



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΔΙΚΤΥΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Ενότητα #3: Εισαγωγή στα Δίκτυα Δεδομένων Μέρος 3

Καθηγητής Χρήστος Ι. Μπούρας

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο
Πατρών

email: bouras@cti.gr, site: <http://ru6.cti.gr/ru6/bouras>

Σκοποί ενότητας

- Βασικές έννοιες δικτύων δεδομένων



Περιεχόμενα ενότητας

- Έλεγχος λαθών
- Μεταγωγή
- Δρομολόγηση
- Ποιότητα Υπηρεσίας
- Δικτυακές συσκευές



Εισαγωγή στα Δίκτυα Δεδομένων

Μέρος 3

Έλεγχος λαθών (1/2)

- Ανεξάρτητα από την σχεδίαση του συστήματος μετάδοσης η εμφάνιση λαθών δεν μπορεί να αποφευχθεί
- Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές ανεύρεσης και διόρθωσης λαθών



Έλεγχος λαθών (2/2)

- Ανίχνευση σφαλμάτων
 - Κώδικας ανίχνευσης συναρτήσεϊ των υπολοίπων bit
 - Σε μερικά πρωτόκολλα περιλαμβάνεται και κώδικας διόρθωσης σφαλμάτων
- Επαναμετάδοση
 - Τα πακέτα για τα οποία δεν έχει ληφθεί η απαραίτητη (ανάλογα με το πρωτόκολλο) επιβεβαίωση, επαναμεταδίδονται



Βασική αρχή τεχνικών ανίχνευσης

- Οι τεχνικές βασίζονται στα εξής σημεία:
 - Σε ένα δεδομένο πλαίσιο από bits προστίθενται από τον πομπό bits που αποτελούν έναν κώδικα ανεύρεσης λαθών
 - Ο κώδικας αυτός υπολογίζεται σε συνάρτηση με τα άλλα μεταδιδόμενα bits
 - Ο δέκτης εκτελεί τον ίδιο υπολογισμό και συγκρίνει τα δύο αποτελέσματα
 - Το λάθος ανιχνεύεται μόνο όταν τα δύο αποτελέσματα είναι ανόμοια



Τεχνικές ανίχνευσης λαθών

- Parity Check: Το απλούστερο σύστημα ανίχνευσης λάθους είναι η προσθήκη ενός parity bit για έλεγχο ισοτιμίας στο τέλος ενός μπλοκ δεδομένων
- Cyclic Redundancy Check (CRC): δημοφιλής και ισχυρή τεχνική ανίχνευσης, στην οποία:
 - ο πομπός παράγει μία αλληλουχία από bits, γνωστή ως πλαίσιο αλληλουχίας ελέγχου, το οποίο διαιρείται ακριβώς με κάποιο προκαθορισμένο αριθμό
 - Ο δέκτης διαιρεί το εισερχόμενο πλαίσιο με τον ίδιο αριθμό και, εάν δεν υπάρχει υπόλοιπο, υποθέτει πως δεν υπήρξε λάθος



Διόρθωση λαθών

- Η επαναμετάδοση σε περίπτωση λάθους είναι μη αποδοτική σε κάποια συστήματα (π.χ. Ασύρματα, multicast)
- Αντ' αυτού, θα ήταν επιθυμητό να μπορέσει ο δέκτης να διορθώσει τα λάθη βασισμένος στα bits της ίδιας της μετάδοσης
- Το Forward Error Correction (FEC) είναι μια τεχνική όπου ο πομπός κωδικοποιεί το μήνυμα με πλεονάζουσα πληροφορία χρησιμοποιώντας κώδικα διόρθωσης σφαλμάτων
- Η πληροφορία επιτρέπει στον δέκτη να ανιχνεύσει έναν περιορισμένο αριθμό λαθών στο μήνυμα, και συχνά να διορθώσει αυτά τα λάθη, χωρίς αναμετάδοση



Παράδειγμα FEC

Triplet received	Interpreted as
000	0 (error free)
001	0
010	0
100	0
111	1 (error free)
110	1
101	1
011	1

FEC μέσω μετάδοσης κάθε bit 3 φορές
(πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Forward_error_correction)



Μεταγωγή

- Ως Δίκτυα Μεταγωγής μπορούν να θεωρηθούν όλα τα δίκτυα Σημείου προς Σημείο (Point-to-Point) που εφαρμόζουν την τεχνική αποθήκευσης και προώθησης των πακέτων μεταγωγής
- Σε ένα τέτοιο δίκτυο για να συνδεθούν δύο απομακρυσμένοι κόμβοι, αναπτύσσονται τεχνικές έμμεσης διασύνδεσης με τη συνεργασία ενδιάμεσων κόμβων που ονομάζονται μεταγωγείς
- Τύποι μεταγωγής:
 - Μεταγωγή κυκλώματος (Circuit Switching)
 - Μεταγωγή πακέτου (Packet Switching)
 - Μεταγωγής πακέτου με νοητά κυκλώματα (Virtual Circuit Switching)



Μεταγωγή Κυκλώματος

- Αποκαθίσταται ένα αποκλειστικό μονοπάτι επικοινωνίας ανάμεσα σε δυο σταθμούς (ακολουθία ζεύξεων μεταξύ κόμβων του δικτύου)
- Το κύκλωμα παραμένει ενεργό σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας, ακόμα και όταν δεν ανταλλάσσονται δεδομένα
- Τυπικό παράδειγμα δικτύου μεταγωγής κυκλώματος είναι το τηλεφωνικό δίκτυο



Μεταγωγή Πακέτου

- Τα δεδομένα μεταδίδονται σε μικρά πακέτα
- Το μήνυμα τεμαχίζεται από την πηγή
- Κάθε πακέτο περιέχει ένα τμήμα των δεδομένων συν την πληροφορία ελέγχου
- Σε κάθε κόμβο της διαδρομής το πακέτο παραλαμβάνεται, αποθηκεύεται προσωρινά και στέλνεται στον επόμενο κόμβο

