



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης

Μαθήματα

- | | |
|-------------|--------------------------------|
| Μάθημα 7.1: | Επικοινωνία πραγματικού χρόνου |
| Μάθημα 7.2: | Υπηρεσίες πραγματικού χρόνου |
| Μάθημα 7.3: | Απαιτήσεις δικτύου |
| Μάθημα 7.4: | Τηλεδιάσκεψη |
| Μάθημα 7.5: | Η εφαρμογή <i>CU-see me</i> |



ΕΝΟΤΗΤΑ III



ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ





Κεφάλαιο 7: Επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης



Σκοπός:

Το κεφάλαιο αυτό έχει στόχο την ανάπτυξη της υπηρεσίας πραγματικού χρόνου και την περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών, της δομής και της λειτουργίας της τηλεδιάσκεψης, ως μίας αντιπροσωπευτικής υπηρεσίας επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο.



Προσδοκώμενα Αποτελέσματα:

Με την ολοκλήρωση της μελέτης του κεφαλαίου αυτού οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν:

- Να ορίσουν την υπηρεσία πραγματικού χρόνου και να δώσουν ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα.
- Να κατηγοριοποιήσουν τις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου.
- Να προσδιορίσουν ποια δίκτυα αναφέρονται ως δίκτυα εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης.
- Να περιγράψουν με αδρές γραμμές τους μηχανισμούς με τους οποίους θα μπορούν να εξοπλίσουν τα δίκτυα *IP*, έτσι ώστε να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου.
- Να ορίσουν την υπηρεσία της τηλεδιάσκεψης.
- Να περιγράψουν τα βασικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας τηλεδιάσκεψης.



Προερωτήσεις

1. Μπορεί το Διαδίκτυο, στη σημερινή του μορφή, να υποστηρίξει υπηρεσίες τηλεδιάσκεψης γραφείου;
2. Ποιες είναι οι παράμετροι που επηρεάζουν την ποιότητα απόδοσης του ήχου, κατά τη μεταφορά του δια μέσου ενός δικτύου μεταγωγής πακέτων;
3. Ποιες θα ήταν οι παρεμβάσεις που θα μπορούσα να κάνω σε ένα δίκτυο *IP* για να βελτιώσω την ποιότητα των υποστηριζόμενων υπηρεσιών;
4. Τι ρυθμίσεις μπορώ να κάνω στο σύστημα τηλεδιάσκεψης γραφείου, έτσι ώστε να βελτιώσω την απόδοσή του;





Μάθημα 7.1: Επικοινωνία πραγματικού χρόνου

7.1.1 Γενικά

Έως το τέλος της δεκαετίας του 1970 τα δίκτυα υπολογιστών αναπτύσσονταν κυρίως ως δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος (μάθημα 1.3). Σ' αυτά τα δίκτυα η μετάδοση δεδομένων είναι εφικτή μόνο μετά την εγκατάσταση μιας φυσικής ζεύξης – κυκλώματος μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών. Αυτό το κύκλωμα παραμένει ενεργό σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας τους, ακόμα και όταν δεν ανταλλάσσονται πληροφορίες. Στη μεταγωγή κυκλώματος η μετάδοση των δεδομένων είναι **διαφανής**, δηλαδή τα δεδομένα δεν υποβάλλονται σε καμία επεξεργασία κατά το πέρασμά τους από το δίκτυο.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 τα δίκτυα υπολογιστών υλοποιούνται κυρίως ως δίκτυα μεταγωγής πακέτων (μάθημα 1.3), όπου τα δεδομένα πριν από τη μετάδοσή τους ομαδοποιούνται σε μικρότερα τμήματα που ονομάζονται πακέτα. Τα πακέτα μιας ροής δεδομένων δρομολογούνται για τον προορισμό τους είτε από την ίδια πάντα διαδρομή (μεταγωγή πακέτων με ιδεατά κυκλώματα) είτε μέσω διαφορετικών διαδρομών (μεταγωγή με αυτοδύναμα πακέτα). Στον προορισμό τους τα αρχικά δεδομένα επανασυντίθενται.

Η τεχνική μεταγωγής πακέτων υπερίσχυσε της τεχνικής μεταγωγής κυκλώματος για δύο κυρίως λόγους: (α) για την αποτελεσματικότερη χρησιμοποίηση του δικτύου, που προκύπτει από την εφαρμογή της **στατιστικής πολυπλεξίας**, και (β) για το μικρότερο διαχειριστικό φόρτο δικτύου, καθώς δεν απαιτείται εγκατάσταση και αποδέσμευση κυκλώματος για την εξυπηρέτηση καθεμίας από τις εισερχόμενες κλήσεις ξεχωριστά. Σημαντικό ρόλο επίσης έπαιξαν και οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών και των επεξεργαστών, καθώς στις μέρες μας οποιοδήποτε υπολογιστικό σύστημα διαθέτει αρκετή ισχύ, ώστε να μπορεί να αγνοήσει τον υπολογιστικό φόρτο της τεχνικής μεταγωγής πακέτων (για την ομαδοποίηση και επανασύνθεση πακέτων, για την προσθήκη και αφαίρεση πληροφορίας δρομολόγησης κ.ά.).

Τα παραδοσιακά δίκτυα υπολογιστών σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν, για να κάνουν αξιόπιστη τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων. Η σημαντική τεχνολογική πρόοδος έχει βελτιώσει σημαντικά την απόδοση αυτών των δικτύων. Π.χ., η πρώτη μόνιμη ζεύξη της Ελλάδας στο Διαδίκτυο πραγματοποιήθηκε το 1989 με το μέγιστο, τότε, ρυθμό των 19,2 Kbps. Στο τέλος του 1999, οι ΕΠΥΔ (Εταιρείες Παροχής Υπηρεσιών Διαδικτύου) στην Ελλάδα χρησιμοποιούσαν ζεύξεις με το Διαδίκτυο χωρητικότητας 34 Mbps. Δηλαδή, μόνο με την αξιοποίηση των τεχνολογικών εξελίξεων στα χαμηλά επίπεδα επικοινωνίας και με τη χρησιμοποίηση της ίδιας οικογένειας πρωτοκόλλων *TCP/IP*, η χωρητικότητα των συνδέσμων προς το Διαδίκτυο αυξήθηκε κατά τρεις τάξεις μεγέθους περίπου.



7.1.2 Δίκτυα εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης

Τα τελευταία χρόνια, με την εμφάνιση και την ευρεία αποδοχή των πολυμεσικών εφαρμογών δικτύου (δηλαδή εφαρμογών που, εκτός από δεδομένα, μεταβιβάζουν φωνή και κινούμενη εικόνα), γίνεται πλέον επιτακτική η ανάγκη για την ανάπτυξη **δικτύων εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης**. Γενικά, η **ποιότητα** είναι ένας υποκειμενικός όρος, κατά συνέπεια και η **ποιότητα εξυπηρέτησης** (QoS: *Quality of Service*) είναι από τον ορισμό της ένας ασαφής όρος. Συνήθως, οι μηχανικοί δικτύων προσδιορίζουν την ποιότητα εξυπηρέτησης μιας υπηρεσίας σε συνάρτηση με διάφορες παραμέτρους του δικτύου. Π.χ., η υπηρεσία A στο δίκτυο *NET* μπορεί να εγγυηθεί τη μεταβίβαση δεδομένων μεγέθους έως S_A MB σε χρόνο μικρότερο από T_A sec και με πιθανότητα σφάλματος μετάδοσης πακέτου μικρότερη από P_A , ή η υπηρεσία B στο ίδιο δίκτυο *NET* εγγυάται ως ελάχιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων τα R_B MB/sec με μέγιστο ρυθμό σφάλματος μετάδοσης πακέτου ίσο με P_B .

Στα παραδοσιακά δίκτυα δεδομένων τα οποία μεταδίδουν σε χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης και δεν παρέχουν ισοχρονισμό αντίστοιχες εγγυήσεις δεν μπορούν να δοθούν. Π.χ., στην παρούσα μορφή του Διαδικτύου, καμία ΕΠΥΔ δεν μπορεί να εγγυηθεί το ρυθμό λήψης δεδομένων κατά τη διάρκεια μιας περιήγησης στον Παγκόσμιο Ιστό. Το Διαδίκτυο δεν μπορεί να ξεχωρίσει και να εξυπηρετήσει με διαφορετικό τρόπο, το χρήστη που αναζητά επαγγελματική πληροφορία μέσα σε στενά περιθώρια χρόνου από το χρήστη που απλώς ψυχαγωγείται. Και αξίζει να αναφερθεί ότι συνήθως η πρώτη κατηγορία χρηστών είναι διατεθειμένη να πληρώσει επιπλέον χρήματα για να εξυπηρετηθεί μέσα στο χρόνο που επιθυμεί, ενώ η δεύτερη κατηγορία χρηστών μπορεί να περιμένει μερικά δευτερόλεπτα παραπάνω απολαμβάνοντας όμως μία έκπτωση στη συνδρομή της.

Κλείνοντας αυτό το εισαγωγικό μάθημα θα μπορούσε κάποιος να διακινδυνεύσει την πρόβλεψη ότι στο όχι και πολύ μακρινό μέλλον τα δίκτυα υπολογιστών θα υποστηρίζουν μία μεγάλη ποικιλία υπηρεσιών και εφαρμογών, οι οποίες θα επιτρέπουν την αξιόπιστη, αποδοτική, ασφαλή και οικονομική μεταβίβαση ή ανταλλαγή πληροφοριών οποιασδήποτε μορφής μεταξύ των χρηστών.

Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Ποιότητα εξυπηρέτησης, δίκτυο εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης.



Μάθημα 7.2: Υπηρεσίες πραγματικού χρόνου

7.2.1 Γενικά

Καθώς οι τεχνολογικές βελτιώσεις αυξάνουν συνεχώς το ρυθμό μετάδοσης των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, οι χρήστες τους δεν σταματούν απλώς στην ταχύτερη εκτέλεση των παλαιότερων δικτυακών εφαρμογών. Αντίθετα, μία μεγάλη ποικιλία από εντελώς νέες υπηρεσίες εμφανίζεται συνεχώς, οι οποίες συνήθως χαρακτηρίζονται ως **προηγμένες υπηρεσίες δικτύου**.

Για παράδειγμα, οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δικτύων που επιτυγχάνονται στις μέρες μας κατέστησαν εφικτή τη μεταφορά φωνής και κινούμενης εικόνας (video) πάνω από δίκτυα μεταγωγής πακέτων. Το απαιτούμενο εύρος ζώνης για τη μεταφορά φωνής με αποδεκτή ποιότητα είναι της τάξεως των μερικών δεκάδων Kbps (π.χ., για τη μεταφορά φωνής με χρήση της τεχνικής *PCM* απαιτούνται κανάλια των 64 Kbps). Η αντίστοιχη τιμή για τη μεταφορά κινούμενης εικόνας είναι από αρκετές εκατοντάδες Kbps μέχρι μερικά Mbps. Όσο αυξάνονται οι απαιτήσεις για ποιότητα, τόσο μεγαλύτερο είναι το απαιτούμενο εύρος ζώνης (π.χ., για τη μεταφορά σήματος της Τηλεόρασης Υψηλής Ευκρίνειας - *HDTV* απαιτούνται κανάλια ρυθμών μετάδοσης τουλάχιστον ίσων με 150 Mbps).

Όμως, η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών, όπως η φωνή και η κινούμενη εικόνα, δεν εξασφαλίζεται από την ύπαρξη καναλιών υψηλών ρυθμών μετάδοσης και μόνο. Η **επικαιρότητα** της λαμβανόμενης πληροφορίας είναι πολύ σημαντική. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες σε μία τηλεφωνική συνομιλία θέλουν να μπορούν να απαντούν σχεδόν αμέσως στο συνομιλητή τους. Αν ο χρόνος μεταφοράς της φωνής δια μέσου του δικτύου υπερβαίνει τα 300 ms, τότε η υποβάθμιση της λαμβανόμενης υπηρεσίας είναι αισθητή. Οι υπηρεσίες που έχουν προκαθορισμένα χρονικά όρια στη μεταφορά των δεδομένων τους μέσω του δικτύου καλούνται **υπηρεσίες πραγματικού χρόνου**.

