



# Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

## 8<sup>η</sup> Διάλεξη:

- Βασικές αρχές δρομολόγησης σε δίκτυα δεδομένων



# Δρομολόγηση (Routing)

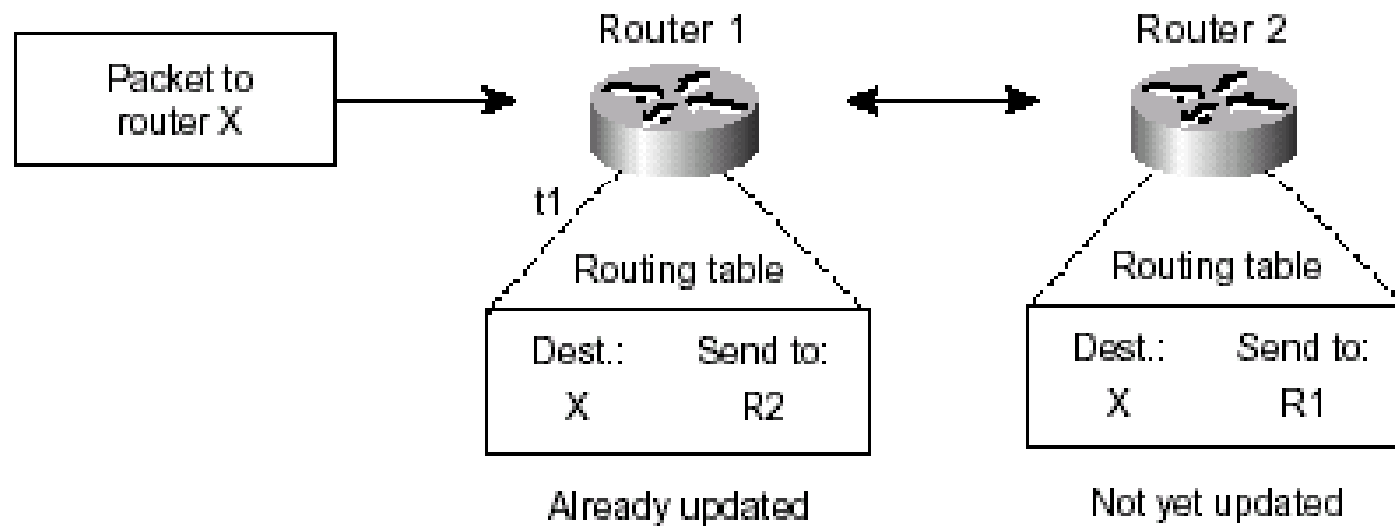
- Μεταφορά μηνυμάτων μέσω του διαδικτύου από μία πηγή σε ένα προορισμό
- Routing vs. Bridging
  - Bridging: Layer 2
  - Routing: Layer 3
- Η δρομολόγηση περιλαμβάνει δύο βασικές διαδικασίες:
  - Καθορισμός βέλτιστων μονοπατιών
  - Μεταφορά της πληροφορίας μέσω του διαδικτύου (μεταγωγή πακέτου - packet switching)



# Εύρεση βέλτιστου μονοπατιού

- Μετρικές για την εύρεση του καλύτερου μονοπατιού π.χ. εύρος ζώνης ενός συνδέσμου
- Πίνακες Δρομολόγησης
- Η πληροφορία που περιέχεται σε έναν πίνακα δρομολόγησης διαφέρει ανάλογα με τον αλγόριθμο (π.χ. ζεύγη προορισμού/επόμενου βήματος)


# Παράδειγμα





# Στόχοι σχεδίασης ενός αλγορίθμου δρομολόγησης

- Επιλογή της βέλτιστης διαδρομής
- Απλότητα και χαμηλό overhead
- Σταθερότητα
- Γρήγορη σύγκλιση
- Ευελιξία



# Κατηγορίες αλγορίθμων δρομολόγησης

- Βασικές διαφοροποιήσεις:
  - Static vs. dynamic
  - Single-path vs. multipath
  - Link-state vs. distance vector



# Στατική δρομολόγηση

- Ορίζονται εξ' αρχής οι πίνακες δρομολόγησης και ακολούθως ξεκινά η δρομολόγηση των πακέτων από την πηγή στον προορισμό
- Οι όποιες αλλαγές απαιτούν διαχειριστική παρέμβαση
- Εύκολη στο σχεδιασμό διαχείριση
- Χρησιμοποιείται σε απλές δικτυακές τοπολογίες, όπου η κίνηση του δικτύου είναι προβλέψιμη
- Ακατάλληλη για τα σημερινά δίκτυα
  - συχνές αλλαγές στην τοπολογία του δικτύου
  - μεγάλο μέγεθος



