



Μάθημα 7.4: Μέθοδοι ελέγχου πρόσβασης στο μέσο

7.4.1 Εισαγωγή

Ένα από τα κυριότερα ζητήματα που αφορούν τα τοπικά δίκτυα υπολογιστών είναι ο τρόπος με τον οποίο γίνονται οι συνδέσεις. Όπως είναι γνωστό, σε ένα τοπικό δίκτυο είναι δυνατόν το φυσικό μέσο επικοινωνίας να διατίθεται σε ένα μόνο κόμβο (σύνδεση σημείου προς σημείο) ή σε όλους τους κόμβους του δικτύου (σύνδεση εκπομπής). Οι συνδέσεις καθορίζονται από κοινά αποδεκτούς κανόνες επικοινωνίας, οι οποίοι αναφέρονται είτε στις διάφορες τερματικές διατάξεις ενός τοπικού δικτύου είτε στα ίδια τα τοπικά δίκτυα, όταν αυτά διασυνδέονται με άλλα δίκτυα των ίδιων ή διαφορετικών προδιαγραφών. Κάθε **πρωτόκολλο επικοινωνίας** συνίσταται από ένα σύνολο κανόνων οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο διασύνδεσης των συστημάτων που επικοινωνούν, καθώς και τον τρόπο πρόσβασης στο μέσο. Ίδια ή διαφορετικά συστήματα μπορούν να επικοινωνήσουν μόνο όταν συμφωνούν με τους κανόνες υλοποίησης ενός πρωτοκόλλου. Στην πορεία του χρόνου τόσο ο σχεδιασμός όσο και η υλοποίηση των πρωτοκόλλων των τοπικών δικτύων υπολογιστών επηρεάστηκαν από τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογικών μεθόδων.

Όπως αναλύθηκε εκτενώς στο Μάθημα 5.4, οι διεθνείς οργανισμοί και ενώσεις που ανέπτυξαν τις κατευθυντήριες γραμμές για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και τα επίπεδα διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων (*OSI*) ήταν η *ITU-T (International Telecommunications Union)* και ο *ISO (International Standards Organization)*. Το 1980 το *IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers)* όρισε το πρότυπο 802, του οποίου το φυσικό επίπεδο συμπίπτει με αυτό του *OSI*, και στη συνέχεια διαίρεσε και το επίπεδο γραμμής δεδομένων σε δύο ξεχωριστά υποεπίπεδα, το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής γραμμής (*LLC: Logical Link Control*) και το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (*MAC: Media Access Control*). Το υποεπίπεδο *LLC* είναι υπεύθυνο για την αξιόπιστη μετάδοση των πακέτων δεδομένων επάνω από το φυσικό επίπεδο, καθώς και για την εγκατάσταση, τη διατήρηση και τον τερματισμό της λογικής (νοητής) σύνδεσης μεταξύ δύο διατάξεων στο δίκτυο. Το υποεπίπεδο *MAC* καθορίζει τη διαδικασία πρόσβασης στο κοινό μέσο επικοινωνίας, διαχειρίζεται τη διευθυνσιοδότηση των πακέτων δεδομένων που πρόκειται να σταλούν διαμέσου του φυσικού επιπέδου και παρέχει τη διεύθυνση αποστολέα και παραλήπτη του πακέτου.

Σε οποιοδήποτε σχήμα ελέγχου πρόσβασης στο μέσο το βασικό ερώτημα είναι αν ο έλεγχος ασκείται κεντρικά ή κατακεντρωμένα. Στον **κεντρικό έλεγχο** ο ελεγκτής είναι ο βασικός κόμβος που επιτρέπει ή όχι τη μετάδοση κάποιου πακέτου. Επομένως κάθε κόμβος που έχει να μεταδώσει ένα πακέτο πρέπει να περιμένει την έγκριση του ελεγκτή. Αντίθετα, στον **κατακεντρωμένο έλεγχο** δεν υπάρχει ελεγκτής. Όλοι οι σταθμοί εκτελούν επιλεκτικά τις λειτουργίες του πρωτοκόλλου ελέγχου πρόσβασης στο μέσο,



Όπως είναι γνωστό, σκοπός του μοντέλου *OSI* είναι να δώσει έναν τυποποιημένο σχεδιασμό, καθώς και ορισμένες μεθόδους σύνδεσης των συστημάτων που επικοινωνούν.



προκειμένου να καθορίσουν δυναμικά τη σειρά με την οποία οι κόμβοι θα μεταδώσουν το πακέτο τους. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η μετάδοση περιορίζεται τόσο από την τοπολογία του δικτύου (Μάθημα 7.3) όσο και από άλλους παράγοντες, όπως είναι το κόστος, η συμπεριφορά, καθώς και η πολυπλοκότητα του δικτύου.