Οι εφαρμογές φωνής και κινούμενης εικόνας είναι οι πιο γνωστές εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών συναντάμε επίσης στην παραδοσιακή βαριά βιομηχανία (π.χ., για τον έλεγχο ρομποτικού βραχίονα), στον τραπεζικό τομέα (π.χ., για την τήρηση ενημερότητας υπόλοιπου λογαριασμού στις καρτέλες πελατών), στο Χρηματιστήριο (π.χ., για την ταυτόχρονη ενημέρωση των συναλλασσομένων), ακόμα και στα σπία μας (π.χ., για την υλοποίηση συστήματος πυρόσβεσης).



7.2.2 Κατηγοριοποίηση

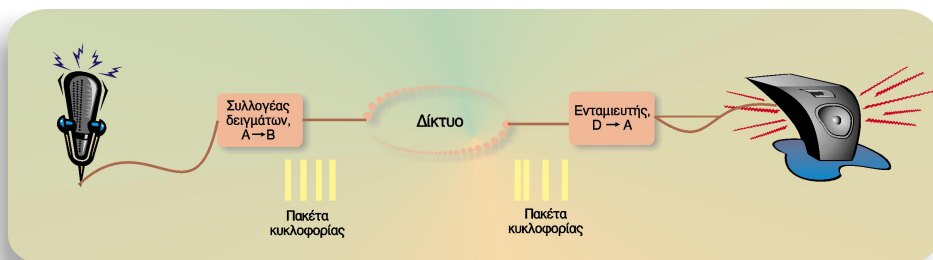
Τις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου μπορούμε να τις κατατάξουμε σε **ανεκτικές** ή **μη ανεκτικές**, ανάλογα με το αν επιδέχονται ή όχι την απώλεια ενός μικρού ποσοστού των δεδομένων τους κατά τη μεταφορά. Για παράδειγμα, η απώλεια μερικών συνεχόμενων πακέτων κυκλοφορίας στην τηλεφωνία μπορεί να οδηγήσει σε μικρές διακοπές στο μεταφερόμενο λόγο. Αντίστοιχα, στη μετάδοση τηλεοπτικού σήματος η απώλεια πακέτων οδηγεί σε στιγμιαίες παραμορφώσεις σε μερικά σημεία της εικόνας. Στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, το τελικό, αλλοιωμένο, αποτέλεσμα γίνεται αποδεκτό, αρκεί φυσικά να συμβαίνει περιστασιακά. Στην περίπτωση όμως της μεταφοράς σήματος από σύστημα ελέγχου, οποιαδήποτε απώλεια δεδομένων δε γίνεται συνήθως αποδεκτή (π.χ., προκειμένου για ένα σύστημα πυρανίχνευσης, σκεφτείτε το αποτέλεσμα από την απώλεια πακέτων κατά τη μεταφορά σήματος συναγερμού από έναν αισθητήρα προς την κεντρική μονάδα λήψης αποφάσεων).

Επίσης, τις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου μπορούμε να τις κατατάξουμε σε **προσαρμόσιμες** υπηρεσίες και σε **μη προσαρμόσιμες**. Οι προσαρμόσιμες υπηρεσίες μεταβάλλουν τα παραμετρικά χαρακτηριστικά τους ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση του δικτύου και τις αντίστοιχες οδηγίες που λαμβάνουν από το σύστημα διαχείρισης του δικτύου. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές κινούμενης εικόνας συχνά ανταλλάσσουν το ρυθμό δημιουργίας της κυκλοφορίας τους με την ποιότητα η οποία φτάνει στον τελικό χρήστη. Όταν είναι γνωστό ότι το δίκτυο διαθέτει αρκετό εύρος ζώνης αχρησιμοποίητο, τότε ο αλγόριθμος κωδικοποίησης δημιουργεί σήμα υψηλής ποιότητας. Ενώ, όταν πληροφορούνται ότι στο δίκτυο υπάρχει έλλειψη διαθέσιμου εύρους ζώνης, περιορίζουν την δημιουργούμενη κυκλοφορία υποβαθμίζοντας την ποιότητα της μεταφερόμενης εικόνας. Εκτός από το ρυθμό της δημιουργούμενης κυκλοφορίας, μία άλλη παράμετρος, που συχνά τροποποιείται στις προσαρμόσιμες υπηρεσίες πραγματικού χρόνου, είναι η καθυστέρηση της μεταφοράς.

7.2.3 Παράδειγμα υπηρεσίας πραγματικού χρόνου

Ας θεωρήσουμε την υπηρεσία μεταφοράς ήχου ως ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της υπηρεσίας πραγματικού χρόνου, όπως αυτή απεικονίζεται στο σχήμα 7.1.

Στο άκρο του αποστολέα λαμβάνονται αρχικά δείγματα από το αναλογικό σήμα που δημιουργεί το μικρόφωνο. Ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι σταθερός και ίσος με 125 μsec (ή $125 \cdot 10^{-9} \text{ sec}$). Το κάθε δείγμα ψηφιοποιείται με τη χρήση ενός κατάλληλου διαμορφωτή (*modem*), ο οποίος μετατρέπει το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό ($A \rightarrow D$). Το ψηφιοποιημένο δείγμα τοποθετείται σε ένα πακέτο και αποστέλλεται στο δίκτυο για παράδοση.



Σχήμα 7.1: Η υπηρεσία μεταφοράς ήχου σε πραγματικό χρόνο.



Στο άκρο του παραλήπτη ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία. Το ψηφιοποιημένο δείγμα μετατρέπεται σε αναλογικό με τη χρήση πάλι ενός διαποδιαμορφωτή ο οποίος όμως μετατρέπει το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό ($D \rightarrow A$). Για να μην υπάρχει αισθητή παραμόρφωση στην απόδοση του ήχου, η αναπαραγωγή του θα πρέπει να γίνεται στο σταθερό ρυθμό με τον οποίο συλλέχθηκαν τα δείγματα, δηλαδή κάθε 125 μsec .

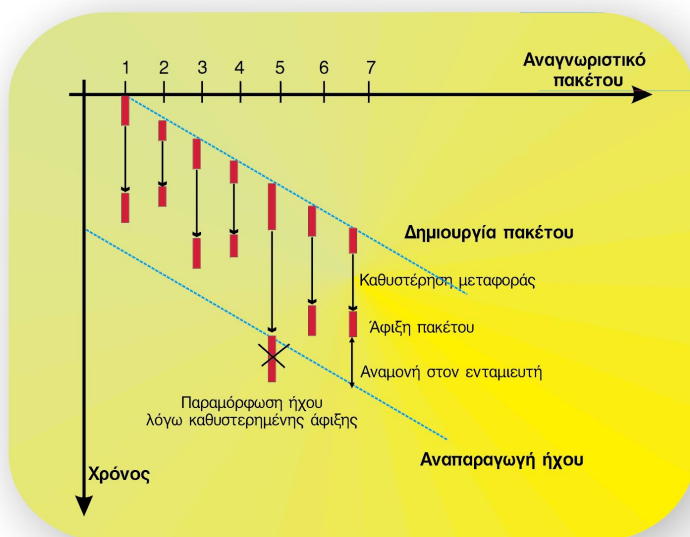
Η αναπαραγωγή ήχου θα μπορούσε να γίνει σ' αυτό το σταθερό ρυθμό, αν ο ρυθμός άφιξης των πακέτων στον παραλήπτη ήταν σταθερός και σε τέτοια τιμή ώστε τα συνεχόμενα πακέτα να απέχουν μεταξύ τους 125 μsec . Αν

όλα τα πακέτα κυκλοφορίας είχαν την ίδια καθυστέρηση μεταφοράς δια μέσου του δικτύου, τότε ο παραπάνω ισχυρισμός θα ήταν αληθινός. Δυστυχώς όμως, στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων ο φόρτος των ενδιάμεσων κόμβων του δικτύου είναι διαφορετικός τη χρονική στιγμή που διέρχεται το κάθε πακέτο. Έτσι, η ουρά αναμονής που συναντά το κάθε πακέτο κατά τη διέλευσή του από έναν ενδιάμεσο κόμβο είναι μεταβαλλόμενη, γεγονός που οδηγεί σε διαφορετικές καθυστερήσεις στη μεταφορά των πακέτων.

Η λύση σ' αυτό το πρόβλημα μπορεί να δοθεί, αν εξοπλιστεί ο παραλήπτης κόμβος με έναν ενδιάμεσο ενταμιευτή. Η χρήση του ενταμιευτή απεικονίζεται στο σχήμα 7.2. Πριν από την έναρξη παροχής της υπηρεσίας, ο αποστολέας και ο παραλήπτης συμφωνούν για το χρονικό διάστημα που θα μεσολαβήσει από τη στιγμή λήψης δείγματος του ήχου έως την αναπαραγωγή του (έστω π.χ. ότι ισούται με 300 μsec).

Αν το πακέτο φθάσει στον παραλήπτη σε χρόνο μικρότερο των 300 μsec , τότε αποθηκεύεται προσωρινά στον ενταμιευτή του. Μόλις εκπνεύσει το χρονικό διάστημα των 300 μsec από τη δημιουργία του πακέτου, τότε αναπράγεται ο ήχος που περιέχει. Ο χρόνος αναμονής ενός πακέτου στον ενταμιευτή είναι μεταβλητός (βλέπε τα πακέτα 1, 2, 3, 4, 6 και 7 στο σχήμα 7.2).

Αν όμως η καθυστέρηση μεταφοράς ενός πακέτου είναι μεγαλύτερη από το όριο των 300 μsec , τότε, όταν έρθει η στιγμή αποκωδικοποίησής του, αυτό θα απουσιάζει, δημιουργώντας έτσι μία παραμόρφωση στην αναπαραγωγή του ήχου. Η καθυστερημένη άφιξή του δε θα έχει καμία χρησιμότητα και έτσι το πακέτο θα απορριφθεί. Αυτό είναι το κύριο χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου από τις άλλες συμβατικές εφαρμογές του Διαδικτύου, όπως π.χ., η μεταφορά αρχείου ή η περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό. Στις συμβατικές εφαρμογές τα δεδομένα δεν χάνουν τη χρησιμότητά τους, αν καθυστερήσουν κατά τη μεταφορά τους στο δίκτυο χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι «καλοδεχούμενα», αν φτάσουν πολύ γρήγορα ☺.



Σχήμα 7.2. Η χρήση του ενταμιευτή κατά την αναπαραγωγή ήχου στον παραλήπτη.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Υπηρεσία πραγματικού χρόνου, προηγμένες υπηρεσίες δικτύου, ανεκτική υπηρεσία, προσαρμόσιμη υπηρεσία, μη ανεκτικές υπηρεσίες, μη προσαρμόσιμες υπηρεσίες.



Μάθημα 7.3: Απαιτήσεις δικτύου

7.3.1 Γενικά

Στα παραδοσιακά δίκτυα δεδομένων οι παρεχόμενες υπηρεσίες απαιτούσαν από το δίκτυο να λαμβάνεται σωστά η πληροφορία που μεταβιβάζόταν. Για την ικανοποίηση αυτής της απαίτησης, είχε αναπτυχθεί ένα πλήθος από μηχανισμούς επανεκπομπής των εσφαλμένων δεδομένων, οι οποίοι υλοποιούνταν σε διάφορα επίπεδα του δικτύου. Αυτοί οι μηχανισμοί δεν μπορούν να εφαρμοστούν και στην περίπτωση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου, διότι, συνήθως, ο χρόνος εντοπισμού του σφάλματος και της επανεκπομπής υπερβαίνει το προκαθορισμένο χρονικό όριο μεταφοράς και έτσι τα ληφθέντα δεδομένα παύουν να είναι επίκαιρα και χρήσιμα.