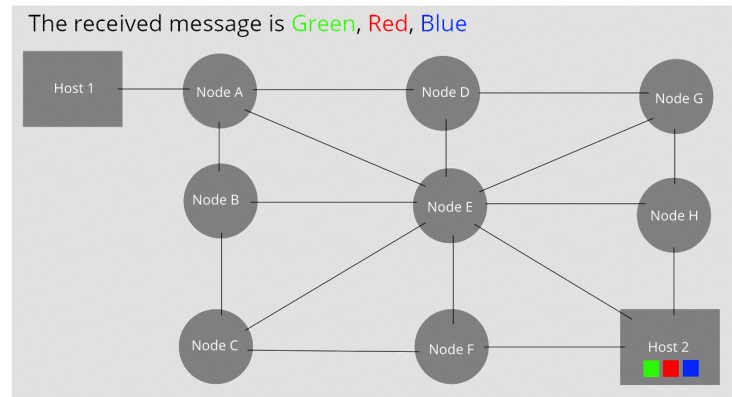
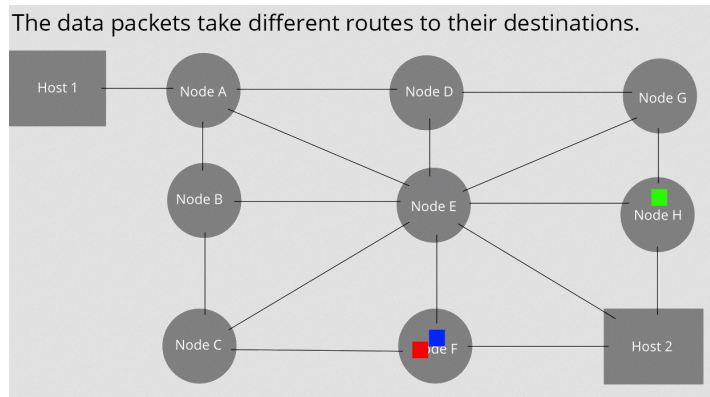
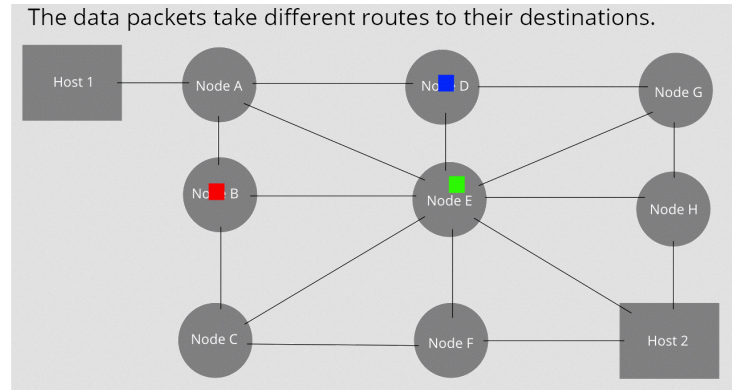
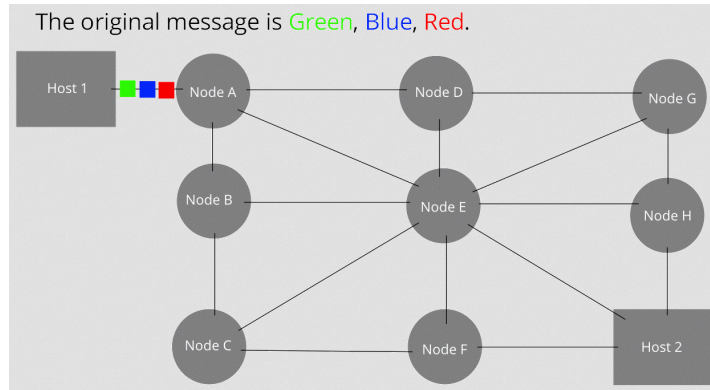


Αυτόνομο Πακέτο (Datagram)

- Κάθε πακέτο αντιμετωπίζεται ξεχωριστά, δεν συνδέεται με πακέτα που έχουν μεταδοθεί πιο πριν
- Κάθε πακέτο έχει τη διεύθυνση του προορισμού του
- Πακέτα με την ίδια διεύθυνση προορισμού ενδέχεται να ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές



Παράδειγμα μεταγωγής πακέτου



Παράδειγμα μεταγωγής πακέτου όπου τα πακέτα ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές (πηγή: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Packet_Switching.gif)

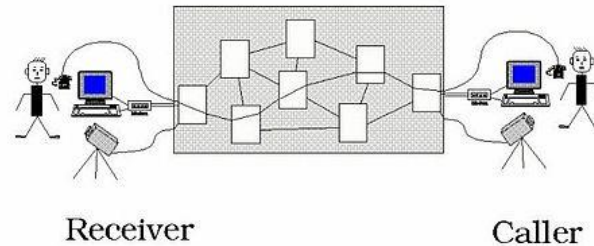
Νοητό Κύκλωμα (Virtual Circuit)

- Πριν μεταδοθεί οποιοδήποτε πακέτο, εγκαθιδρύεται ένα συγκεκριμένο μονοπάτι, που ακολουθούν όλα τα πακέτα
- Αρχικά αποστέλλεται ένα ειδικό πακέτο ελέγχου – Αίτηση Κλήσης (Call Request)
- Η διαδρομή είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια μιας λογικής σύνδεσης

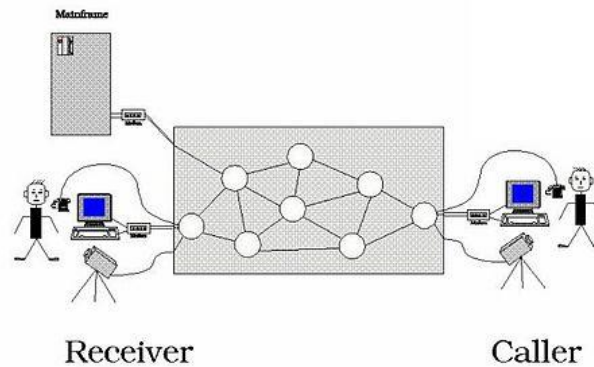


Σύγκριση τύπων μεταγωγής

Circuit Switched Network



Packet Switched Network



Σύγκριση μεταγωγής κυκλώματος (πάνω) και μεταγωγής πακέτου (κάτω) (πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PK_Switched_Vs_Circuit_Switched.jpg)

Λειτουργίες του επιπέδου δικτύου

- Οι κύριες λειτουργίες του επιπέδου Δικτύου (Network Layer):
 - Δρομολόγηση
 - Διαδικτύωση
 - Έλεγχος συμφόρησης
 - Ποιότητα υπηρεσίας



Δρομολόγηση

- Δρομολόγηση (routing) είναι η διαδικασία της επιλογής του βέλτιστου μονοπατιού σε ένα δίκτυο από τη μηχανή προέλευσης (αποστολέα) στη μηχανή προορισμού (παραλήπτη)
- Στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου η δρομολόγηση καθοδηγεί την προώθηση των πακέτων μέσω των ενδιάμεσων κόμβων
- Δομικά στοιχεία δρομολόγησης
 - Πρωτόκολλο δρομολόγησης
 - Πίνακας δρομολόγησης
 - Αλγόριθμος δρομολόγησης



IP Δρομολόγηση

- Οι πίνακες δρομολόγησης διατηρούν αρχείο διαδρομών για κάθε προορισμό
- Όταν εισέρχεται ένα πακέτο σε ένα (IP) δρομολογητή (router):
 - Η διεύθυνση προορισμού στο πακέτο ελέγχεται στον πίνακα δρομολόγησης για να βρεθεί ο επόμενος κόμβος
 - Εάν βρεθεί εγγραφή, το πακέτο προωθείται εκεί
 - Διαφορετικά ακολουθείται μια προκαθορισμένη προώθηση ή η απόρριψη του πακέτου
 - Εάν το πεδίο protocol ID αναφέρεται σε πρωτόκολλο δρομολόγησης, τότε πιθανώς χρησιμοποιείται για την ανανέωση του πίνακα δρομολόγησης



Παράδειγμα πίνακα δρομολόγησης

Network id	Cost	Next hop
.....
.....

Παράδειγμα πίνακα δρομολόγησης



Πρωτόκολλο δρομολόγησης

- Ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης καθορίζει τον τρόπο που οι δρομολογητές επικοινωνούν μεταξύ τους, διαδίδοντας πληροφορίες που τους δίνουν τη δυνατότητα να επιλέξουν διαδρομές μεταξύ δύο κόμβων σε ένα δίκτυο υπολογιστών
- Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης καθορίζουν την συγκεκριμένη επιλογή διαδρομής
- Κατηγορίες πρωτοκόλλων
 - Διανύσματος-Απόστασης (Distance-Vector), όπως Routing Information Protocol (RIP)
 - Κατάστασης Συνδέσμων (Link State Metric), όπως Open Shortest Path First (OSPF)



Πρωτόκολλα Διανύσματος-Απόστασης

- Κάθε δρομολογητής υπολογίζει το καλύτερο μονοπάτι προς έναν προορισμό
- Διαφημίζει κάθε αλλαγή στους γείτονές του για να ανανεώσουν τον πίνακα δρομολόγησης
- Με τη σειρά του κάθε γείτονας διαφημίζει τις αλλαγές στους δικούς του γείτονες
- Τελικά όλοι γνωρίζουν για την αλλαγή που συνέβη



