

ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ (INTERNETWORKING)

A. A. Οικονομίδης
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Διασυνδεδεμένο δίκτυο

διασύνδεση δικτύων που το καθένα διατηρεί την ταυτότητά του χρησιμοποιώντας ειδικούς μηχανισμούς διασύνδεσης

υποδίκτυα (subnetworks)

- LAN-LAN
- LAN-WAN
- WAN-WAN
- LAN-WAN-LAN

διαφανής διασύνδεση: ο χρήστης αισθάνεται ότι είναι συνδεδεμένος σ' ένα ομογενές δίκτυο

Διασύνδεση LANs

- κάθε μηχανισμός διασύνδεσης θα πρέπει να διατηρεί όλα τα χρήσιμα κι επιθυμητά χαρακτηριστικά των LANs,
- επιπλέον θα πρέπει να παρέχει ένα πλήρες σύνολο χαρακτηριστικών και λειτουργιών τα οποία να υποστηρίζουν τη λειτουργία ενός δικτύου που αποτελείται από LANs κι είναι γεωγραφικά κατακεκομημένο.

Κατηγορίες διατάξεων διασύνδεσης

	<u>επίπεδα</u>
πύλη-----→	εφαρμογής παρουσίασης συνόδου μεταφοράς
δρομολογητής--→	δικτύου
γέφυρα-----→	γραμμής ή σύνδεσης δεδομένων
επαναλήπτης---→	φυσικό

Επαναλήπτης (Repeater)

- λειτουργεί στο φυσικό επίπεδο
- συνδέει δύο ή περισσότερα δίκτυα στο φυσικό επίπεδο προωθώντας bits από το ένα δίκτυο στο άλλο
- ενισχύει κι αναμεταδίδει το ηλεκτρικό σήμα και παρέχει ηλεκτρική μόνωση μεταξύ τμημάτων καλωδίων

πλεονεκτήματα:

- απλότητα κατασκευής, φτηνές
- διαφάνεια στ' ανώτερα πρωτόκολλα
- μη επίδραση στο ρυθμό μεταφοράς
- υποστήριξη διαφόρων τύπων καλωδίων

μειονεκτήματα:

- μη υποστήριξη φιλτραρίσματος
- αύξηση κυκλοφορίας, καθώς αναμεταδίδει όλα τα bits χωρίς καμία διάκριση
- αδυναμία προστασίας του δικτύου
- υποστήριξη μόνο τοπικών λειτουργιών διασύνδεσης

Γέφυρα (Bridge)

Λειτουργεί στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο γραμμής ή σύνδεσης δεδομένων

συνδέει δίκτυα στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων προωθώντας MAC πλαίσια από το ένα στο άλλο

συνδέει IEEE 802.3	- IEEE 802.3
IEEE 802.4	- IEEE 802.4
IEEE 802.5	- IEEE 802.5
FDDI	- FDDI

- υποστηρίζει και τοπική και απομακρυσμένη διασύνδεση
- υποστηρίζει επιλεκτική προώθηση πλαισίων και απομόνωση κίνησης

μάθηση - φιλτράρισμα - προώθηση

μάθηση:

όταν η γέφυρα λαμβάνει ένα πλαίσιο, διαβάζει τη διεύθυνση του αποστολέα και την συγκρίνει με τα περιεχόμενα του πίνακα δρομολόγησής της, αν δεν υπάρχει την προσθέτει

φιλτράρισμα:

η γέφυρα διαβάζει τη διεύθυνση προορισμού του πλαισίου και την συγκρίνει με τα περιεχόμενα του πίνακα δρομολόγησής της, αν η διεύθυνση προορισμού ανήκει στο ίδιο τμήμα του δικτύου με του αποστολέα, τότε το πλαίσιο δεν προωθείται

προώθηση:

αν η διεύθυνση προορισμού υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης της, τότε η γέφυρα προωθεί το πλαίσιο στην αντίστοιχη θύρα εξόδου (port)

αν δεν υπάρχει, τότε το προωθεί σε όλες τις θύρες εκτός αυτής από όπου ήρθε

η κάθε θύρα της γέφυρας αποτελείται από την κάρτα υλοποίησης του αντίστοιχου IEEE 802.χ προτύπου μαζί με το λογισμικό διαχείρισης της.