Αξίζει να τονιστεί ότι οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου απαιτούν από το δίκτυο να τους εξασφαλίσει ότι τα δεδομένα θα φθάσουν στον προορισμό τους στην ώρα τους. Το δίκτυο από τη μεριά του θα πρέπει να ελέγξει αν μπορεί να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις αυτής της υπηρεσίας. Αν δεν μπορεί, τότε είτε θα απορρίψει την εξυπηρέτηση αυτής της κλήσης είτε θα διαπραγματευτεί με τους χρήστες της για τη χαλάρωση των προκαθορισμένων περιορισμών. Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη δικτύων εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης είναι ένα σύνθετο και πολύπλοκο ζήτημα, ενώ πολλά σημεία του παραμένουν ακόμα θέματα ανοικτά για έρευνα. Στις επόμενες παραγράφους θα παρουσιάσουμε συνοπτικά διάφορες έννοιες αλλά και τους μηχανισμούς που έχουν προταθεί για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου από τα δίκτυα *IP*.

7.3.2 Προσδιοριστές κυκλοφορίας και αιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας

Στα παραδοσιακά δίκτυα δεδομένων το μοναδικό προαπαιτούμενο για την υποστήριξη μιας υπηρεσίας από το δίκτυο ήταν ο καθορισμός της διεύθυνσης προορισμού. Αν η πρόσβαση προς τον κόμβο προορισμού ήταν εφικτή, τότε η υπηρεσία γινόταν αποδεκτή από το δίκτυο και η εξυπηρέτησή της άρχιζε αυτόματα χωρίς δεσμεύσεις και περιορισμούς.

Στις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου, οι απαιτήσεις από το δίκτυο θα πρέπει να προκαθοριστούν και, συνήθως, θα πρέπει να μετασχηματιστούν σε ποσοτική πληροφορία με τη χρησιμοποίηση μετρήσιμων παραμέτρων δικτύου, όπως π.χ., “Η μέγιστη καθυστέρηση πακέτου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 100 msec” ή “Η πιθανότητα απώλειας πακέτου πρέπει να είναι μικρότερη από 10^{-3} ”. Αυτή η ποσοτική πληροφορία λέμε ότι εκφράζεται με τους **προσδιοριστές αιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας** (π.χ., η μέγιστη καθυστέρηση και η πιθανότητα απώλειας πακέτου είναι δύο τέτοιοι προσδιοριστές).



Εκτός από τις απαιτήσεις η υπηρεσία θα πρέπει να προσδιορίσει την ποσότητα και τη μορφή της κυκλοφορίας που θα εισαγάγει στο δίκτυο, ώστε να μπορούν οι μηχανισμοί αποδοχής κλήσης του δικτύου να εξαγάγουν ένα ασφαλές συμπέρασμα για το αν θα εξυπηρετήσουν τη συγκεκριμένη υπηρεσία ή θα την απορρίψουν. Συνήθως, οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου δε δημιουργούν κυκλοφορία με σταθερό ρυθμό. Για παράδειγμα, μία υπηρεσία μεταφοράς κινούμενης εικόνας θα δημιουργεί μεγάλη ποσότητα κυκλοφορίας, όταν υπάρχει κίνηση στην εικόνα, και μικρότερη ποσότητα, όταν μεταφέρει στατικά πλάνα. Οι **προσδιοριστές κυκλοφορίας** μιας υπηρεσίας είναι συνήθως παράμετροι π.χ. ο μέσος και ο μέγιστος ρυθμός δημιουργίας κυκλοφορίας, η διασπορά του ρυθμού κυκλοφορίας, το μέγιστο πλήθος πακέτων που μπορούν να αποσταλούν συνεχόμενα στο δίκτυο κ.ά.

7.3.3 Δέσμευση πόρων

Μία τεχνική που εφαρμόζεται συχνά για την ικανοποιητική εξυπηρέτηση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου είναι η **δέσμευση πόρων** σε όλους τους ενδιαμέσους κόμβους δικτύου από τους οποίους διέρχονται τα πακέτα της υπηρεσίας. Ως πόρους ενός ενδιαμέσου κόμβου (δρομολογητή) εννοούμε το εύρος ζώνης των συνδέσμων του, την ικανότητα διαμεταγωγής πακέτων, το μέγεθος των ενταμιευτών προσωρινής αποθήκευσης κ.ά. Για παράδειγμα, κατά την εξυπηρέτηση μιας υπηρεσίας μεταφοράς κινούμενης εικόνας μπορούμε να δεσμεύσουμε χώρο ίσο με 256 Kb στον ενταμιευτή του κάθε ενδιαμέσου δρομολογητή και χωρητικότητα ίση με 384 Kbps στον αντίστοιχο σύνδεσμο εξόδου. Αυτοί οι δεσμευμένοι πόροι θα χρησιμοποιούνται από τα πακέτα της συγκεκριμένης υπηρεσίας κατά προτεραιότητα.

Παρ' όλο που έχει προταθεί ένα πλήθος πρωτοκόλλων για την υλοποίηση αυτής της τεχνικής στο Διαδίκτυο, στην πράξη έχει επικρατήσει το **Πρωτόκολλο Δέσμευσης Πόρων**, γνωστό ως **RSVP** (*Resource Reservation Protocol*). Η βασική ιδέα του πρωτοκόλλου RSVP είναι απλή στη σύλληψη. Ας θεωρήσουμε την επικοινωνία πραγματικού χρόνου μεταξύ ενός αποστολέα και ενός παραλήπτη. Ο αποστολέας αρχικά στέλνει ένα μήνυμα στον παραλήπτη, στο οποίο επισυνάπτει τους προσδιοριστές της κυκλοφορίας του. Καθώς αυτό το μήνυμα διατρέχει το δίκτυο με κατεύθυνση τον κόμβο προορισμού, ο κάθε ενδιαμέσος δρομολογητής καταγράφει από ποιο σύνδεσμο έχει εισέλθει. Έτσι, αποτυπώνεται η αντίστροφη διαδρομή που πρέπει να ακολουθηθεί από τον παραλήπτη προς τον αποστολέα κόμβο.

Όταν το αρχικό αυτό μήνυμα φθάσει στον προορισμό του, τότε ο παραλήπτης της υπηρεσίας διατυπώνει τις απαιτήσεις του καθορίζοντας τους αντίστοιχους προσδιοριστές αιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας. Κατόπιν, στέλνει πίσω στον αποστολέα ένα μήνυμα, που καλείται **RESV**, και με το οποίο ζητείται δέσμευση πόρων σύμφωνα με τις καταγραφείσες απαιτήσεις. Το μήνυμα **RESV** ακολουθεί την αντίστροφη διαδρομή που έχει αποτυπωθεί στο προηγούμενο βήμα. Εάν ένας ενδιαμέσος δρομολογητής μπορεί να δεσμεύσει τους πόρους που του ζητούνται, τότε προωθεί το μήνυμα στον επόμενο δρομολογητή. Αν δεν μπορεί να πραγματοποιήσει τη ζητηθείσα δέσμευση,



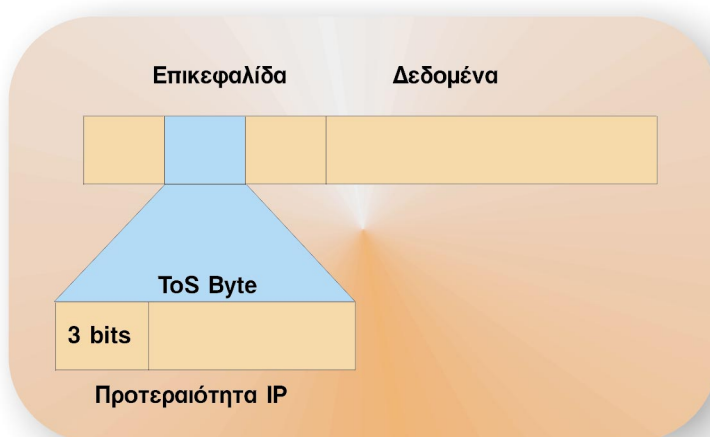
τότε αποστέλλει ένα μήνυμα στον παραλήπτη της υπηρεσίας. Αν όλα πάνε καλά, τότε η κατάλληλη δέσμευση πόρων έχει πραγματοποιηθεί σε όλους τους δρομολογητές μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη. Για όσο χρονικό διάστημα ο παραλήπτης επιθυμεί να διατηρηθεί αυτή η δέσμευση πόρων, αποστέλλει περιοδικά το μήνυμα *RESV*.

7.3.4 Ταξινόμηση πακέτων

Στα δίκτυα εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης θα πρέπει να υπάρχει ένας σαφής τρόπος ταξινόμησης των πακέτων κυκλοφορίας. Σε ένα δρομολογητή τα εισερχόμενα πακέτα μιας υπηρεσίας πραγματικού χρόνου θα πρέπει να διακρίνονται από τα πακέτα μιας συμβατικής υπηρεσίας (π.χ., μεταφοράς αρχείων) και να εξυπηρετούνται με διαφορετικό τρόπο.

Η διάκριση και η ταξινόμηση πακέτων μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Συνήθως γίνεται με βάση τη διεύθυνση προορισμού που αναγράφει το πακέτο. Π.χ., μπορούμε να ορίσουμε ότι τα πακέτα που προορίζονται για την ομάδα διευθύνσεων 193.92.10.0 είναι σημαντικότερα από τα υπόλοιπα πακέτα και πρέπει να εξυπηρετούνται κατά απόλυτη προτεραιότητα. Άλλοτε η διάκριση και η ταξινόμηση γίνεται με βάση το μέγεθος του εισερχόμενου πακέτου.

Στα δίκτυα *IP* η ταξινόμηση των πακέτων μπορεί να γίνει με βάση τα 3 σημαντικότερα δυαδικά ψηφία του πεδίου **Τύπος Υπηρεσίας** (*ToS: Type of Service*) που υπάρχει στην επικεφαλίδα του (σχήμα 7.3). Αυτά τα 3 δυαδικά ψηφία ονομάζονται **δυαδικά ψηφία προτεραιότητας IP** (*IP precedence*). Έτσι, με τη χρήση αυτών των δυαδικών ψηφίων, μπορούμε να διαμοιράσουμε την εισερχόμενη κυκλοφορία στα δίκτυα *IP* σε έξι διαφορετικές κατηγορίες (οι υπόλοιπες δύο έχουν δεσμευτεί για εσωτερική χρήση του δικτύου).



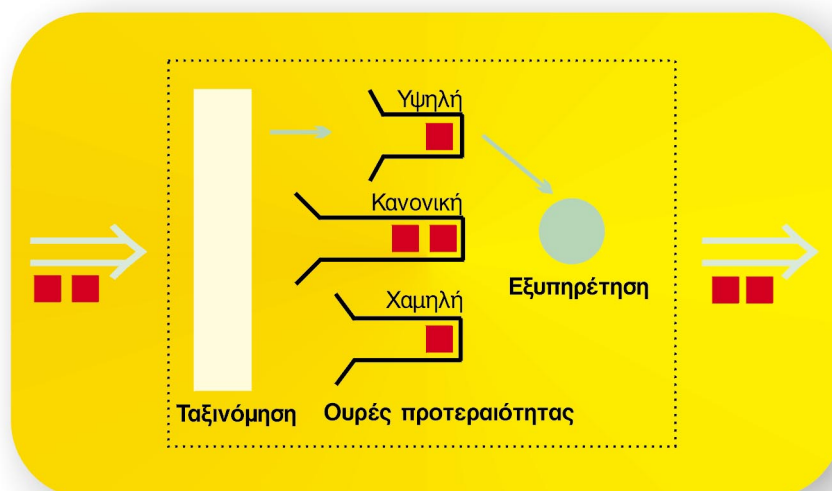
Σχήμα 7.3. Τα bits προτεραιότητας στα πακέτα *IP*.

7.3.5 Πολιτική εξυπηρέτησης

Εάν τα εισερχόμενα πακέτα συσσωρεύονται σε μία ουρά αναμονής, από όπου και εξυπηρετούνται με κριτήριο: **πρώτος έρχεται, πρώτος εξυπηρετείται** (*FCFS: First Come First Served*), τότε ο δρομολογητής δεν είναι σε θέση να παράσχει διάφορα επίπεδα εξυπηρέτησης. Κατά συνέπεια, η ταξινόμηση των εισερχόμενων πακέτων θα είναι χωρίς αντίκρισμα.