Πρωτόκολλα Κατάστασης Συνδέσμων

- Τα πρωτόκολλα κατάστασης συνδέσμων βασίζονται σε 5 βασικά σημεία για κάθε δρομολογητή:
 - Στον εντοπισμό των γειτονικών κόμβων
 - Στη μέτρηση της απόστασης από τον κάθε γειτονικό κόμβο
 - Στην κατασκευή πακέτων που εμπεριέχει όλη αυτή τη γνώση
 - Στην αποστολή του πακέτου σε όλους τους δρομολογητές με «πλημμύρα»
 - Στην εύρεση της συντομότερης διαδρομής

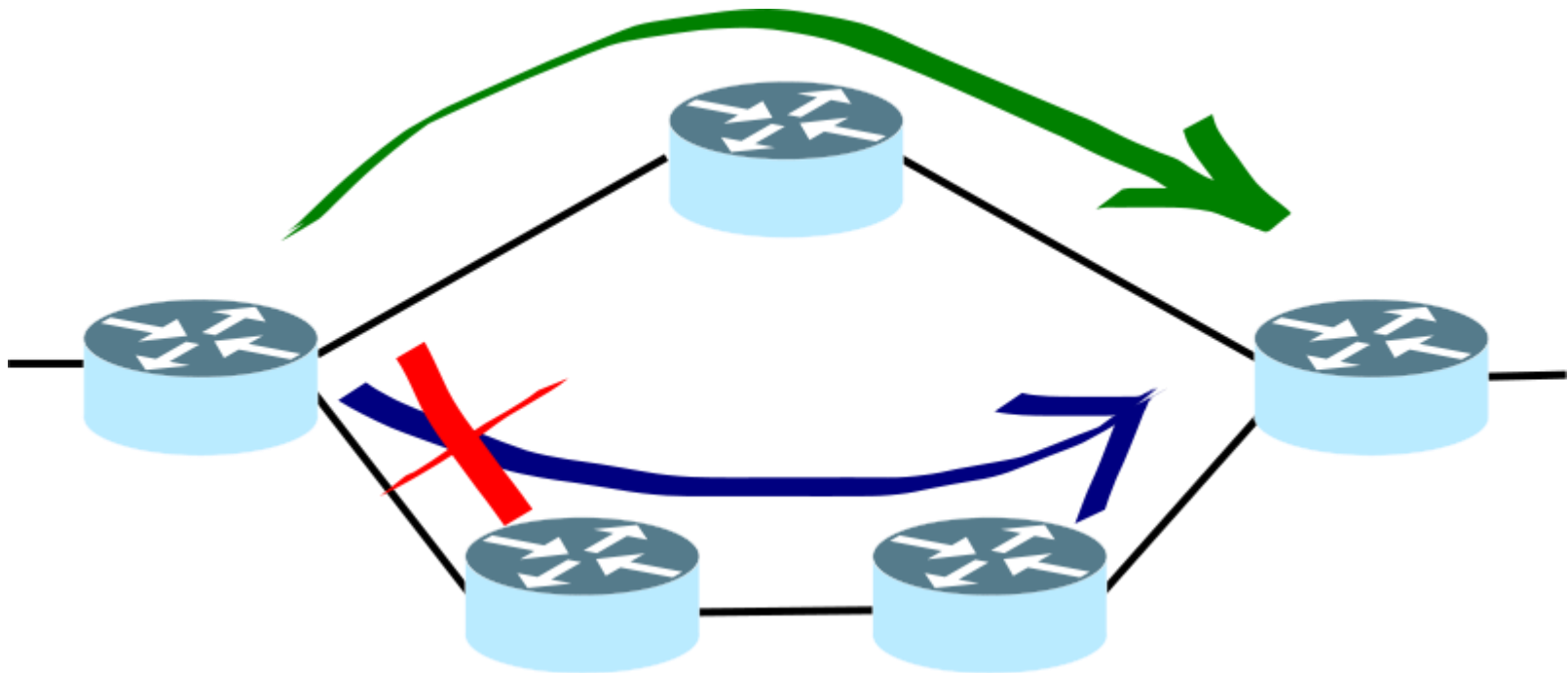


Αλγόριθμοι δρομολόγησης

- Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης είναι αλγόριθμοι που επιστρέφουν δρομολόγια που επιλύουν, κατά τον καλύτερο τρόπο, το εκάστοτε πρόβλημα
- Το πρόβλημα μπορεί να είναι: η συσσώρευση πακέτων, η αδράνεια, το κυκλοφοριακό αδιέξοδο κ.α.
- Αξιολογούνται βάσει:
 - ορθότητας και σταθερότητας
 - απλότητας και ανθεκτικότητας
 - βέλτιστης απόδοσης
 - δικαιοσύνης



Επιλογή καλύτερου μονοπατιού



Επιλογή καλύτερου μονοπατιού (source:
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fish_routing_scheme.s
vg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fish_routing_scheme.svg))

Κατηγοριοποίηση αλγορίθμων δρομολόγησης

- Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης, για ευκολία μελέτης τους, μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους:
 - Στατικοί ή Δυναμικοί Αλγόριθμοι
 - Γενικοί ή Αποκεντριοποιημένοι Αλγόριθμοι
 - Ιεραρχική Δρομολόγηση



Στατικοί και Δυναμικοί Αλγόριθμοι

- Στους στατικούς αλγορίθμους (π.χ. Flooding), οι αποφάσεις δρομολόγησης δε βασίζονται στην τρέχουσα τοπολογία ή στην τρέχουσα κίνηση του δικτύου
- Στους δυναμικούς αλγορίθμους (π.χ RIP), η αλλαγή του δρομολογίου συμβαίνει με γρήγορους ρυθμούς, συνήθως περιοδικά, λαμβάνοντας υπόψιν το κόστος αλλαγής των συνδέσμων, τις αλλαγές στην τοπολογία του δικτύου και στην κίνησή του



Γενικοί και Αποκεντριοποιημένοι Αλγόριθμοι

- Στους γενικούς αλγορίθμους, οι δρομολογητές γνωρίζουν την πλήρη τοπολογία του δικτύου και τα κόστη των συνδέσεων (π.χ. Dijkstra)
- Στους αποκεντριοποιημένους αλγορίθμους, οι δρομολογητές έχουν γνώση μόνο των γειτονικών δρομολογητών (π.χ. Bellman-Ford)
- Στην ιεραρχική δρομολόγηση, οι δρομολογητές του δικτύου διαιρούνται σε περιφέρειες και διαφορετικές περιφέρειες χρησιμοποιούν διαφορετικούς αλγορίθμους



Shortest Path Algorithms

- Υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι shortest path (Dijkstra, Bellman-Ford κ.α.)
- Η πλειοψηφία βασίζεται στον αλγόριθμο ονόματι A:
 - Βάρη ελάχιστου κόστους ανατίθενται στα μονοπάτια
 - Σε κάθε κόμβο ανατίθεται ένα κριτήριο ελάχιστου κόστους ανάλογα με το μονοπάτι και κάθε κόμβος εξετάζεται σε σχέση με τους γειτονικούς του (ο αρχικός κόμβος ονομάζεται working)
 - Ο επόμενος working κόμβος γίνεται ο κοντινότερος στον αρχικό κόμβο
 - Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να συμπεριληφθούν όλοι οι κόμβοι και οι τελικές ετικέτες στους κόμβους να έχουν το ελάχιστο κόστος από τον αρχικό κόμβο σε κάθε προορισμό