η γέφυρα είναι διαφανής στα ανώτερα πρωτόκολλα

- απλή (simple) γέφυρα: υποστηρίζει σταθερή δρομολόγηση (fixed routing)
- νοήμονα (intelligent) γέφυρα: προγραμματιζόμενη για φιλτράρισμα με βάση πρόσθετα κριτήρια π.χ. έλεγχος πρόσβασης, ασφάλεια

πρόβλημα βρόχων (looping)

Διαφανής γέφυρα (transparent bridge)

αποφασίζει η ίδια για τη δρομολόγηση των πλαισίων

- πρότυπο IEEE 802.1D
- αλγόριθμος Spanning Tree Protocol (STP)
- δημιουργία δένδρου που καλύπτει όλους τους σταθμούς απενεργοποιώντας τις γραμμές που δημιουργούν βρόχους
- χρήση για τοπική σύνδεση LANs

Γέφυρα δρομολόγησης πηγής (source routing bridge)

ο αποστολέας αποφασίζει για τη δρομολόγηση των πλαισίων του

- **IBM Source Routing Protocol (SRP)**
- κάθε σταθμός μπορεί να επισυνάψει σε κάθε πλαίσιο του πληροφορία δρομολόγησής του που θα χρησιμοποιηθεί από τις θύρες
- **IEEE 802.1 Source Routing Transport (SRT)**
προδιαγραφή για γέφυρες που υποστηρίζουν και STP & SRP

Router: γέφυρα SRP με πολλαπλές θύρες

πλεονεκτήματα:

- απλές διατάξεις, ευκολία εγκατάστασης, αυτόματη προσαρμογή, διαφάνεια στ' ανώτερα πρωτόκολλα, φτηνές
- διασύνδεση δικτύων που χρησιμοποιούν διαφορετικά καλώδια
- δυνατότητα μάθησης σύνδεσης σταθμών στα υποδίκτυα
- υποστήριξη ρυθμών μετάδοσης ίδια με υποδίκτυα, δηλ. διασύνδεση LANs οποιαδήποτε ταχυτήτων και σ' οποιαδήποτε απόσταση
- δυνατότητα απομόνωσης υποδικτύων
- γεφυρωμένα LANs συμπεριφέρονται όσον αφορά τα' ανώτερα επίπεδα ως ένα LAN, έτσι μπορούν να συνδέσουν LANs που υποστηρίζουν TCP/IP & DECnet

μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη
διασύνδεση LANs που ακολουθούν διαφορετικό πρότυπο
IEEE 802.x,

χωρίς όμως να γίνουν όλες οι αντιστοιχίσεις στα πεδία
των διαφορετικών MAC πλαισίων,

επιπλέον υπάρχει πρόβλημα υπερχείλισης λόγω
διαφορετικού ρυθμού μετάδοσης των LANs.

μειονεκτήματα:

- μεγαλύτερη πιθανότητα βλάβης
- μη υποστήριξη μετατροπών από πρωτόκολλο σε πρωτόκολλο
- μη δυνατότητα εκμετάλλευσης πολλαπλών διαδρομών (STP γέφυρες)
- μη απομόνωση σε μετάδοση εκπομπής (broadcasting)
- παρενέργειες σε πρωτόκολλα λόγω καθυστερήσεων στις γέφυρες όταν συνδέονται πολλές γέφυρες
- μέτρια λύση διασύνδεσης μεγάλων ενιαίων δικτύων μ' αυξημένες απαιτήσεις διαχείρισης
- πρόβλημα εκτέλεσης εφαρμογών που απαιτούν την ύπαρξη μοναδικών ονομάτων σε όλο το δίκτυο

Δρομολογητής (Router)

συνδέει δίκτυα στο επίπεδο του δικτύου προωθώντας πακέτα από το ένα δίκτυο στο άλλο

καλύπτει τα τρία κατώτερα επίπεδα

καθορίζει τη δρομολόγηση των πακέτων

ενεργής διάταξη

Internet Protocol (IP)

πρωτόκολλο διασύνδεσης

το πιο γνωστό είναι το DoD-IP (ML-STD-1977) και αποτελεί τμήμα του δημοφιλούς TCP/IP

αντιστοιχεί στο πρότυπο ISO 8473

αναφέρονται κι ως Ενδιάμεσα Συστήματα (Intermediate Systems -IS)

υποστήριξη τοπικής και απομακρυσμένης διασύνδεσης

υποστήριξη λογικού διαχωρισμού σε υποδίκτυα χρησιμοποιώντας ιεραρχικά σχήματα διευθυνσιοδότησης

δυνατότητα κατανεμημένων στρατηγικών διαχείρισης

δυνατότητα προηγμένων μεθόδων ελέγχου ροής

δυνατότητα υποστήριξης βρόχων

η λειτουργία τους στηρίζεται στους πίνακες δρομολόγησης

έτσι ο δρομολογητής αναγνωρίζει άλλα δίκτυα, τις διαδρομές προς αυτά και τα κόστη τους, αποφασίζει για την καλύτερη διαδρομή

στατικός δρομολογητής:

ο διαχειριστής του δικτύου ενημερώνει τους πίνακες δρομολόγησης όταν υπάρχει αλλαγή ή βλάβη προσφέρει άμεση εποπτεία από το διαχειριστή, αλλά ακατάλληλος για μεγάλα δίκτυα με ξαφνικές αλλαγές

δυναμικός δρομολογητής:

χειρίζεται αυτόματα ο ίδιος τυχόν αλλαγές,
προσαρμόζεται δυναμικά στις αλλαγές

Single-path: ένα μοναδικό μονοπάτι
μεταξύ πηγής & προορισμού

Multi-path: πολλαπλά μονοπάτια
διαμοιρασμός κυκλοφορίας
υψηλότερη αξιοπιστία

Κριτήρια δρομολόγησης

Καθυστέρηση

Εύρος ζώνης

Κυκλοφορία

Κόστος

Αξιοπιστία

Κατανάλωση μνήμης, CPU, ...

Link-state αλγόριθμοι δρομολόγησης (Shortest Path First)

διάχυση πληροφορίας δρομολόγησης σε όλους τους κόμβους δικτύου

κάθε δρομολογητής στέλνει μόνο το τμήμα του πίνακα δρομολόγησής του που περιγράφει την κατάσταση των συνδέσεών του

κάθε δρομολογητής έχει συνολική εικόνα του δικτύου

π.χ. OSPF

Distance-Vector Αλγόριθμοι δρομολόγησης (Bellman-Ford)

κάθε δρομολογητής στέλνει είτε τμήμα είτε ολόκληρο τον πίνακα δρομολόγησής του μόνο στους γείτονές του
ένας δρομολογητής δεν έχει συνολική εικόνα του δικτύου

Απαιτείται λιγότερη μνήμη & CPU, αλλά συγκλίνουν πιο αργά

π.χ. RIP, IGRP

Routing Information Protocol - RIP

- αλγόριθμος υπολογίζει άριστη διαδρομή
- κάθε 30 sec,
- ο δρομολογητής στέλνει στους γείτονες δρομολογητές τα πακέτα ανάλυσης διευθύνσεων (address resolution) που περιέχουν αντίγραφα του πίνακα δρομολόγησής του
- πρόβλημα: αγνοεί ταχύτητες μετάδοσης κι αποστάσεις και δημιουργεί πρόσθετη κυκλοφορία

Open Shortest Path First - OSPF

- αλγόριθμος λαμβάνει υπόψη την κατάσταση των γραμμών και στέλνει ενημερώσεις μόνο όταν συμβούν αλλαγές
- μεταδίδει μόνο τις αλλαγές, όχι ολόκληρο τον πίνακα
- κριτήρια: ταχύτητα γραμμών, κόστος, πιθανότητα συμφόρησης

πλεονεκτήματα:

- δυνατότητα μορφοποίησης από διαχειριστή
- απλούστεροι από πύλες, εύκολη εγκατάσταση, αποδοτική λειτουργία με δυναμικούς αλγορίθμους
- καλύτερη απομόνωση υποδικτύων από ότι οι γέφυρες
- όχι προβλήματα συγχρονισμού, τοπολογίας, μεγέθους και πολυπλοκότητας δικτύων
- υποστήριξη πολλαπλών διαδρομών, κατανομή κυκλοφορίας

μειονεκτήματα:

- πιο πολύπλοκοι από γέφυρες
- μικρότερη απόδοση από γέφυρες λόγω επεξεργασίας πληροφοριών
- υποστήριξη μόνο ενός πρωτοκόλλου ανωτέρω επιπέδων

Δρομολογητής Πολλαπλών Πρωτοκόλλων

- (MultiProtocol Router - MPR)

Γέφυρες Δρομολόγησης (Routing Bridges)

- νοήμονες γέφυρες STP
- υποστήριξη πρωτοκόλλων TCP/IP, DECnet, LAT, NETBIOS, XNS, NETWARE

Πύλη (Gateway)

- λειτουργεί σε όλα τα επίπεδα
- πολύ ισχυρή

πλεονεκτήματα:

- υποστήριξη σύνθετων λειτουργιών φιλτραρίσματος, μετασχηματισμού δεδομένων, απομόνωσης
- εκτέλεση πλήρους μετασχηματισμού από ένα σωρό πρωτοκόλλων σ' άλλο

μειονεκτήματα:

- μεγάλη πιθανότητα δυσλειτουργίας
- πολυπλοκότητα, δύσκολη εγκατάσταση, μορφοποίηση, λειτουργία και παρακολούθηση
- μεγάλο κόστος
- μικρότερη απόδοση λόγω πολλαπλής επεξεργασίας