Διάφορες πολιτικές εξυπηρέτησης έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία και έχουν υλοποιηθεί σε δρομολογητές πολιτικές οι οποίες υποστηρίζουν την παροχή υπηρεσιών με διάφορα επίπεδα ποιότητας εξυπηρέτησης. Οι δύο πιο γνωστές από αυτές είναι η **εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα** και η **κυκλική εξυπηρέτηση με βάρη**.

Στην εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα ένα πακέτο προωθείται προς το σύνδεσμο εξόδου, μόνο εάν δεν υπάρχει στο δρομολογητή άλλο πακέτο υψηλότερης προτεραιότητας που να αναμένει την εξυπηρέτησή του. Για παράδειγμα, στο σχήμα 7.4, τα εισερχόμενα πακέτα ταξινομούνται σε πακέτα υψηλής, κανονικής και χαμηλής προτεραιότητας με βάση κάποια προκαθορισμένα κριτήρια. Τα δύο πακέτα που περιμένουν στην ουρά της κανονικής προτεραιότητας θα εξυπηρετηθούν μετά το πακέτο υψηλής προτεραιότητας και πριν από το πακέτο χαμηλής προτεραιότητας, με την προϋπόθεση ότι ενδιάμεσα δε θα εισέλθει στο δρομολογητή κανένα άλλο πακέτο υψηλής προτεραιότητας.

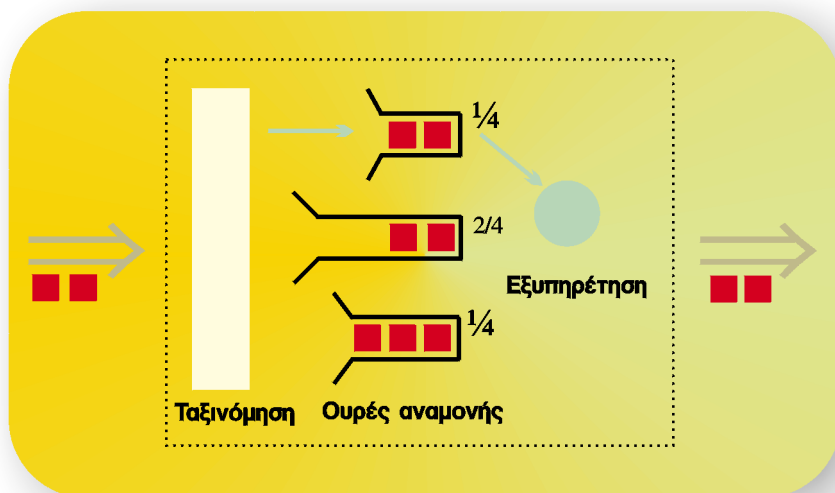


Σχήμα 7.4: Εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα.

Στην κυκλική εξυπηρέτηση με βάρη ο χρόνος εξυπηρέτησης σε ένα σύνδεσμο εξόδου χωρίζεται σε περιόδους, οι οποίες καλούνται κύκλοι. Κατά τη διάρκεια ενός κύκλου, ο χρόνος εξυπηρέτησης διαμοιράζεται σε ποσότητες ανάλογες με τα προκαθορισμένα βάρη στις ουρές αναμονής. Για παράδειγμα, στο σχήμα 7.5, τα εισερχόμενα πακέτα συσσωρεύονται σε τρεις διαφορετικές ουρές αναμονής, ανάλογα με



τα προκαθορισμένα κριτήρια ταξινόμησης των πακέτων. Αν ο κύκλος εξυπηρέτησης έχει οριστεί ίσος με το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εξυπηρέτηση τεσσάρων πακέτων, τότε, με το πέρας του 1ου κύκλου, θα έχουν απομείνει ένα, κανένα και δύο πακέτα προς εξυπηρέτηση σε καθεμιά από τις τρεις ουρές αναμονής.



Σχήμα 7.5: Κυκλική εξυπηρέτηση με βάρη.

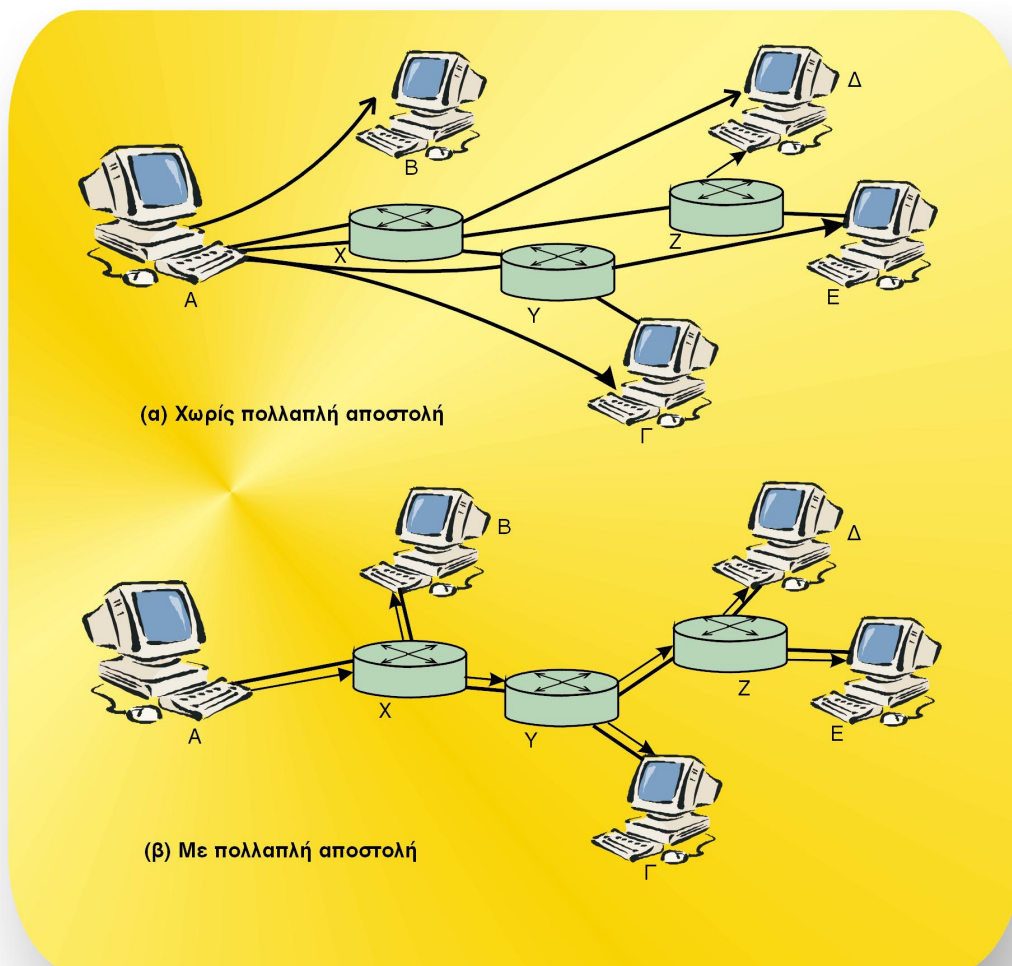
7.3.6 Αποστολή σε πολλαπλούς παραλήπτες

Ας θεωρήσουμε μία υπηρεσία σύνδεσης με το Χρηματιστήριο, μέσω της οποίας ο τελικός χρήστης ενημερώνεται σε πραγματικό χρόνο για τις εξελίξεις στις τιμές των μετοχών. Σ' αυτή την περίπτωση, ο αποστολέας της πληροφορίας είναι μοναδικός, ενώ οι παραλήπτες πολλοί.

Συγκεκριμένα, ας θεωρήσουμε το δίκτυο του σχήματος 7.6, όπου ο αποστολέας κόμβος είναι ο Α και παραλήπτες οι Β, Γ, Δ και Ε. Το δίκτυο μετάδοσης της πληροφορίας υλοποιείται με τους τρεις δρομολογητές Χ, Υ και Ζ. Για τη διάθεση της πληροφορίας προς τον τελικό χρήστη η κλασική μέθοδος υλοποίησης εφαρμόζεται με την εγκατάσταση μιας νοητής σύνδεσης μεταξύ του αποστολέα και του κάθε παραλήπτη. Έτσι, στο δίκτυό μας θα έχουμε τις τέσσερις ξεχωριστές νοητές συνδέσεις ΑΒ, ΑΓ, ΑΔ και ΑΕ (σχήμα 7.6α). Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η επιβάρυνση των συνδέσεων με πολλαπλά αντίγραφα της ίδιας πληροφορίας. Π.χ., στο σύνδεσμο ΑΧ, μεταφέρονται τέσσερα πακέτα με την ίδια πληροφορία, ένα για κάθε νοητή σύνδεση.

Για να αποφύγουμε τη μεταφορά πολλαπλών αντιγράφων στο δίκτυο, μπορούμε να εφαρμόσουμε την **τεχνική της αποστολής σε πολλαπλούς παραλήπτες**, που είναι γνωστή ως **πολλαπλή αποστολή (multicasting)**. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική ένα πακέτο *multicasting* προωθείται σε όλους τους συνδέσμους του δρομολογητή που έχουν ενεργοποιημένη αυτή τη δυνατότητα. Έτσι, στο δίκτυο του σχήματος 7.6 β το

πακέτο *multicasting* που εισέρχεται στο δρομολογητή X θα προωθηθεί και στους δύο συνδέσμους εξόδου XB και XY. Το πακέτο που εισέρχεται στο δρομολογητή Y θα προωθηθεί στους YZ και YΓ και, αντίστοιχα, θα φθάσει και στους τελικούς κόμβους Δ και Ε.



Σχήμα 7.6: Αποστολή σε πολλούς παραλήπτες

(α) χωρίς χρήση πολλαπλής αποστολής και (β) με χρήση πολλαπλής αποστολής.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Προσδιορισμός αιτούμενης ποιότητας υπηρεσίας, προσδιοριστής κυκλοφορίας, πρωτόκολλο δέσμευσης πόρων, προτεραιότητα IP, εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα, εξυπηρέτηση με βάρη, τεχνική αποστολής σε πολλαπλούς παραλήπτες (*multicasting*).



Μάθημα 7.4: Τηλεδιάσκεψη

7.4.1 Γενικά

Η ιδέα της τηλεδιάσκεψης δεν είναι καινούρια. Επιχειρησιακοί χώροι ειδικά εξοπλισμένοι με συστήματα τηλεδιάσκεψης υπήρξαν και λειτουργούσαν από τη δεκαετία του 1960 στις Η.Π.Α. Συνήθως, οι άνθρωποι που λάμβαναν μέρος σε μία τέτοια τηλεδιάσκεψη κάθονταν γύρω από ένα τραπέζι και είχαν απέναντί τους, σε μεγάλες οθόνες, αυτούς που συμμετείχαν από μακριά.

Σ' αυτά τα πρώτα συστήματα τηλεδιάσκεψης, η ποιότητα της μεταφερόμενης εικόνας και ήχου βρισκόταν σε αποδεκτά επίπεδα, αλλά υπήρχαν δύο σημαντικοί περιορισμοί στην ευρεία εξάπλωση της χρήσης τους. Ο πρώτος ήταν το υπερβολικά μεγάλο κόστος, τόσο της ανάπτυξης (ειδικό υλικό και λογισμικό) όσο και της λειτουργίας (τηλεπικοινωνιακά τέλη και διαχειριστικός φόρτος). Ο δεύτερος περιορισμός οφειλόταν στο γεγονός ότι το αναγκαίο εύρος ζώνης για τη λειτουργία της υπηρεσίας τηλεδιάσκεψης δεν ήταν, με τα τότε τεχνολογικά δεδομένα, εύκολα διαθέσιμο στις εγκαταστάσεις του τελικού χρήστη. Έτσι, οι χώροι τηλεδιάσκεψης βρίσκονταν μέσα στις εγκαταστάσεις των τηλεπικοινωνιακών οργανισμών, με τις όποιες δυσκολίες χρήσης αυτό συνεπάγεται.