Γενικά, οι τεχνικές ελέγχου πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης διακρίνονται σε **συγχρονισμένες** και **ασυγχρόνιστες**. Με τις συγχρονισμένες τεχνικές μέρος της χωρητικότητας της κοινής γραμμής επικοινωνίας διατίθεται αποκλειστικά σε μία σύνδεση. Στο περιβάλλον των τοπικών δικτύων μια τέτοια τακτική είναι συνήθως αναποτελεσματική, αφού οι απαιτήσεις των κόμβων σε χωρητικότητα είναι απροσδιόριστες και ως εκ τούτου δεν είναι δυνατόν να προδιαγραφούν. Αντίθετα, με τις ασυγχρόνιστες τεχνικές υπάρχει δυναμική εκχώρηση της χωρητικότητας, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις των κόμβων, και συνεπώς μπορεί να προδιαγραφεί μια πιο ευέλικτη τακτική όσον αφορά την ποσοτική και τη χρονική κατανομή της. Υπάρχουν πολλά πρωτόκολλα που ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία και αφορούν τα **κανάλια ανοικτής ακρόασης**, δηλαδή τα δίκτυα των οποίων όλοι οι χρήστες λαμβάνουν το μήνυμα και ανάλογα, αν τους αφορά, το αποδέχονται, διαφορετικά το απορρίπτουν. Στη διεθνή βιβλιογραφία τα κανάλια ανοικτής ακρόασης ονομάζονται και **κανάλια πολλαπλής πρόσβασης** ή **κανάλια τυχαίας προσπέλασης**. Σημειώνεται ότι οι λειτουργίες οι οποίες επιτελούνται από το υποεπίπεδο *MAC* καθορίζουν ποιος σταθμός μεταδίδει κάθε φορά στο κανάλι πολλαπλής πρόσβασης. Επομένως το υποεπίπεδο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα τοπικά δίκτυα, αφού σχεδόν όλα χρησιμοποιούν κάποιο κανάλι πολλαπλής πρόσβασης ως βάση επικοινωνίας. Σε αντίθεση, τα δίκτυα ευρείας περιοχής, με εξαίρεση τα δορυφορικά δίκτυα, χρησιμοποιούν κανάλια σημείου προς σημείο.

7.4.2 Δέσμευση χωρητικότητας στα τοπικά δίκτυα

Οι πιο συνηθισμένες τεχνικές δέσμευσης της χωρητικότητας ενός καναλιού μεταξύ πολλών ανταγωνιζόμενων χρηστών είναι οι τεχνικές επιμερισμού συχνότητας και χρόνου (*FDM* και *TDM*), που αναπτύχθηκαν εκτενώς στο Μάθημα 3.1. Όμως οι τεχνικές αυτές δεν καλύπτουν όλες τις περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η *FDM* είναι αποτελεσματική, μόνο όταν ο αριθμός των χρηστών είναι μικρός και σταθερός, ενώ ο φόρτος κυκλοφορίας μεγάλος. Όταν ο αριθμός των χρηστών είναι μεγάλος και συνεχώς μεταβαλλόμενος ή η κυκλοφορία έχει τη μορφή καταιγισμού, η *FDM* παρουσιάζει προβλήματα. Ανάλογα προβλήματα παρουσιάζονται και στην τεχνική *TDM*. Γι' αυτό το λόγο εφευρέθηκαν νέες τεχνικές, που βασίζονται περισσότερο στη **δυναμική δέσμευση της χωρητικότητας** του καναλιού, δίνοντας νέα ώθηση στους τρόπους μετάδοσης των δεδομένων.

Οι παραδοχές στις οποίες βασίστηκαν οι νέες τεχνικές είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Το σύστημα αποτελείται από n ανεξάρτητους κόμβους επικοινωνίας, καθένας από τους οποίους δημιουργεί πακέτα για μετάδοση. Οι κόμβοι επικοινωνίας



νίας μπορεί να είναι οποιοσδήποτε ηλεκτρονικές διατάξεις, όπως σταθμοί εργασίας, προσωπικοί υπολογιστές, τηλέφωνα κτλ. Κάθε κόμβος που δημιουργεί ένα πακέτο θεωρείται δεσμευμένος, με την έννοια ότι δεν μπορεί να δημιουργήσει άλλο, αν δεν αποδεσμευτεί από αυτό που έχει. Η αποδέσμευση αυτή γίνεται μόνο μετά από επιτυχημένη μετάδοση του υπάρχοντος πακέτου.