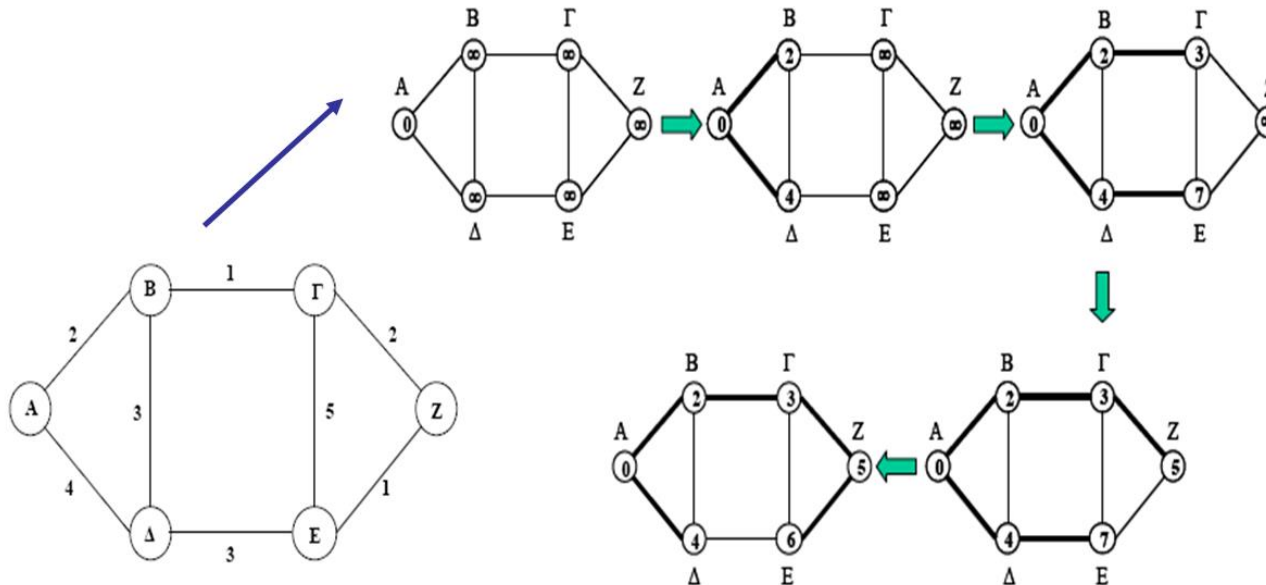


Bellman-Ford (1/2)

- Θεωρείται ένας κόμβο προορισμού
- Αρχικά, κάθε κόμβος θεωρεί τον κόμβο προορισμού απροσπέλαστο και καταχωρεί ως κόστος διαδρομής (απόσταση) μία μεγάλη τιμή, πχ. ∞
- Κάθε κόμβος στέλνει στους γειτονικούς του ένα μήνυμα με την απόστασή του
- Ο παραλήπτης του μηνύματος συγκρίνει την απόστασή του με αυτή που προκύπτει εάν δρομολογηθεί η κυκλοφορία μέσω του αποστολέα
- Εάν η νέα απόσταση είναι μικρότερη, τότε καταχωρείται αυτή ως η βέλτιστη διαδρομή



Bellman-Ford (2/2)



Παράδειγμα αλγορίθμου Bellman-Ford



Αλγόριθμος του Dijkstra (1/4)

1. Κάθε κόμβος σημειώνεται με μια ετικέτα απόστασης με τιμή 0 στον αρχικό κόμβο και ∞ σε όλους τους υπόλοιπους. Επίσης, σημειώνεται μια ετικέτα προηγούμενου κόμβου με κενή τιμή για όλους τους κόμβους
2. Σημειώνονται όλοι οι κόμβοι ως μη – επεξεργασμένοι ∞ . Ο τρέχων κόμβος είναι ο αρχικός
3. Για τον τρέχων κόμβο, εξετάζονται όλοι οι μη -επεξεργασμένοι γείτονές του και υπολογίζεται το συνολικό άθροισμα απόστασής από τον αρχικό κόμβο
4. Αν αυτή η απόσταση είναι μικρότερη από την ετικέτα απόστασης που είχε σημειωθεί, αντικαθίσταται με τη νέα υπολογισμένη τιμή και σημειώνεται ο τρέχων κόμβος στην ετικέτα προηγούμενου κόμβου



Αλγόριθμος του Dijkstra (2/4)

5. Όταν εξεταστούν όλοι οι γείτονες του τρέχοντος κόμβου, σημειώνεται ως επεξεργασμένο. Ένας επεξεργασμένος κόμβος δεν ξαναεξετάζεται. Η ετικέτα απόστασής της είναι η ελάχιστη και θα παραμείνει σταθερή
6. Ο επόμενος τρέχων κόμβος θα είναι ο μη-επεξεργασμένος κόμβος με τη μικρότερη ετικέτα απόστασης. Αν όλοι οι κόμβοι έχουν σημειωθεί ως επεξεργασμένοι, πραγματοποιείται το επόμενο βήμα. Διαφορετικά, ο αλγόριθμος συνεχίζει από το βήμα 3
7. Ξεκινώντας από τον κόμβο-προορισμό εκτυπώνεται ο κόμβος, που αναγράφεται στην ετικέτα προηγούμενου κόμβου. Επαναλαμβάνεται μέχρι η ετικέτα προηγούμενο κόμβου να γίνει άδεια



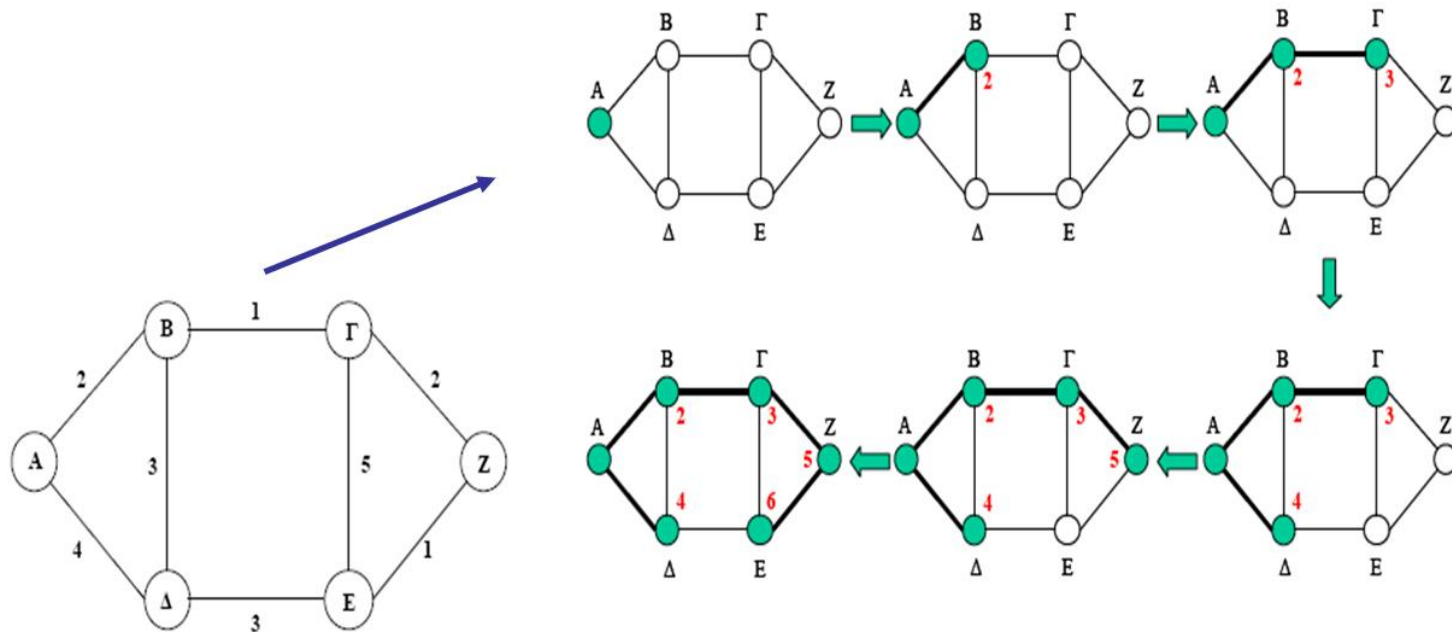
Αλγόριθμος του Dijkstra (3/4)