Από εκείνα τα πρώτα χρόνια της τηλεδιάσκεψης έως σήμερα υπήρξαν ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις, τις οποίες μπορούμε να συνοψίσουμε στα εξής:

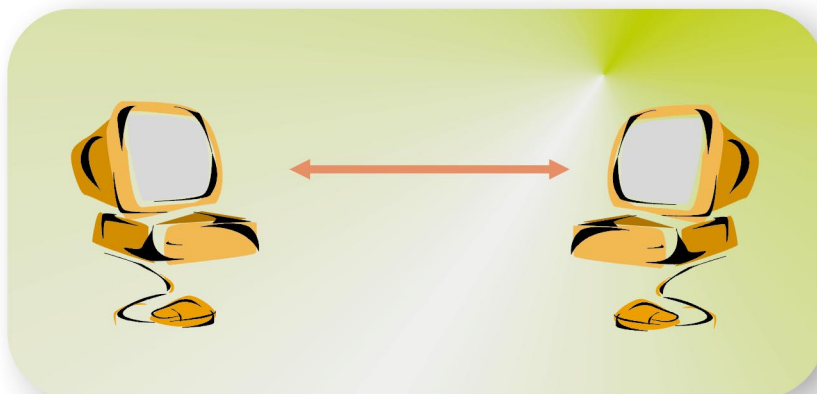
- ✓ Τεράστια αύξηση στη διαθέσιμη υπολογιστική ισχύ με παράλληλη μείωση του κόστους απόκτησής της και του μεγέθους του αντίστοιχου εξοπλισμού. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα υλοποίησης φτηνών και αποτελεσματικών συστημάτων κωδικοποίησης και συμπίεσης της κινούμενης εικόνας.
- ✓ Ανάπτυξη σε ευρεία κλίμακα εξοπλισμού ψηφιακής μεταφοράς δεδομένων σε πολύ υψηλές ταχύτητες και με πολύ μικρό ρυθμό εμφάνισης σφαλμάτων μεταφοράς. Αυτό έδωσε τη δυνατότητα αξιόπιστης, οικονομικής και αποδοτικής μεταφοράς κινούμενης εικόνας.
- ✓ Τυποποίηση του τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού και των υπηρεσιών, που έδωσε τη δυνατότητα της διαλειτουργικότητας μεταξύ των εγκατεστημένων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και των διάφορων τύπων τερματικού εξοπλισμού.

Με την αξιοποίηση αυτών των τεχνολογικών εξελίξεων, κατέστη δυνατή στις μέρες μας η **τηλεδιάσκεψη γραφείου** (*desktop teleconference*). Ο χρήστης τώρα κάθεται στο γραφείο του και συνδιασκέπτεται με τους άλλους συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας τον προσωπικό του υπολογιστή, με τρόπο αντίστοιχο με αυτόν της τηλεφωνίας. Η τηλεδιάσκεψη γραφείου έτυχε ευρείας αποδοχής από το καταναλωτικό κοινό και η αμεσότητά της ως μέσου επικοινωνίας αξιοποιείται ήδη από ένα μεγάλο φάσμα σύνθετων υπηρεσιών, όπως π.χ., η εκπαίδευση από απόσταση, η τηλεϊατρική και το ηλεκτρονικό εμπόριο.



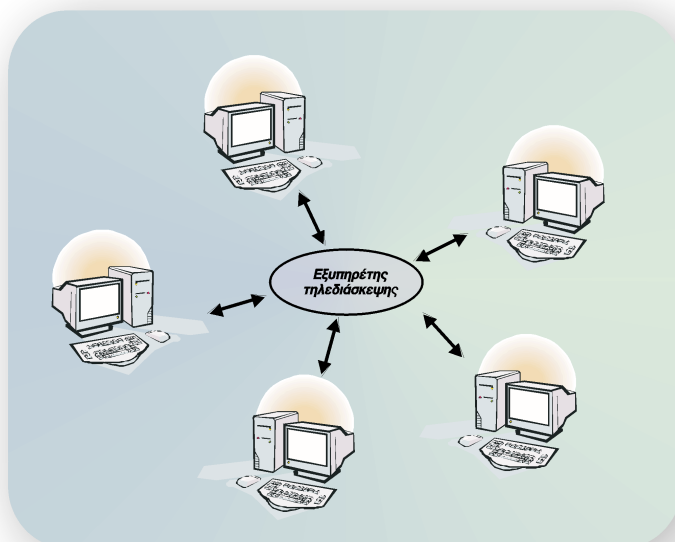
7.4.2 Τύποι τηλεδιάσκεψης

Όταν η συνομιλία γίνεται με ένα μόνο άτομο, τότε η επικοινωνία είναι **σημείου με σημείο** (μάθημα 1.2). Οι υπολογιστές συνδέονται απευθείας ο ένας με τον άλλο (σχήμα 7.7) είτε μέσω του Διαδικτύου είτε μέσω του τηλεφωνικού δικτύου (*ISDN* ή παραδοσιακού) είτε μέσω ενός ιδιωτικού δικτύου (π.χ., ενός τοπικού δικτύου ή ενός ενδοδικτύου). Αυτού του τύπου η διάσκεψη είναι συνήθως ιδιωτική και γι' αυτό εξοπλίζεται με τη δυνατότητα ενεργοποίησης διάφορων συστημάτων ασφαλείας και κρυπτογράφησης.



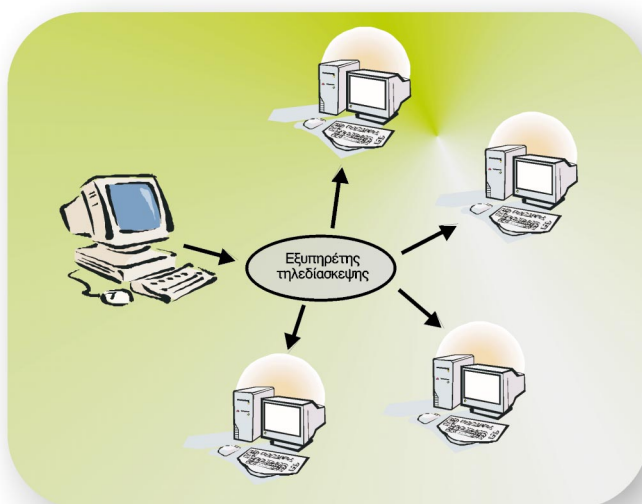
Σχήμα 7.7: Τηλεδιάσκεψη σημείου με σημείο.

Ο δεύτερος τύπος τηλεδιάσκεψης ονομάζεται **ομαδική τηλεδιάσκεψη** και επιτρέπει τη συμμετοχή σ' αυτή δύο ή περισσότερων ατόμων. Ο πιο συνήθης τρόπος υλοποίησης μιας ομαδικής τηλεδιάσκεψης είναι μέσω της διασύνδεσης του κάθε χρήστη με ένα **σταθμό εξυπηρέτησης τηλεδιάσκεψης**, ο οποίος συχνά καλείται και **γέφυρα**. Τα δεδομένα τα οποία λαμβάνει ο σταθμός εξυπηρέτησης από κάποιο χρήστη, τα προωθεί αυτόματα σε όλους τους υπόλοιπους διασυνδεδεμένους χρήστες (σχήμα 7.8). Όταν ένας χρήστης συνδέεται με μία ομαδική τηλεδιάσκεψη, παρέχεται συνήθως σ' αυτόν η δυνατότητα επιλογής των ατόμων με τους οποίους επιθυμεί να συνομιλήσει. Επίσης, για την εξασφάλιση της επιθυμητής μυστικότητας μιας συνομιλίας και σ' αυτού του τύπου τις εφαρμογές, παρέχεται η δυνατότητα πιστοποίησης της **αυθεντικότητας** (*authentication*) και της **εξουσιοδότησης** (*authorization*) του συνομιλητή.



Σχήμα 7.8: Ομαδική τηλεδιάσκεψη.

Ο τρίτος τύπος τηλεδιάσκεψης μοιάζει με εκπομπή τηλεοπτικού σήματος και ονομάζεται **μονόπλευρη τηλεδιάσκεψη**. Σημειώνεται ότι ένας υπολογιστής στον οποίο ανατίθενται διεργασίες σταθμού εξυπηρέτησης τηλεδιάσκεψης μεταφέρει κινούμενη εικόνα και ήχο σε όλους τους διασυνδεδεμένους χρήστες. Οι χρήστες δεν μπορούν να αποστείλουν δεδομένα, αλλά μόνο να λάβουν (σχήμα 7.9).



Σχήμα 7.9: Μονόπλευρη τηλεδιάσκεψη.



7.4.3 Τα δομικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεδιάσκεψης γραφείου

Εκτός από τον προσωπικό υπολογιστή, ένα σύστημα τηλεδιάσκεψης γραφείου θα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με τα ακόλουθα (βλέπε σχήμα 7.10):

- ✓ **Μικρόφωνο και ηχεία**, για τη λήψη και την απόδοση του ήχου αντίστοιχα.
- ✓ **Συσκευή λήψεως κινούμενων εικόνων** (*camera*).
- ✓ **Σύστημα κωδικοποίησης – αποκωδικοποίησης** (*codec*).

Αυτό το σύστημα υλοποιείται κυρίως ως μία ξεχωριστή κάρτα επέκτασης, αλλά μπορεί να το συναντήσετε και ως συνδυασμό υλικού και λογισμικού. Οι κύριες λειτουργίες του είναι η κωδικοποίηση των εξερχόμενων σημάτων της κινούμενης εικόνας και του ήχου και η αποκωδικοποίηση των εισερχόμενων σημάτων. Πριν από τη μετάδοση, το σύστημα αυτό μετατρέπει τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακά και συμπιέζει τα ψηφιακά σήματα. Τα εισερχόμενα σήματα εικόνας και ήχου αποσυμπιέζονται και μετατρέπονται σε αναλογικά, σε μορφή κατάλληλη για απόδοση.

- ✓ **Λογισμικό τηλεδιάσκεψης.**

Στις κύριες λειτουργίες του λογισμικού τηλεδιάσκεψης συμπεριλαμβάνονται η υψηλού επιπέδου διαχείριση των συσκευών πολυμέσων του υπολογιστικού συστήματος (μικρόφωνο, ηχεία, *camera* και *codec*), η εγκατάσταση της επικοινωνίας με τα υπόλοιπα συστήματα που συμμετέχουν στην τηλεδιάσκεψη και ο συντονισμός και η εκτέλεση των διάφορων διαθέσιμων αλγορίθμων, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι ποιοτικά αποδεκτό.

- ✓ **Σύνδεση στο Διαδίκτυο.**

Το κύριο μέσο επικοινωνίας στα συστήματα τηλεδιάσκεψης γραφείου είναι πλέον το Διαδίκτυο. Πρόσβαση στο Διαδίκτυο μπορούμε να έχουμε είτε μέσω του τοπικού μας δικτύου (μόνο όταν μία τέτοια υπηρεσία παρέχεται κεντρικά στους χρήστες του τοπικού δικτύου) είτε μέσω του επιλογικού τηλεφωνικού δικτύου (αναλογικού ή *ISDN*). Επίσης, συνδέσεις σημείου με σημείο μπορούμε να πραγματοποιήσουμε και απευθείας μέσω του επιλογικού τηλεφωνικού δικτύου, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται να περάσουμε μέσω του Διαδικτύου.



Σχήμα 7.10. Τα δομικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεδιάσκεψης γραφείου.