- ✓ Κάθε κόμβος δημιουργεί πακέτα με σταθερό ρυθμό λ σε χρόνο t . Για παράδειγμα, ο ρυθμός με τον οποίο μπορούν να δημιουργούνται πακέτα σε κάποιον κόμβο του δικτύου είναι 10 ανά λεπτό. Πακέτα που δημιουργούνται από δεσμευμένους χρήστες, δηλαδή από χρήστες οι οποίοι έχουν ήδη στον αποταμιευτή τους ένα πακέτο και δεν το έχουν μεταδώσει ακόμη, απορρίπτονται και δεν επιστρέφουν στο σύστημα με οποιονδήποτε τρόπο.
- ✓ Ένα κοινό κανάλι επικοινωνίας είναι διαθέσιμο σε όλους τους κόμβους για τη μεταξύ τους επικοινωνία. Δεν υπάρχουν άλλοι τρόποι επικοινωνίας των κόμβων παρά μόνο το κοινό κανάλι. Όλοι οι κόμβοι θεωρούνται ισότιμοι όσον αφορά το δικαίωμα πρόσβασής τους στο κοινό κανάλι επικοινωνίας.
- ✓ Αν δύο ή περισσότερα πακέτα μεταδοθούν ταυτόχρονα, επικαλύπτονται, με αποτέλεσμα την καταστροφή όλων των εμπλεκόμενων στη μετάδοση σημάτων. Το γεγονός αυτό λέγεται **σύγκρουση**. Τα συγκρουόμενα πακέτα μπορούν να επαναμεταδοθούν κάποια άλλη χρονική στιγμή. Όλοι οι κόμβοι έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίσουν συγκρούσεις, οι οποίες συνιστούν και τα μόνα σφάλματα στη μετάδοση.

Είναι αξιοσημείωτο ότι στην ψηφιακή ραδιοεπικοινωνία η σύγκρουση δύο ή περισσότερων πακέτων ενδέχεται να μην καταλήγει σε καταστροφή όλων των εμπλεκόμενων στη σύγκρουση πακέτων αλλά στην υπερίσχυση του πακέτου που φέρει το ισχυρότερο σήμα. Το φαινόμενο αυτό λέγεται **σύλληψη** (*capture*) και οδηγεί κατά κανόνα στη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος μετάδοσης. Βελτίωση της απόδοσης του συστήματος μπορεί επίσης να επιτευχθεί σε ορισμένα τοπικά δίκτυα –όπως για παράδειγμα στο δακτύλιο με κουπόνι– με τη χρήση μηχανισμών μείωσης του ανταγωνισμού και κατά συνέπεια των συγκρούσεων.

- ✓ Όσον αφορά το χρόνο έναρξης της μετάδοσης ενός πακέτου υπάρχουν οι παρακάτω δύο περιπτώσεις:
 - Ο άξονας του χρόνου χωρίζεται σε καθορισμένα διαστήματα που λέγονται **χρονοθυρίδες** (*slots*). Η έναρξη της μετάδοσης ενός πακέτου συμβαίνει μόνο στην αρχή κάθε χρονοθυρίδας. Κάθε χρονοθυρίδα διαρκεί όσο διάστημα απαιτείται για να μεταδοθεί ένα πακέτο. Ανάλογα με τον αριθμό των πακέτων που περιλαμβάνει μια χρονοθυρίδα, το κανάλι θεωρείται ότι βρίσκεται σε αργία (κανένα πακέτο), ότι έχει επιτυχημένη μετάδοση (ένα πακέτο) ή ότι έχει σύγκρουση (περισσότερα του ενός πακέτα).
 - Τα πακέτα μπορούν να μεταδίδονται οποιαδήποτε χρονική στιγμή, οπότε δεν υπάρχει ρολόι που να χωρίζει το χρόνο σε καθορισμένα διαστήματα (χρονοθυρίδες).



- ✓ Τέλος, όσον αφορά την ανίχνευση του φέροντος σήματος υπάρχουν οι παρακάτω δύο περιπτώσεις:
 - Οι κόμβοι είναι σε θέση να αναγνωρίσουν αν το κανάλι είναι απασχολημένο με κάποια μετάδοση ή σύγκρουση, με αποτέλεσμα να απέχουν από μια επιπλέον μετάδοση που θα κατέληγε σε βέβαιη σύγκρουση.
 - Οι κόμβοι δεν είναι σε θέση να ανιχνεύσουν αν το κανάλι είναι απασχολημένο και ως εκ τούτου προχωρούν στη μετάδοση. Η επιτυχία ή η αποτυχία της μετάδοσης γίνεται αντιληπτή αργότερα. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα τοπικά δίκτυα έχουν αυτή τη δυνατότητα ανίχνευσης, ενώ τα δορυφορικά, λόγω της μεγάλης καθυστέρησης στη διάδοση του σήματος, δεν την έχουν. Επιπλέον στα τοπικά δίκτυα είναι δυνατόν να τερματιστεί μια μετάδοση πριν ολοκληρωθεί, αν διαπιστωθεί κάποια σύγκρουση με άλλο πακέτο.



Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Μέθοδοι ελέγχου πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης, κεντρικός έλεγχος, κατανεμημένος έλεγχος, συγχρονισμένες τεχνικές ελέγχου πρόσβασης, ασυγχρόνιστες τεχνικές ελέγχου πρόσβασης, κανάλια πολλαπλής πρόσβασης, δυναμική δέσμευση χωρητικότητας καναλιού, σύγκρουση πακέτων μετάδοσης, χρονοθυρίδα, σύλληψη.