Επανάληψη	S (επεξεργασμένοι)	(d[b], prev[b])	(d[c], prev[c])	(d[d], prev[d])	(d[e], prev[e])	(d[f], prev[f])	(d[g], prev[g])	(d[z], prev[z])	Κόμβος με το ελάχιστο d[*] στην Q
Αρχικοποίηση	{-}	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	a
1	{a}	(16, a)	(10, a)	(5, a)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	d
2	{a, d}	(16, a)	(9, d)	(5, a)	(20, d)	(∞, -)	(∞, -)	(∞, -)	c
3	{a, d, c}	(11, c)	(9, d)	(5, a)	(19, c)	(21, c)	(∞, -)	(∞, -)	b
4	{a, d, c, b}	(11, c)	(9, d)	(5, a)	(19, c)	(15, b)	(17, b)	(∞, -)	f
5	{a, d, c, b, f}	(11, c)	(9, d)	(5, a)	(18, f)	(15, b)	(17, b)	(31, f)	g
6	{a, d, c, b, f, g}	(11, c)	(9, d)	(5, a)	(18, f)	(15, b)	(17, b)	(24, g)	e
7	{a, d, c, b, f, g, e}	(11, c)	(9, d)	(5, a)	(18, f)	(15, b)	(17, b)	(23, e)	z

Παράδειγμα εφαρμογής αλγορίθμου του Dijkstra (πηγή:
http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%B3%CF%8C%CF%81%CE%B9%CE%B8%CE%BC%CE%BF%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_Dijkstra)



Αλγόριθμος του Dijkstra (4/4)



Παράδειγμα αλγορίθμου του Dijkstra

Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα των αλγορίθμων κατάστασης συνδέσμων

	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Αλγόριθμοι Δρομολόγησης Κατάστασης Συνδέσμων	Απλός αλγόριθμος	Υλοποιεί άπληστη αναζήτηση και καταναλώνει χρόνο και χώρο σε αχρείαστες διατρήξεις
	Σε περιπτώσεις μη αρνητικών κοστών ακμών, θα επιστρέψει σίγουρα το συντομότερο δρομολόγιο	Σε περιπτώσεις αρνητικών κοστών ακμών καταλήγει σε άκυκλο γράφημα και σχεδόν πάντα δεν επιστρέφει σύντομο δρομολόγιο
	Κάθε κόμβος του δικτύου μεταδίδει μηνύματα πληροφοριών σε όλους τους κόμβους του δικτύου	Μπορεί να προκληθούν ταλαντώσεις λόγω του χρόνου σύγκλισης
	Σε περίπτωση αποτυχίας ενός δρομολογητή (ή συνδέσμου που συνδέει δύο δρομολογητές) θα μεταδώσει λαθεμένο κόστος μόνο για ένα σύνδεσμο	
	Ο κάθε δρομολογητής υπολογίζει μόνο το δικό του πίνακα αποστάσεων	

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αλγορίθμων κατάστασης συνδέσμων

Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα των αλγορίθμων διανύσματος απόστασης

	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Αλγόριθμοι Δρομολόγησης Διανυσμάτων Απόστασης	Γρήγορη αντίδραση στα 'καλά νέα'	Αργή αντίδραση στα 'άσχημα νέα' → το πρόβλημα της μέτρησης στο Άπειρο
		Δε λαμβάνει υπ' όψιν του το εύρος ζώνης των γραμμών κατά την επιλογή των δρομολογίων
		Επιτρέπει την αποστολή μηνυμάτων πληροφοριών MONO σε γειτονικούς δρομολογητές
		Λόγω της ποικιλίας στους χρόνους σύγκλισης μπορεί να προκληθούν βρόγχοι δρομολόγησης με αποτέλεσμα το πρόβλημα της μέτρησης στο άπειρο
		Σε περίπτωση αποτυχίας ενός δρομολογητή (ή συνδέσμου που συνδέει δύο δρομολογητές) θα μεταδώσει λαθεμένο κόστος για ολόκληρα μονοπάτια που περιέχουν το σφάλμα
		Το σφάλμα μπορεί να φτάσει σε ολόκληρο το δίκτυο, δεδομένου ότι ο πίνακας αποστάσεων κάθε δρομολογητή χρησιμοποιείται από όλους τους δρομολογητές.

Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα των αλγορίθμων διανύσματος απόστασης



Ειδικά Θέματα Δρομολόγησης (1/2)

- Δρομολόγηση καυτής πατάτας (Hot Potato Routing):
 - οι κόμβοι δε διατηρούν μνήμη για την αποθήκευση των καθυστερημένων πακέτων
 - Μερικές φορές, τα πακέτα εκτοπίζονται από το αρχικό τους δρομολόγιο και απομακρύνονται από το σωστό μονοπάτι
- Δρομολόγηση πλημμύρας (Flooding)
 - κάθε πακέτο προωθείται σε όλες τις εξερχόμενες ακμές του κόμβου, εκτός από την ακμή από όπου προήλθε
- Δρομολόγηση πολλαπλών μονοπατιών (Multipath Routing)
 - Ο αλγόριθμος αναζητά όλα τα εναλλακτικά μονοπάτια και επιστρέφει ένα τυχαία

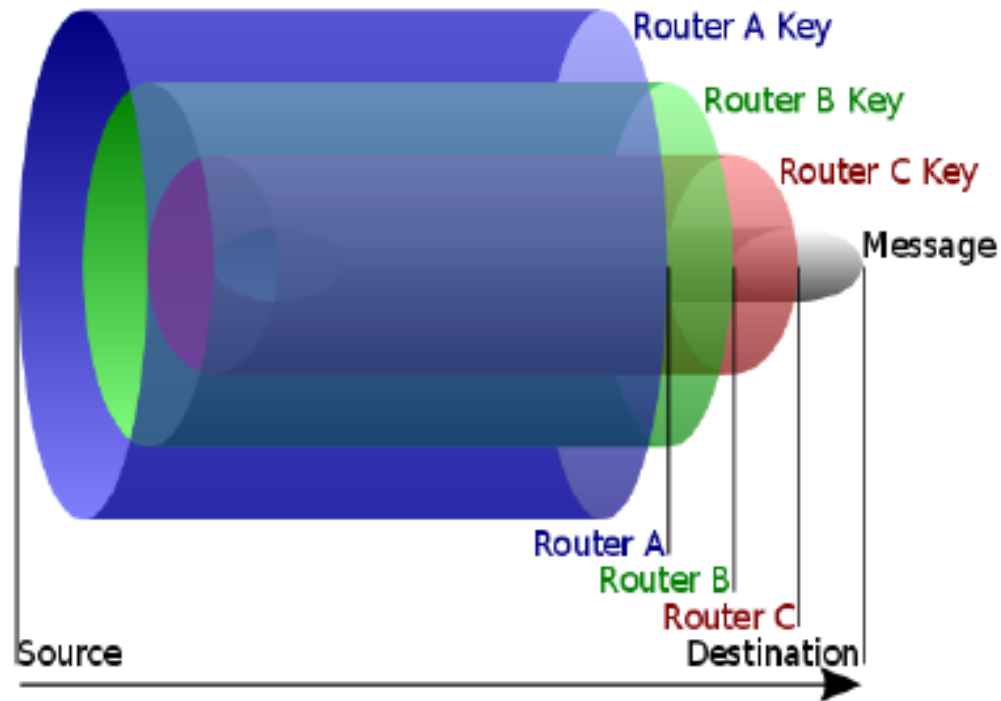


Ειδικά Θέματα Δρομολόγησης (2/2)