7.4.4 Ρυθμός σύνδεσης σε μία τηλεδιάσκεψη γραφείου

Ας θεωρήσουμε την απλή περίπτωση μιας τηλεδιάσκεψης σημείου με σημείο. Μεταξύ των συνδεδεμένων συστημάτων έχει εγκατασταθεί ένα ιδεατό κανάλι επικοινωνίας, δια μέσου του οποίου μεταφέρονται όλες οι πληροφορίες που ανταλλάσσονται. Το κανάλι αυτό θα πρέπει να διαθέτει το απαραίτητο εύρος, έτσι ώστε να μην παρατηρείται ούτε υποβάθμιση της παρεχόμενης ποιότητας υπηρεσίας αλλά ούτε και σπατάλη των πόρων του δικτύου. Αυτό το εύρος του καναλιού επικοινωνίας αναφέρεται ως **ρυθμός σύνδεσης** και η μονάδα μέτρησής του είναι σε bits/sec ή bps.

Ο προσδιορισμός του κατάλληλου ρυθμού σύνδεσης σε μία τηλεδιάσκεψη εξαρτάται άμεσα από τα ποιοτικά κριτήρια που θέτουν οι συμμετέχοντες. Η εξασφάλιση του σε όλη τη διάρκεια της τηλεδιάσκεψης, αποτελεί ένα πολύ σύνθετο και δύσκολο πρόβλημα στον τομέα της διαχείρισης δικτύων. Εδώ, θα περιγραφεί συνοπτικά πώς κωδικοποιούνται και πώς αποδίδονται οι κινούμενες εικόνες στα συστήματα τηλεδιάσκεψης υπό το πρίσμα του προσδιορισμού του απαραίτητου ρυθμού σύνδεσης.

Όπως αναφέρθηκε και στο μάθημα 2.1, η εικόνα στην οθόνη ενός υπολογιστή αποτελείται από πολύ μικρές κουκκίδες, οι οποίες καλούνται εικονοστοιχεία ή εικονοψηφίδες (*pixels*). Για παράδειγμα, η εικόνα του σχήματος 7.11 έχει μέγεθος 300 x 300 εικονοψηφίδων και καταλαμβάνει περίπου το 1/8 της ορατής επιφάνειας μιας οθόνης με ανάλυση 1.024 x 768.



Σχήμα 7.11: Μία εικόνα μεγέθους 300 x 300 εικονοψηφίδων, κωδικοποιημένη με σχήμα συμπίεσης, που δεν προκαλεί απώλεια ποιότητας (GIF).

Ανάλογα με το επιθυμητό βάθος χρώματος μιας εικόνας η κάθε εικονοψηφίδα αντιστοιχίζεται με έναν ή περισσότερους χαρακτήρες (*bytes*) πληροφορίας. Για παράδειγμα, εάν το βάθος χρώματος της εικόνας 7.11 είναι 8 δυαδικά ψηφία, τότε το μέγε-



Τα κανάλια επικοινωνίας μπορούμε εύκολα να τα παρομοιάσουμε με τους σωλήνες στο δίκτυο των νερών της βροχής, με τη διαφορά ότι εκεί αντί για πληροφορία, διακινείται νερό. Το εύρος των σωλήνων είναι συγκεκριμένο και έτσι, συγκεκριμένη είναι η ποσότητα του βρόχινου νερού που επιτρέπουν να περάσει ανά μονάδα χρόνου. Αξίζει να παρατηρηθεί ότι στην περίπτωση κατακλυσμού, θα έχουμε πλημμύρα σε εκείνα τα σημεία που οι σωλήνες είναι στενοί.



θος της θα είναι ίσο με $300 \times 300 \times 8 = 720.000$ δυαδικά ψηφία. Η συνεχής παρουσίαση εικόνων με σταθερό ρυθμό δίδει στο ανθρώπινο μάτι την ψευδαίσθηση της κινούμενης εικόνας. Για παράδειγμα, στο τηλεοπτικό σήμα ο ρυθμός εναλλαγής είναι 30 εικόνες ανά δευτερόλεπτο. Με τα παραπάνω δεδομένα, μπορούμε να προσδιορίσουμε τον επιθυμητό ρυθμό της σύνδεσης σε μία τηλεδιάσκεψη, αφού το εύρος του καναλιού επικοινωνίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με $720.000 \text{ bits/εικόνα} \times 30 \text{ εικόνες/sec} = 21,6 \text{ Mbps}$.

Για να γίνει αντιληπτό το μέγεθος του παραπάνω επιθυμητού ρυθμού σύνδεσης, αξίζει να αναφέρουμε ότι:

- ✓ Το εύρος ζώνης μιας αναλογικής σύνδεσης μέσω του παραδοσιακού επιλογικού τηλεφωνικού δικτύου ανέρχεται στα 56 Kbps.
- ✓ Το εύρος ζώνης μιας ψηφιακής σύνδεσης μέσω του επιλογικού τηλεφωνικού δικτύου *ISDN* ανέρχεται στα 128 Kbps.
- ✓ Το εύρος ζώνης μιας τυπικής μόνιμης σύνδεσης των εταιρικών δικτύων στο Διαδίκτυο κυμαίνεται μεταξύ 64 Kbps και 2 Mbps.
- ✓ Το εύρος ζώνης των συνδέσεων κορμού των ΕΠΥΔ στην Ελλάδα είναι πολλαπλάσιο των 2 Mbps (με μέγιστο τα 34 Mbps).
- ✓ Το εύρος ζώνης ανά θύρα που διαθέτουν οι μεταγωγείς *Fast Ethernet* ανέρχεται σε 100 Mbps.



Όπως είναι γνωστό οι μεταγωγείς *Fast Ethernet*, αποτελούν την επικρατούσα πλέον τεχνολογία υλοποίησης τοπικών δικτύων.

Από τα παραπάνω δίνεται η εντύπωση ότι η τηλεδιάσκεψη γραφείου είναι εφικτή μόνο στα υψηλού ρυθμού τοπικά δίκτυα, ενώ στα δίκτυα ευρείας περιοχής, καθώς και στο Διαδίκτυο δεν είναι λόγω της πολύ χαμηλής απόδοσής της. Για παράδειγμα, με τα όσα έχουμε αναφέρει ως τώρα, η τηλεδιάσκεψη μέσω σύνδεσης *ISDN* θα επιτύγχανε τη μετάδοση μίας εικόνας κάθε 5,5 δευτερόλεπτα (παράδειγμα σχήματος 7.11). Ο ρυθμός αυτός είναι χαμηλός και τη λύση στο πρόβλημα αυτό έρχονται να μας τη δώσουν οι τεχνικές συμπίεσης δεδομένων. Το πώς ακριβώς δουλεύουν οι αλγόριθμοι συμπίεσης μας απασχόλησε στο μάθημα 2.2. Εδώ θα σταθούμε σε δύο μόνο σημεία: στο πόσο καλή είναι η απόδοσή τους και στο αν εξασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων διαφορετικών κατασκευαστών.

Η απόδοση ενός αλγορίθμου συμπίεσης εικόνας χαρακτηρίζεται κυρίως από το **λόγο συμπίεσης** που επιτυγχάνει και ο οποίος ισούται με το κλάσμα του μεγέθους της εικόνας μετά τη συμπίεση δια του μεγέθους της εικόνας πριν από τη συμπίεση. Για παράδειγμα, εάν συμπιέσουμε μία εικόνα μεγέθους 1000 bytes σε εικόνα μεγέθους 200 bytes, τότε έχουμε επιτύχει ένα λόγο συμπίεσης 1:5.

Όπως έχει αναφερθεί στο μάθημα 2.2 οι τεχνικές συμπίεσης εικόνας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σ' αυτές που αποδίδουν πιστά την εικόνα μετά την αποσυμπίεσή της και σ' αυτές που προκαλούν απώλεια της ποιότητάς της. Για παράδειγμα:

- ✓ Η εικόνα του σχήματος 7.11 είναι αποθηκευμένη ως αρχείο τύπου *GIF*, η οποία είναι μία τεχνική συμπίεσης που δεν προκαλεί απώλεια ποιότητας. Το μέγεθος του αρχείου είναι 51.594 bytes, επιτυγχάνοντας έτσι συμπίεση στο 57,3% του αρχικού μεγέθους.
- ✓ Οι εικόνες που παρουσιάζονται στο σχήμα 7.12 είναι αποθηκευμένες σε αρ-

χεία τύπου *JPEG*. Όπως είναι γνωστό η *JPEG* είναι μία τεχνική που προκαλεί απώλεια ποιότητας κατά την αποσυμπίεση της εικόνας. Στην τεχνική αυτή, η ποιότητα της εικόνας προσδιορίζεται ως ποσοστιαίο μέγεθος. Η εικόνα με “ποιό-



Εικόνα ποιότητας 5%
Μέγεθος: 3.009 bytes



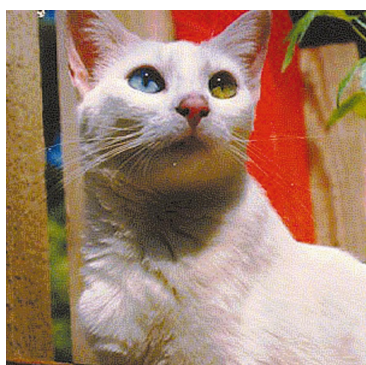
Εικόνα ποιότητας 10%
Μέγεθος: 4.289 bytes



Εικόνα ποιότητας 25%
Μέγεθος: 8.275 bytes



Εικόνα ποιότητας 60%
Μέγεθος: 15.728 bytes



Εικόνα ποιότητας 90%
Μέγεθος: 43.062 bytes



Εικόνα ποιότητας 100%
Μέγεθος: 91.786 bytes

Σχήμα 7.12. Αναπαραστάσεις εικόνας μεγέθους 300 x 300 εικονοψηφίδων, κωδικοποιημένη με σχήμα συμπίεσης *JPEG*, που προκαλεί απώλεια ποιότητας.



Με τις επερχόμενες εξελίξεις στη δικτυακή τεχνολογία, η επόμενη γενιά των συστημάτων τηλεδιάσκεψης γραφείου θα προσφέρουν στο μέσο χρήστη ρυθμούς σύνδεσης μεγαλύτερους των 1,5 Mbps.

τητα” 100% δεν έχει καμία απώλεια κατά την αποσυμπίεσή της, ενώ η εικόνα με “ποιότητα” 5% έχει τη μέγιστη απώλεια ποιότητας.

Χωρίς τις λεζάντες είναι δύσκολο να ξεχωρίσει κανείς την εικόνα ποιότητας 100% από την εικόνα ποιότητας 90%, ή ακόμη από την εικόνα ποιότητας 60%. Όμως, το μέγεθος της εικόνας με ποιότητα 60% είναι περίπου το 19% του μεγέθους της αρχικής εικόνας. Δηλαδή, ο λόγος συμπίεσης είναι περίπου 4:20. Ακόμα και η εικόνα ποιότητας 25% η οποία μας δίνει ένα λόγο συμπίεσης κοντά στο 1:10 μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή.

Ας δούμε τώρα την επίδραση της συμπίεσης δεδομένων στον ρυθμό που απαιτεί η σύνδεση για την τηλεδιάσκεψη. Αν αποδεχτούμε την ποιότητα της εικόνας 25%, τότε το εύρος του καναλιού επικοινωνίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με $66.200 \text{ bits/εικόνα} \times 30 \text{ εικόνες/sec} = 1,98 \text{ Mbps}$. Στην τηλεδιάσκεψη μέσω σύνδεσης *ISDN* αυτή η διέλευση μεταφράζεται σε μετάδοση δύο εικόνων ανά δευτερόλεπτο, μια σημαντικά αισθητή βελτίωση της αποδιδόμενης ποιότητας σε σχέση με τη μη χρησιμοποίηση τεχνικών συμπίεσης δεδομένων.

Οι ισχύουσες τυποποιήσεις για την τηλεδιάσκεψη γραφείου ορίζουν τη μεταφορά εικόνας μεγέθους 288×176 εικονοψηφίδων σε ρυθμούς μεταφοράς ίσους με 7.5, 10, 15 ή 30 εικόνων ανά δευτερόλεπτο, ανάλογα με το βάθος χρώματος που επιλέγεται και το πλήθος των παράλληλων συνδέσεων *ISDN* που αξιοποιούνται. Σήμερα, υπάρχουν κάρτες τηλεδιάσκεψης γραφείου που δέχονται ταυτόχρονα μέχρι τρεις συνδέσεις *ISDN*, ανεβάζοντας τη διέλευση στα 384 Kbps.



