού** (World Wide Web - WWW). Οι εφαρμογές αυτές περιγράφονται συνοπτικά σε αυτή την ενότητα.



Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (electronic mail - e-mail) δεν υποστηρίζεται από μία διεργασία-πελάτη και μία διεργασία πελάτη-διακομιστή. Αυτό συμβαίνει επειδή το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ δύο οντοτήτων. Παρόλο που ο αποστολέας ενός μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μπορεί να είναι ένα πρόγραμμα-πελάτης, ο παραλήπτης δεν μπορεί να είναι ένας αντίστοιχος διακομιστής, επειδή αυτό σημαίνει ότι ο υπολογιστής-παραλήπτης θα έπρεπε να λειτουργεί, συνεχώς, καθώς δεν είναι σε θέση να γνωρίζει πότε θα καταφθάσει κάποιο μήνυμα.

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο





Πρωτόκολλα προσπέλασης αλληλογραφίας

Τα αποθηκευμένα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου παραμένουν στον διακομιστή αλληλογραφίας μέχρι να ανακτηθούν από τον παραλήπτη μέσω ενός πρωτοκόλλου προσπέλασης. Τα πρωτόκολλα προσπέλασης αλληλογραφίας που χρησιμοποιούνται συχνότερα σήμερα είναι δύο: το Πρωτόκολλο Ταχυδρομείου, έκδοση 3 (**Post Office Protocol - POP3**), και το Πρωτόκολλο Προσπέλασης Αλληλογραφίας Διαδικτύου (**Internet Mail Access Protocol - IMAP**).



Γενικές Επεκτάσεις Αλληλογραφίας Διαδικτύου

Οι Γενικές Επεκτάσεις Αλληλογραφίας Διαδικτύου (**Multipurpose Internet Mail Extension - MIME**) είναι ένα συμπληρωματικό πρωτόκολλο που επιτρέπει την αποστολή δεδομένων τα οποία δεν βρίσκονται σε μορφή ASCII μέσω του SMTP. Το MIME δεν είναι πρωτόκολλο ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και δεν μπορεί να αντικαταστήσει το SMTP, είναι απλώς μια επέκτασή του.



Ο Παγκόσμιος Ιστός

Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web – WWW) είναι μια αποθήκη συνδεδεμένων πληροφοριών οι οποίες είναι διασκορπισμένες σε ολόκληρο τον κόσμο. Ο Παγκόσμιος Ιστός διαθέτει έναν μοναδικό συνδυασμό δυνατοτήτων ευελιξίας, μεταφερσιμότητας, και ευχρηστίας ο οποίος τον διαφοροποιεί από τις άλλες υπηρεσίες που παρέχονται από το Internet. Ο Παγκόσμιος Ιστός σήμερα είναι μια κατανεμημένη υπηρεσία πελάτη-διακομιστή, στην οποία ένας πελάτης με έναν φυλλομετρητή (browser) μπορεί να προσπελάζει μια υπηρεσία χρησιμοποιώντας ένα διακομιστή.



Υπερκείμενο και υπερμέσα

Ο Παγκόσμιος Ιστός χρησιμοποιεί την έννοια του υπερκειμένου (hypertext) και των υπερμέσων (hypermedia). Σε ένα περιβάλλον υπερκειμένου, οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε ένα σύνολο εγγράφων που συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους (links).



Τα στοιχεία του Παγκόσμιου Ιστού

Για να είμαστε σε θέση να χρησιμοποιούμε τον Παγκόσμιο Ιστό χρειαζόμαστε τρία στοιχεία: έναν φυλλομετρητή, έναν διακομιστή Ιστού, και το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (Hypertext Transfer Protocol, HTTP).



Uniform Resource Locator — URL

Για να μπορέσει ένας πελάτης να προσπελάσει ένα έγγραφο χρειάζεται μια διεύθυνση. Για να διευκολύνει την προσπέλαση των εγγράφων που είναι κατανεμημένα σε ολόκληρο τον κόσμο, το HTTP χρησιμοποιεί την έννοια των εντοπιστών (locators). Ο Ενιαίος Εντοπιστής Πόρων (Uniform Resource Locator — URL) είναι ένα πρότυπο για τον καθορισμό κάθε είδους πληροφοριών στο Internet.



Σύνοψη

- Δίκτυα υπολογιστών
 - Αρχιτεκτονικές
 - Πρωτόκολλα
- Το Διαδίκτυο
 - Συλλογή πρωτοκόλλων TCP/IP
 - Εφαρμογές