# Δυναμική δρομολόγηση


- Η δρομολόγηση προσαρμόζεται δυναμικά στις αλλαγές στην τοπολογία του δικτύου, μέσω της αποστολής των routing update μηνυμάτων
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα και με την στατική δρομολόγηση






# Single-path και multi-path δρομολόγηση

- Single-path:
  - Ένα μοναδικό μονοπάτι μεταξύ πηγής και προορισμού
- Multi-path:
  - Πολλαπλά μονοπάτια μεταξύ της πηγής και του προορισμού.
  - Πολυπλεξία κίνησης μεταξύ των πολλαπλών μονοπατιών
  - Καλύτερο throughput
  - Υψηλότερη αξιοπιστία
  - Διαμοιρασμός φόρτου στο δίκτυο



# Link-state αλγόριθμοι δρομολόγησης (Shortest Path First)

- Διάχυση της πληροφορίας δρομολόγησης σε όλους τους κόμβους του δικτύου
- Κάθε δρομολογητής στέλνει μόνο το τμήμα του πίνακα δρομολόγησής του το οποίο περιγράφει την κατάσταση των συνδέσεών του
- Κάθε δρομολογητής έχει συνολική εικόνα του δικτύου



## Distance-Vector αλγόριθμοι δρομολόγησης (Bellman-Ford)

- Κάθε δρομολογητής στέλνει είτε μέρος είτε ολόκληρο το τμήμα του πίνακα δρομολόγησής του αλλά μόνο στους γείτονές του
- Οι κόμβοι δεν γνωρίζουν την πλήρη τοπολογία του δικτύου
- Ο υπολογισμός της βέλτιστης διαδρομής γίνεται με επαναληπτικό τρόπο



# Link-state vs. distance vector

- Link state : π.χ. OSPF
  - Συγκλίνουν γρηγορότερα
  - Απαιτούν περισσότερη CPU και μνήμη
- Distance vector : π.χ. RIP, IGRP



# Μετρικές Δρομολόγησης

- Μήκος μονοπατιού
  - Άθροισμα κόστους ανά σύνδεσμο
  - Αριθμός hops
- Αξιοπιστία (bit-error rate)
- Καθυστέρηση
- Εύρος ζώνης
- Φόρτος
  - Χρησιμοποίηση CPU
  - Πλήθος πακέτων που επεξεργάζονται ανά δευτερόλεπτο
- Κόστος επικοινωνίας



# Πρωτόκολλα δρομολόγησης (Routing Protocols)

- Πρωτόκολλο του οποίου ο σκοπός είναι να:
  - μαθαίνει τις διαθέσιμες διαδρομές από μία πηγή σε ένα προορισμό
  - υπολογίζει την καλύτερη διαδρομή και να την εισάγει στον πίνακα δρομολόγησης
  - αφαιρεί από τον πίνακα δρομολόγησης διαδρομές που δεν είναι πλέον έγκυρες



# Exterior Routing Protocol

- Χρησιμοποιείται για την δρομολόγηση μεταξύ δύο διαφορετικών δικτύων (δικτύων που διαχειρίζονται από δύο διαφορετικούς οργανισμούς)
- Σε κάθε δίκτυο εκχωρείται ένα ξεχωριστό αναγνωριστικό (AS - Autonomous System)
- Παράδειγμα: Χρήση BGP πρωτοκόλλου στα σημεία διασύνδεσης του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου με το δίκτυο του ΕΔΕΤ.



# Interior Routing Protocol


- Χρησιμοποιείται σε δίκτυα των οποίων οι επιμέρους κόμβοι διαχειρίζονται από τον ίδιο οργανισμό
- Παράδειγμα: Χρήση OSPF πρωτοκόλλου για την δρομολόγησή μεταξύ των δρομολογητών του δικτύου διανομής του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου.