Αυτό που πυροδότησε την έκρηξη πωλήσεων στις συσκευές *fax* ήταν η εισαγωγή των αντίστοιχων προτύπων, που επέτρεψε οποιαδήποτε συσκευή *fax* να στέλνει τηλεομοιοτυπικά μηνύματα σε οποιαδήποτε άλλη συσκευή *fax* στον κόσμο, χρησιμοποιώντας απλώς μία τηλεφωνική γραμμή.

7.4.5 Τυποποιήσεις

Στα πρώτα χρόνια της τηλεδιάσκεψης μόνο οι χρήστες που διέθεταν εξοπλισμό από τον ίδιο κατασκευαστή μπορούσαν να συνδιασκέπτονται από μακριά. Και αυτό, διότι οι τεχνικές συμπίεσης που χρησιμοποιούσε το κάθε σύστημα τηλεδιάσκεψης ήταν ιδιόκτητες και μυστικές. Με το άνοιγμα των αγορών αυτό άλλαξε, με αποτέλεσμα, όταν η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (*ITU*) παρουσίασε μία σειρά από πρότυπα για την τηλεδιάσκεψη, αυτή να γίνει μια καθολική υπηρεσία, αντίστοιχη με την τηλεομοιοτυπία (*fax*). Όλοι οι κατασκευαστές εξοπλισμού τηλεδιάσκεψης έχουν υιοθετήσει αυτά τα πρότυπα, προσδίδοντας έτσι στον εξοπλισμό τους το χαρακτηριστικό της διαλειτουργικότητας.

7.4.5.1 Συνοπτική παρουσίαση των πρωτοκόλλων τηλεδιάσκεψης

Η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών έχει θεσπίσει τα πρωτόκολλα *H.320*, *H.323* και *H.324*, τα οποία αποτελούν τα πρότυπα τηλεδιάσκεψης πάνω από συνδέσεις *ISDN*, τοπικού δικτύου (*LAN*) και παραδοσιακού τηλεφωνικού δικτύου (*POTS: Plain Old Telephone Service*) αντίστοιχα.

Καθένα από τα πρωτόκολλα *H.320*, *H.323* και *H.324* είναι ουσιαστικά μία ομπρέλα επιμέρους πρωτοκόλλων, τα οποία ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες (βλέπε πίνακα 7.1):

- ✓ Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα πρωτόκολλα *H.261*, *H.263* και *H.263+*, τα οποία καθορίζουν τους **αλγορίθμους συμπίεσης** και τις αναλύσεις της εικόνας που χρησιμοποιείται κατά την τηλεδιάσκεψη.
- ✓ Τα πρωτόκολλα της δεύτερης κατηγορίας επικεντρώνονται στις απαιτήσεις για τη **μεταφορά ήχου** (*G.711*, *G.722*, *G.723* και *G.728*).
- ✓ Τα πρωτόκολλα της τρίτης κατηγορίας ασχολούνται με τη **μεταφορά δεδομένων** και τα ζητήματα ελέγχου που σχετίζονται με την τηλεδιάσκεψη (π.χ., μορφή και δομή εικόνας, εγκατάσταση και τερματισμός σύνδεσης, έλεγχος απομακρυσμένης κάμερας κ.ά.).

H.320 ISDN Videoconferencing	H.261 H.263 H.263+	Video
	G.711 G.722 G.728	Audio
	T.120	Data
H.323 LAN Videoconferencing	H.261 H.263 H.263+	Video
	G.711 G.722 G.723 G.728	Audio
	T.120	Video
H.324 POTS Videoconferencing	H.261 H.263 H.263+	
	G.723	Audio
	T.120	Data



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Τηλεδιάσκεψη, τηλεδιάσκεψη γραφείου, τηλεδιάσκεψη σημείου με σημείο, ομαδική τηλεδιάσκεψη, Μονόπλευρη τηλεδιάσκεψη, διέλευση, συμπίεση, πιστοποίηση αυθεντικότητας, εξουσιοδότηση.

Πίνακας 7.1: Τα πρότυπα της τηλεδιάσκεψης γραφείου.

Μάθημα 7.5: Η εφαρμογή τηλεδιάσκεψης γραφείου CU-See Me

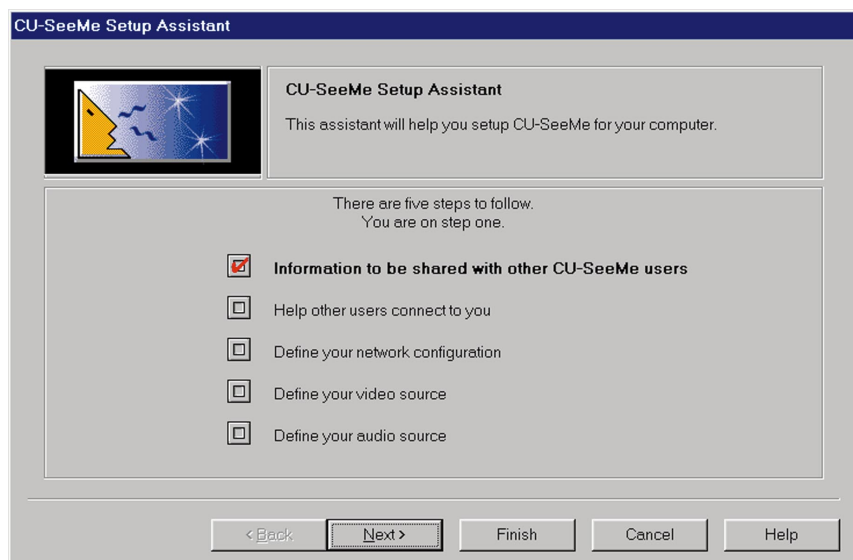
7.5.1 Εισαγωγή

Ένα ευρύ φάσμα προϊόντων για την υποστήριξη της τηλεδιάσκεψης γραφείου είναι διαθέσιμο στο εμπόριο. Μερικά χαρακτηριστικά προϊόντα είναι τα:

- ✓ **CU-SeeMe** της CUseeMe Networks , Inc.
- ✓ **Proshare Video System** της Intel.
- ✓ **ShowMe TV** της SUN.

Το πρώτο από αυτά είναι μία εφαρμογή λογισμικού που λειτουργεί στις πλατφόρμες *MS-Windows 95/98/NT/2000*, *Apple MacOS*, *SUN Solaris* και *Red Hat Linux*. Η δυνατότητα λειτουργίας του πάνω από τα πιο γνωστά λειτουργικά συστήματα της αγοράς, η συμμόρφωσή του με τις διεθνείς τυποποιήσεις, η μεγάλη εγκατεστημένη βάση του προϊόντος και η χαμηλή τιμή απόκτησής του αποτελούν τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά του. Συνεργάζεται χωρίς πρόβλημα με το διαθέσιμο εξοπλισμό του συστήματος (κάμερα, ηχεία, μικρόφωνο) και σε γενικές γραμμές αποτελεί μία αξιόπιστη και οικονομική πρόταση για την τηλεδιάσκεψη γραφείου.

Σ' αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε συνοπτικά την εφαρμογή τηλεδιάσκεψης γραφείου *CU-SeeMe*, έκδοση 3.1.1. Ενδεικτικά, αξίζει να αναφέρουμε ότι το προϊόν *Proshare* είναι μία πρόταση υψηλού κόστους και απόδοσης για συστήματα *MS-Windows*, ενώ αντίστοιχη πρόταση για τα συστήματα *SUN-Solaris* είναι το προϊόν *ShowMe*.



Σχήμα 7.13. Τα σημεία όπου απαιτείται δήλωση στοιχείων και ρυθμίσεις πριν από τη χρήση της εφαρμογής *CU-SeeMe*.

7.5.2 Ρυθμίσεις της εφαρμογής

Μετά την εγκατάσταση της κάμερας, των ηχείων, του μικροφώνου και της εφαρμογής στον υπολογιστή σας, θα πρέπει να ρυθμίσετε την εφαρμογή αυτή, έτσι, ώστε να ανταποκρίνεται στις προτιμήσεις σας και στο υπολογιστικό και δικτυακό σας περιβάλλον. Πέντε είναι τα σημεία που απαιτούν δήλωση στοιχείων και ρυθμίσεις (σχήμα 8.13).

✓ **Προσωπικές πληροφορίες**

Αρχικά, θα πρέπει να δηλώσετε τα προσωπικά στοιχεία που θέλετε να μοιράζεστε με τους άλλους χρήστες σε μία τηλεδιάσκεψη (σχήμα 7.14). Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι σας ζητείται να δηλώσετε ένα **ψευδώνυμο**, με το οποίο θα εμφανίζεστε στους διάφορους “χώρους” τηλεδιάσκεψης. Αν δεν καθορίσετε ένα ψευδώνυμο, τότε θα πρέπει να εμφανίζεστε με το ονοματεπώνυμό σας.

✓ **Υπηρεσία καταλόγου**

Για να βρίσκετε εύκολα τους διάφορους συνομιλητές σας, αλλά για να σας βρίσκουν εύκολα και αυτοί, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε μία από τις διαθέσιμες υπηρεσίες καταλόγου του Διαδικτύου (σχήμα 7.15).

Κάθε φορά που ενεργοποιείται την εφαρμογή, η τρέχουσα διεύθυνση *IP* του συστήματός σας και η διεύθυνση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου σας καταχωρίζονται στο σταθμό εξυπηρέτησης της υπηρεσίας καταλόγου που έχετε επιλέξει. Αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο, όταν η διεύθυνση *IP* αλλάζει κάθε φορά που συνδέεστε στο Διαδίκτυο (κάτι που γίνεται με τις συνηθισμένες υπηρεσίες επιλογικού δικτύου των *ΕΠΥΔ*). Έτσι, οι συνομιλητές σας μπορούν εύκολα να σας εντοπίζουν μέσω της υπηρεσίας καταλόγου.

CU-SeeMe Setup Assistant

Define the personal information that you want to share with other CU-SeeMe users.

First Name: Last Name:

Your CU-SeeMe Name:

Your E-Mail:

City: State:

Postal Code: Country:

< Back Next > Finish Cancel Help

Σχήμα 7.14. Δήλωση προσωπικών στοιχείων στην εφαρμογή CU-SeeMe.

CU-SeeMe Setup Assistant

A Directory Service is an online listing that lets you find other CU-SeeMe users and lets them find you. CU-SeeMe uses Four11 Directory Service.

You can register yourself with Four11 Directory Service.

☒ Always advertise on Directory Services Server

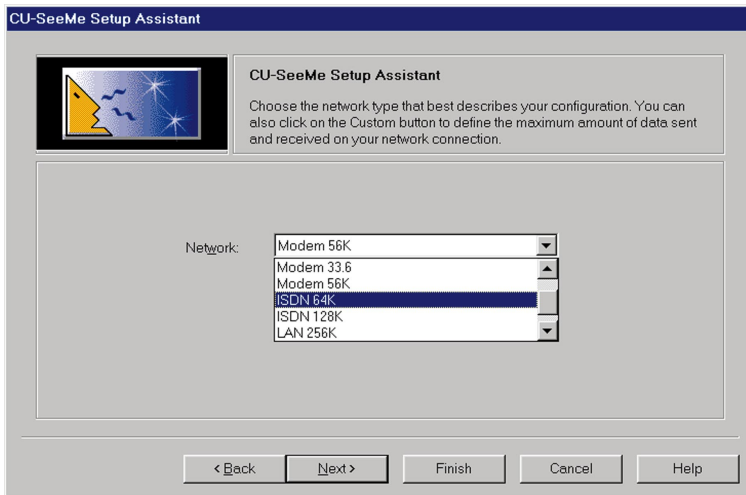
Your password will protect your information on the Directory Services server. You can use the provided password or use one of your own. Make sure you write down this password in a safe place.