- Δρομολόγηση ευρείας εκπομπής (Broadcast Routing)
 - αφορά την ταυτόχρονη αποστολή ενός πακέτου σε κάθε κόμβο
- Δρομολόγηση σε κινητούς (φορητούς) υπολογιστές
 - αφορά την εύρεση όχι του συντομότερου μονοπατιού, αλλά την εύρεση του υπολογιστή
- Δρομολόγηση με βάση τη ροή δεδομένων (Flow-Based Routing)
- Δρομολόγηση κρεμμυδιού (Onion Routing)
 - αφορά την ανώνυμη επικοινωνία μέσω της κωδικοποίησης της πληροφορίας δρομολόγησης σε ένα σύνολο επιπέδων (κρεμμύδι)
- Ασαφής Δρομολόγηση (Fuzzy Routing)
 - αφορά την εφαρμογή της ασαφούς λογικής. Συνήθως χρησιμοποιείται στη δρομολόγηση ασύρματων ad-hoc δικτύων



Δρομολόγηση κρεμμυδιού



Παράδειγμα κρυπτογραφημένου μηνύματος με τη δρομολόγηση κρεμμυδιού (source: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Onion_diagram.svg, HANtwister)

Έλεγχος συμφόρησης

- Συμφόρηση: αδυναμία δικτύου να διαβιβάσει όλη την εισερχόμενη σε αυτό κίνηση. Για να ελεγχθεί η συμφόρηση πραγματοποιείται:
 - Δρομολόγηση με επίγνωση της κίνησης
 - Έλεγχος αποδοχής (admission control)
 - Στραγγαλισμός κίνησης
 - Πακέτα αποπνιγμού / ρητή ειδοποίηση συμφόρησης
 - Πίεση προς τα πίσω άλμα-προς-άλμα
 - Απόρριψη φορτίου
 - Σημείωση των πακέτων
 - Πρώιμη τυχαία ανίχνευση



Ποιότητα υπηρεσίας (1/3)

- Ο όρος Ποιότητα Υπηρεσίας (Quality Of Service-QoS) αναφέρεται στις απαιτήσεις για την υψηλή αποδοτικότητα ενός δικτύου, ιδιαίτερα όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τους χρήστες του
- Μηχανισμοί για την επίτευξη QoS:
 - Μορφοποίηση κυκλοφορίας:
 - Leaky bucket, Token bucket
 - Χρονοπρογραμματισμός πακέτων:
 - Fair queue, Weighted fair queue



Ποιότητα υπηρεσίας (2/3)

- Οι βασικότερες μετρικές για την Ποιότητα Υπηρεσίας περιλαμβάνουν:
 - Απαιτούμενο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων
 - Μέγιστη καθυστέρηση
 - Μέγιστη μεταβολή της καθυστέρησης
 - Μέγιστη πιθανότητα απώλειας πακέτων

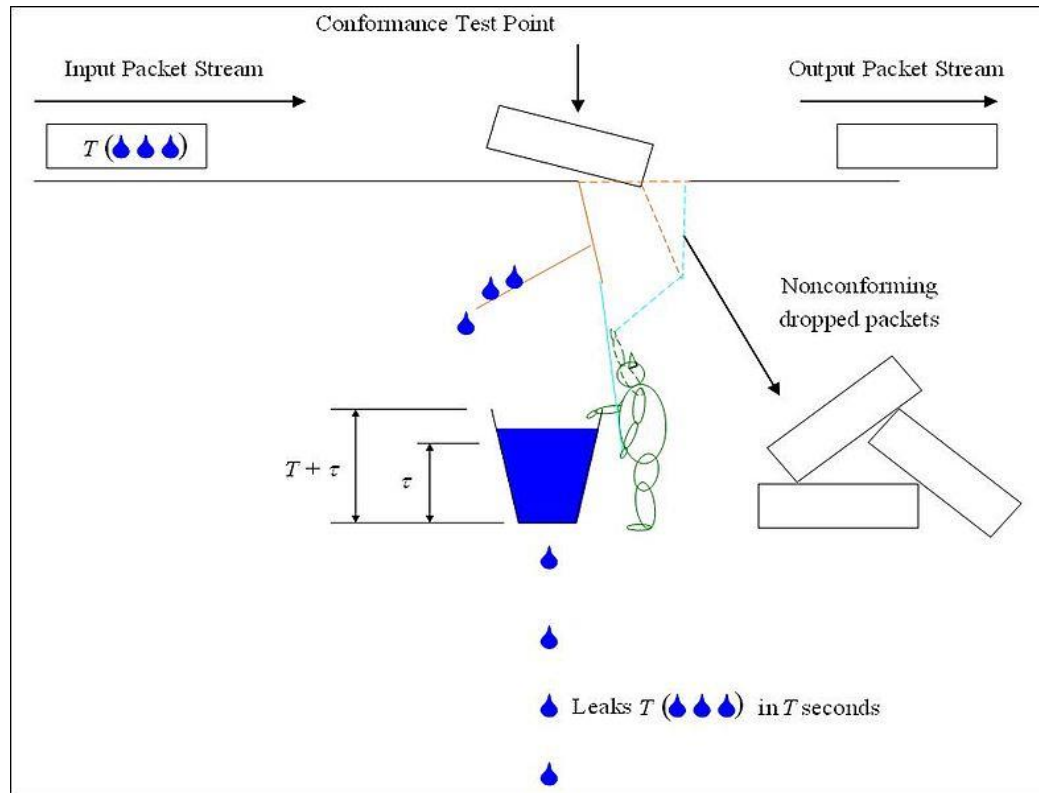


Ποιότητα υπηρεσίας (3/3)

- Παρεχόμενες Υπηρεσίες:
 - Δέσμευση πόρων (Integrated services - Resource Reservation Protocol - RSVP)
 - Διαφοροποιημένες υπηρεσίες (Differentiated services)
 - Εσπευσμένη προώθηση
 - Εξασφαλισμένη προώθηση



Leaky bucket



Leaky bucket (source:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leaky_bucket_as_a_meter-policing.JPG, user:Graham.Fountain)

ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Hubs
- Μεταγωγείς - Switches
- Δρομολογητές - Routers
- Γέφυρες - Bridges
- Πύλες - Gateways
- Επαναλήπτες - Repeaters
- Προσαρμογείς δικτύου – Network adapters



Hub (1/2)

- Το hub είναι μια δικτυακή συσκευή που επιτρέπει την διασύνδεση πολλών συσκευών/τερματικών σχηματίζοντας ένα δίκτυο
- Περιλαμβάνει μια σειρά από θύρες στις οποίες τοποθετούνται τα καλώδια του δικτύου
- Μικρά hubs εξυπηρετούν έως και τέσσερις υπολογιστές. Μεγαλύτερα hubs μπορούν να έχουν από 8-24 θύρες
- Το πιο συνηθισμένο είδος hub είναι το Ethernet hub



Hub (2/2)

- Τα hubs θεωρούνται ως συσκευές επιπέδου 1 του OSI Model (physical layer)
- Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:
 - Παθητικά ή αλλιώς ‘συγκεντρωτές’: παραλαμβάνουν πακέτα και τα στέλνουν σε όλες τις συσκευές του δικτύου
 - Ενεργητικά ή ‘πολύθυροι επαναλήπτες’: Προωθούν τα πακέτα στη σωστή θύρα βάση των διευθύνσεων των πακέτων
 - Έξυπνα: επιτρέπουν τον έλεγχο της πληροφορίας, που διακινείται δια μέσω του hub και είναι δυνατή διακριτή ρύθμιση για κάθε port ενός τέτοιου hub