# Δικτυακά πρωτόκολλα (Routed Protocols)

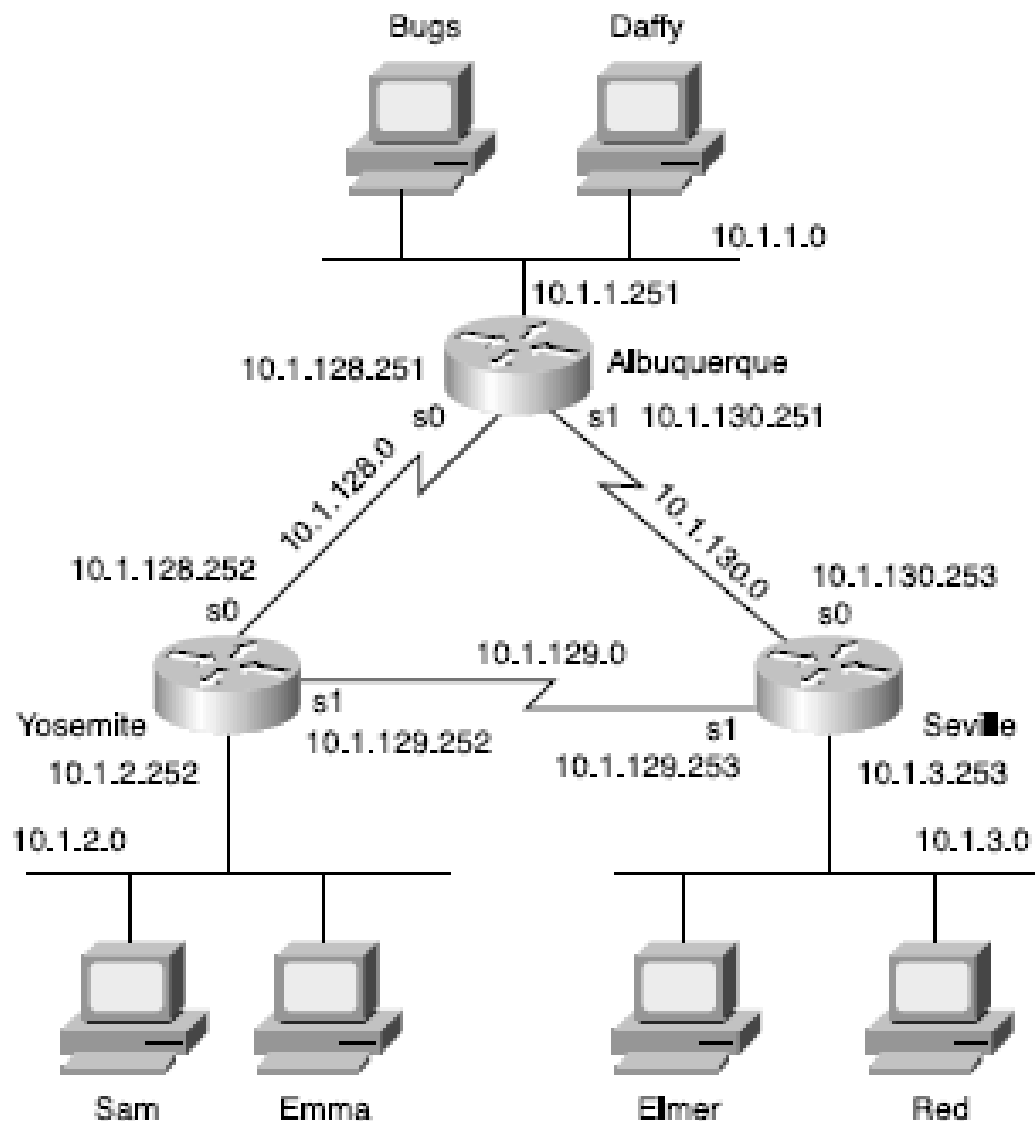
- Τα δικτυακά πρωτόκολλα μεταφέρονται από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης σε ένα δίκτυο.
- Καθορίζουν την λογική διευθυνσιοδότηση στο δίκτυο.
- Τα πακέτα τα οποία ορίζονται από το επίπεδο δικτύου αυτών των πρωτοκόλλων δρομολογούνται από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης
- Παράδειγμα δικτυακών πρωτοκόλλων
  - IP, Appletalk, IPX, Novell NetWare



# Στατική δρομολόγηση στο Cisco IOS

- Πως μπορώ να δω τον πίνακα δρομολόγησης ενός δρομολογητή?
- Πως μπορώ να ορίσω μία στατική διαδρομή μεταξύ δύο δρομολογητών?

# Παράδειγμα (1)



# Παράδειγμα (2)

```
Albuquerque#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
```

```
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
```

```
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
```

```
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
```

```
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
```

```
P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
```

```
C    10.1.1.0 is directly connected, Ethernet0
```

```
C    10.1.130.0 is directly connected, Serial1
```

```
C    10.1.128.0 is directly connected, Serial0
```

*Albuquerque router's routing table*

# Παράδειγμα (3)

```
ip route 10.1.2.0 255.255.255.0 10.1.128.252
ip route 10.1.3.0 255.255.255.0 10.1.130.253
```

*Static Routes Added to Albuquerque*

---

```
Albuquerque#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is not set
```

*Albuquerque router's new routing table*

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
```

```
S    10.1.3.0 [1/0] via 10.1.130.253
S    10.1.2.0 [1/0] via 10.1.128.252
C    10.1.1.0 is directly connected, Ethernet0
C    10.1.130.0 is directly connected, Serial1
C    10.1.128.0 is directly connected, Serial0
```