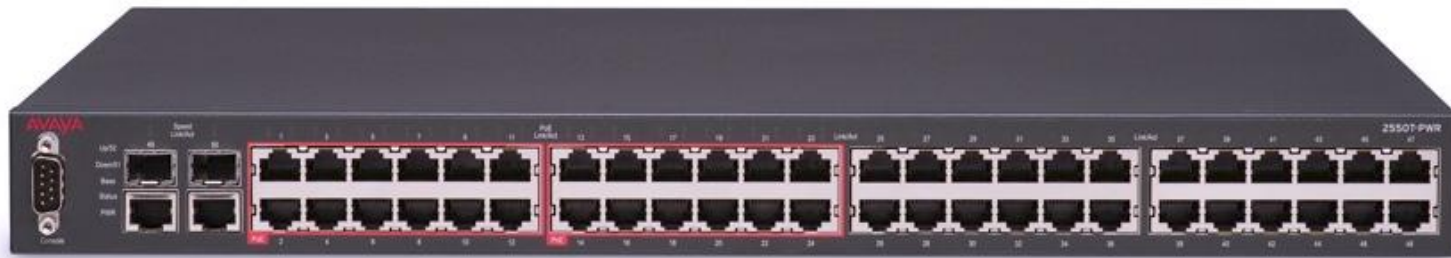


Switches (1/2)

- Τα switches επιτυγχάνουν διασύνδεση υπολογιστών σε χαμηλό επίπεδο
- «Διαιρούν» το δίκτυο σε τμήματα/κανάλια που η μετάδοση στο ένα δεν επηρεάζει τα άλλα
- Κάθε τμήμα έχει στη διάθεσή του όλο το εύρος ζώνης και δεν το διαμοιράζεται με τα άλλα
- Επιτρέπουν σε κάθε χρήστη να στέλνει πληροφορίες στο δίκτυο χωρίς να καθυστερεί τους άλλους χρήστες και χωρίς να επιβαρύνει τις λειτουργίες τους
- Λειτουργούν στο επίπεδο 2 (Data Layer) του OSI Model (αν και υπάρχουν και επιπέδου 3 με αυξημένες δυνατότητες)



Switches (2/2)



Avaya ERS 2550T-PWR, a 50-port Ethernet switch

(πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/Network_switch#/media/File:2550T-PWR-Front.jpg)

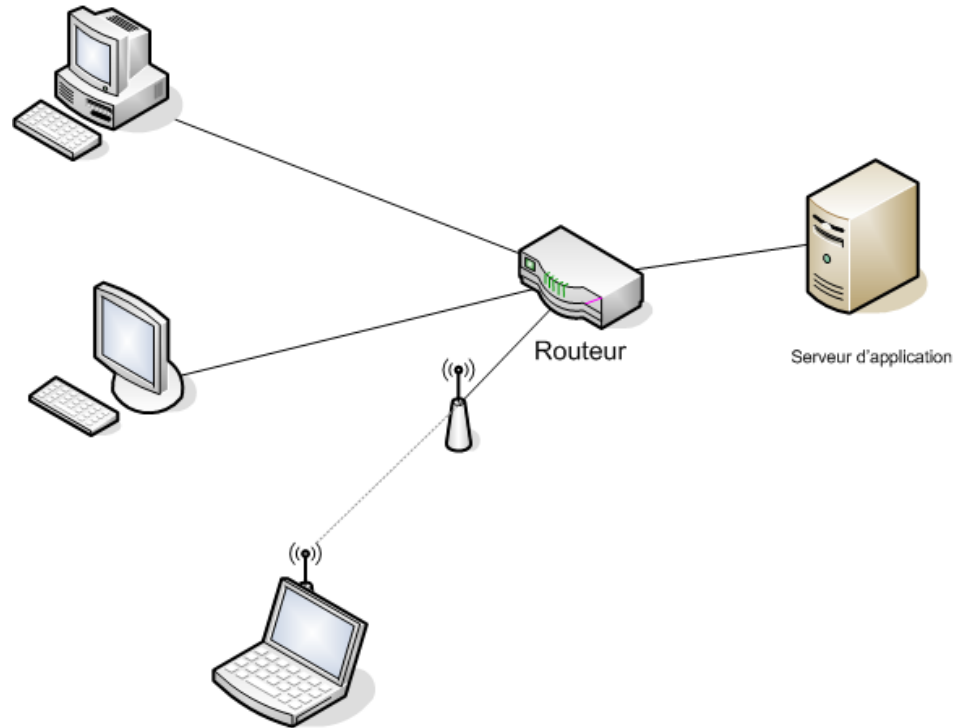


Routers (1/3)

- Routers είναι ειδικού σκοπού υπολογιστές που κατευθύνουν πακέτα δεδομένων στο δίκτυο
- Μπορούν να ανιχνεύσουν εάν μέρος του δικτύου δεν λειτουργεί ή βρίσκεται σε συμφόρηση και να επανακατευθύνουν την πληροφορία
- Επιτρέπουν τη διασύνδεση δικτύων με διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας



Routers (2/3)



Routers (source:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SPOF.png>)



Routers (3/3)

- Ένα από τα βασικά εργαλεία ενός router, για να γνωρίζει που θα αποσταλούν τα πακέτα, είναι ο Πίνακας Δρομολόγησης (Routing Table)
- Πρόκειται για μια συλλογή από πληροφορίες σχετικά με:
 - ποιες συνδέσεις οδηγούν σε ποια ομάδα διευθύνσεων
 - ποιες είναι οι προτεραιότητες των συνδέσεων
 - κανόνες για τη διαχείριση λειτουργιών ρουτίνας και εκτάκτων περιπτώσεων



Bridges (1/3)

- Τα bridges χρησιμοποιούνται για να διασυνδέσουν LAN τουλάχιστον επιπέδου 2 του OSI Model
- Διαθέτουν θύρες για να συνδέουν τα δίκτυα μεταξύ τους
- Χρησιμοποιούνται για να:
 - απομονώσουν την κίνηση σε ένα μόνο τμήμα δικτύου
 - για να επεκτείνουν ένα τοπικό δίκτυο πέρα από τα όρια μήκους που υπάρχουν για το φυσικό επίπεδο



Bridges (2/3)

- Κρατούν στην μνήμη την διεύθυνση του πακέτου και τη θύρα από την οποία μεταδόθηκε. Στην συνέχεια ψάχνουν στη μνήμη τους για την διεύθυνση προορισμού
- Εάν η διεύθυνση βρίσκεται στην μνήμη, το πακέτο προωθείται. Εάν όχι, το πακέτο προωθείται από κάθε άλλη θύρα εκτός από την θύρα προέλευσης
- Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την έκταση της περιοχής που εξυπηρετούν:
 - Bridges που διασυνδέουν LAN σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές (Remote Bridges)
 - Bridges που παρέχουν άμεση επικοινωνία μεταξύ δικτύων στην ίδια περιοχή (Local Bridges)



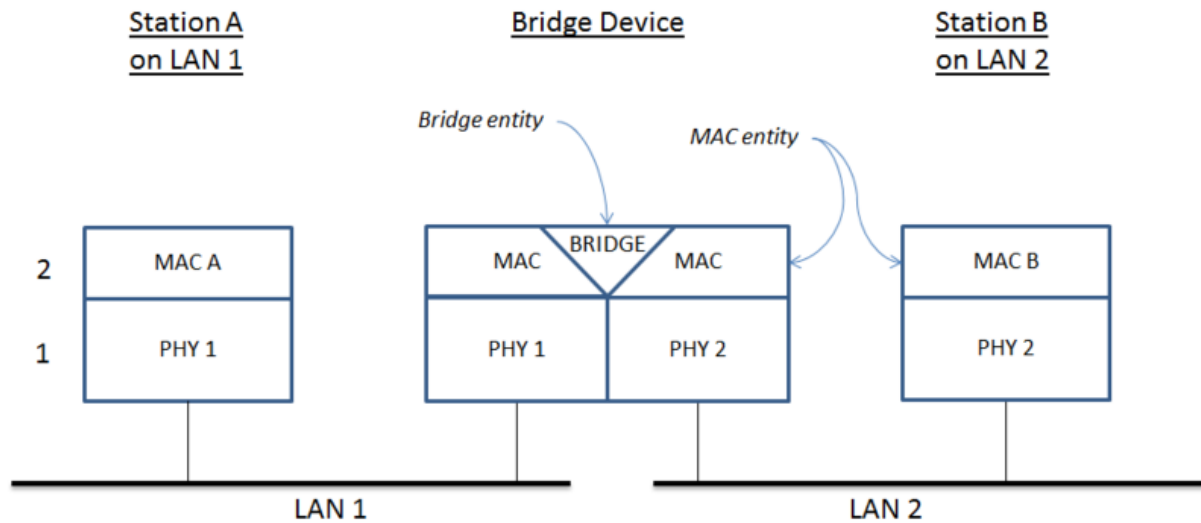
Bridges (3/3)

- Εναλλακτική κατηγοριοποίηση:
 - Transparent: Χρησιμοποιούνται συνήθως με Ethernet, Source-Route και κυρίως με Token Ring
 - Translational: Παρέχουν μεταφραστικές υπηρεσίες μεταξύ διαφορετικών τύπων αρχείων
 - Source-Route Transparent: Επιτρέπουν επικοινωνία μεταξύ πρωτοκόλλων Token Ring και Ethernet



Network Bridging

A bridge connecting two LAN segments



Bridge που συνδέει δύο LANs (source:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Network_Bridging.png
)



Gateways

- Είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση ανόμοιων δικτύων και εφαρμογών
- Λειτουργούν στα υψηλότερα επίπεδα του OSI
- Αποτελούνται από software μετατροπής πρωτοκόλλων ικανό να επεξεργαστεί την πληροφορία ώστε να γίνεται κατανοητή από τον παραλήπτη
- Αργές συσκευές όσον αφορά τη μετάδοση δεδομένων



Repeaters

- Οι επαναλήπτες (repeaters) χρησιμοποιούνται όταν η απόσταση κόμβων του δικτύου είναι μεγάλη ώστε να αντιμετωπιστεί η μεγάλη απόσβεση του σήματος μετάδοσης
- Αναλαμβάνουν την αναγέννηση του σήματος
- Δεν εξετάζουν το περιεχόμενο του σήματος αναμεταδίδοντας ακόμη και λάθη/ θόρυβο

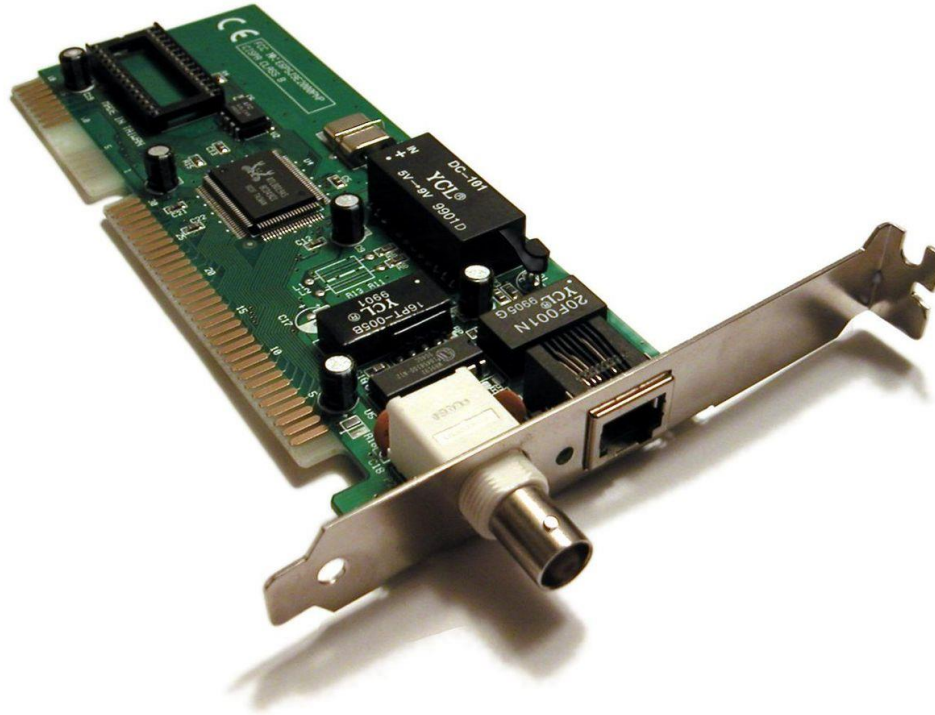


Network Adapters (1/2)

- Δίνουν στον υπολογιστή τη δυνατότητα να συνδεθεί στο δίκτυο
- Συνήθως είναι ενσωματωμένοι στον υπολογιστή
- Δίνεται η δυνατότητα ένας υπολογιστής να περιλαμβάνει πολλαπλούς προσαρμογείς:
 - Ethernet
 - WiFi



Network Adapters (2/2)



Προσαρμογέας δικτύου (source:
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Network_card.jpg)



Κατάταξη δικτυακών συσκευών ως προς το OSI

Network	Router
Data Link	Switch, Bridge
Physical	Hub, Repeater

Κατάταξη δικτυακών συσκευών σε σχέση με τα επίπεδα του μοντέλου OSI

Σύντομη ανασκόπηση

- Έλεγχος λαθών
- Μεταγωγή
- Δρομολόγηση
- Ποιότητα Υπηρεσίας
- Δικτυακές συσκευές



Βιβλιογραφία

- Σημειώσεις μαθήματος (Κεφάλαιο 1)
- Βιβλία:
 - Δίκτυα Υπολογιστών - Εισαγωγή στη Σύγχρονη Τεχνολογία, Ciccarelli P., Faulkner C.
 - Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών, Αλεξόπουλος Α., Λαγογιάννης Γ.
 - Computer Networks, Tanenbaum S. A., David j. W.
 - Data And Computer Communications, William Stallings



Links

- <http://ru6.cti.gr/ru6/bouras/undergraduate-courses/diktua-dhmosias-xrhshs-kai-diasundesh-diktuwn?language=el> (Δικτυακός τόπος μαθήματος)
- http://www.csi.ucd.ie/Staff/jmurphy/networks/csd8_7-routing.pdf (Presentation on routing algorithms)
- <http://www.cse.ust.hk/~dekai/271/notes/L10/L10.pdf> (Lecture on Dijkstra's Shortest Path Algorithm)
- <http://gonda.nic.in/swangonda/pdf/0789732556.pdf> (Chapter on Networking Components and Devices)
- <http://yuba.stanford.edu/~molinero/thesis/chapter.2.pdf> (Chapter on Circuit and Packet Switching)



Ερωτήσεις



Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **2.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Χρήστος Μπούρας 2017. «Δίκτυα δημόσιας χρήσης και διασύνδεση δικτύων. Εισαγωγή στα Δίκτυα Δεδομένων Μέρος 3». Έκδοση: 2.0. Πάτρα 2017. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1064/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.