Your Four11 Password:

Verify your Four11 Password:

< Back Next > Finish Cancel Help

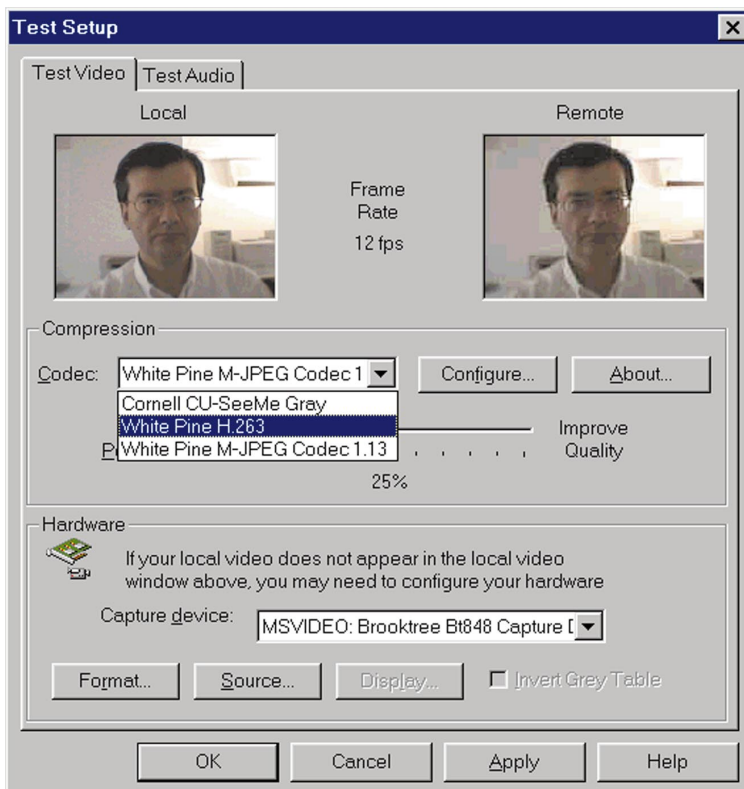
Σχήμα 7.15. Οι ρυθμίσεις για την Υπηρεσία Καταλόγου στην εφαρμογή CU-SeeMe.



Σχήμα 7.16. Οι ρυθμίσεις δικτύου στην εφαρμογή CU-SeeMe.

✓ Ρυθμίσεις δικτύου

Το επόμενο βήμα είναι να δηλώσετε τον τύπο της σύνδεσης που διαθέτετε. Αυτό συνήθως γίνεται, εάν χρησιμοποιήσετε στο Διαδίκτυο κάποιο προκαθορισμένο τύπο σύνδεσης, όπως π.χ., διαποδιαμορφωτή (*modem*) 56K, *ISDN* 128K, *LAN* 256K (σχήμα 7.16). Με αυτή τη δήλωση η εφαρμογή προσαρμόζει το ρυθμό μετάδοσης και λήψης δεδομένων, έτσι ώστε να έχουμε με την υπάρχουσα μορφή σύνδεσης την καλύτερη απόδοση. Επίσης, επιλέγοντας τον προκαθορισμένο τύπο *custom*, σας δίδεται η δυνατότητα να δηλώσετε μόνοι σας το μέγιστο ρυθμό μετάδοσης και λήψης δεδομένων της σύνδεσης την οποία χρησιμοποιείτε στο Διαδίκτυο.



Σχήμα 7.17. Οι ρυθμίσεις video στην εφαρμογή CU-SeeMe.

✓ Ρυθμίσεις βίντεο

Οι ρυθμίσεις βίντεο είναι το επόμενο βήμα (σχήμα 7.17). Αρχικά, θα πρέπει να καθορίσετε το σύστημα κωδικοποίησης – αποκωδικοποίησης (*codec*) των κινούμενων εικόνων που θα χρησιμοποιήσετε στην τηλεδιάσκεψη. Μπορείτε να επιλέξετε είτε κάποια διεθνή τυποποίηση (π.χ., *H.263*) είτε κάποιο ιδιόκτητο πρωτόκολλο (π.χ., *White Pine M-JPEG Codec 1.13*).

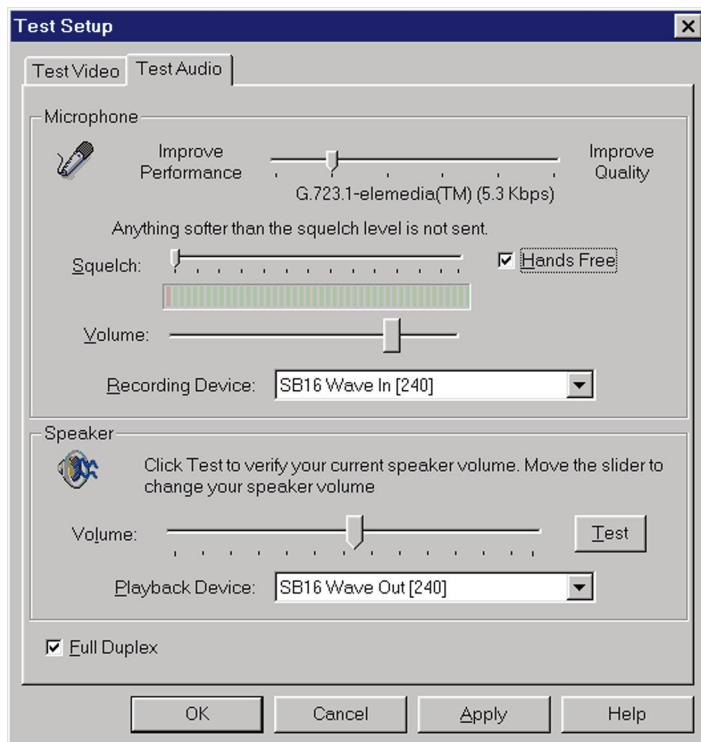
Κατόπιν, θα πρέπει να δηλώσετε αν δίνετε μεγαλύτερη βαρύτητα στην ποιότητα της λαμβανόμενης εικόνας ή στην εναλλαγή των εικόνων. Αυτό γίνεται με την επιλογή της θέσης του ρυθμιστή σε μία κλίμακα, όπου στο ένα άκρο της είναι η βέλτιστη απόδοση και στο άλλο η βέλτιστη ποιότητα. Για τον έλεγχο της δήλωσής σας, ένα στιγμιότυπο εικόνας, όπως ακριβώς θα εμφανίζεται στο άλλο άκρο, απεικονίζεται στο πάνω δεξί άκρο του παραθύρου.

Οι δύο παραπάνω δηλώσεις και οι δείκτες απόδοσης του χρησιμοποιούμενου υλικού είναι τα εισερχόμενα δεδομένα για τον υπολογισμό του ρυθμού μετάδοσης των λαμβανόμενων εικόνων. Στο παράδειγμα του σχήματος 7.17, ο ρυθμός αυτός ισούται με 12 fps.

✓ Ρυθμίσεις ήχου

Το τελευταίο βήμα είναι οι ρυθμίσεις μικροφώνου και ηχείων και ο καθορισμός της κατεύθυνσης (αμφίπλευρης ή μονόπλευρης) του ήχου (σχήμα 7.18).

Με το μικρόφωνο, έχετε τη δυνατότητα να σταθμίσετε την ποιότητα του ήχου ανάλογα με την απόδοση του συστήματος, να καθορίσετε το όριο του αντιπαρασπαστικού ηχητικού φίλτρου και να ορίσετε την ευαισθησία στη λήψη ήχου. Στο παράδειγμα του σχήματος 7.18 οι επιλογές μας οδηγούν στην απαίτηση εκχώρησης των 8.5 Kbps, από το διαθέσιμο εύρος ζώνης της σύνδεσης, για την καλή απόδοση του ήχου. Με τα ηχεία, συνήθως μπορείτε να ρυθμίσετε την ένταση του ήχου.



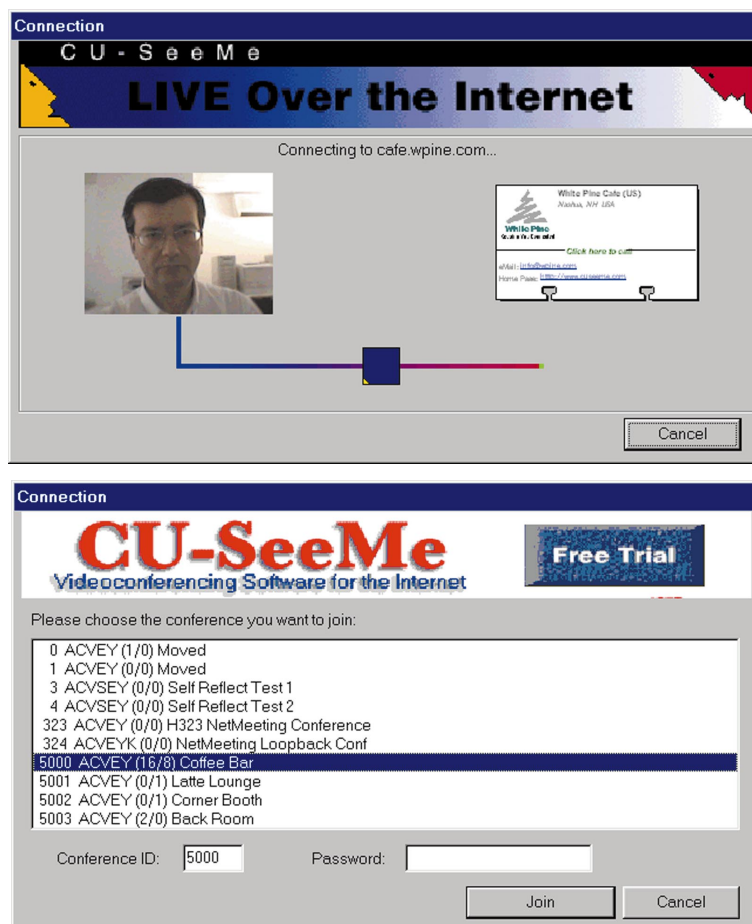
Σχήμα 7.18. Οι ρυθμίσεις ήχου στην εφαρμογή CU-SeeMe.

7.5.3 Ομαδική τηλεδιάσκεψη

Η εφαρμογή CU-SeeMe υποστηρίζει τη συμμετοχή σε μία ομαδική τηλεδιάσκεψη, στην οποία μπορείτε να συνομιλήσετε με δύο ή περισσότερους χρήστες ταυτόχρονα.

Για να το επιτύχετε αυτό, θα πρέπει να συνδεθείτε με κάποιο σταθμό εξυπηρέτησης τηλεδιάσκεψης που διαθέτει ανάλογη υπηρεσία και στον οποίο έχετε δικαίωμα πρόσβασης. Για παράδειγμα, στο σχήμα 7.19, συνδεόμαστε με το Διαδικτυακό Cafe της εταιρείας CUseeMe Networks, Inc., το οποίο έχει ηλεκτρονική διεύθυνση cafe.wpine.com. Ο συγκεκριμένος σταθμός εξυπηρέτησης διαθέτει ένα πλήθος από διαφορετικές ομαδικές τηλεδιασκέψεις, από τις οποίες εμείς επιλέγουμε αυτή με την οποία θα συνδεθούμε με το Coffee Bar το οποίο δεν προστατεύεται από κωδικό πρόσβασης.

Δίπλα στο όνομα της τηλεδιάσκεψης υπάρχουν δύο αριθμοί που δηλώνουν το πλήθος των συμμετεχόντων σ' αυτή. Για παράδειγμα, δίπλα από το Coffee Bar υπάρχουν οι αριθμοί (22/3), που σημαίνουν ότι υπάρχουν 22 συμμετέχοντες, από τους οποίους οι 19 στέλνουν βίντεο και οι 3 δεν στέλνουν. Συνήθως, υπάρχει ένα ανώτατο όριο στο πλήθος των συμμετεχόντων. Αν προσπαθήσετε να συνδεθείτε με ένα "χώρο" ομαδικής τηλεδιάσκεψης που είναι "γεμάτος", τότε η κλήση σας θα απορριφθεί και θα σας σταλεί ένα σχετικό επεξηγηματικό μήνυμα.



Σχήμα 7.19. Η διαδικασία σύνδεσης σε έναν σταθμό εξυπηρέτησης ομαδικής τηλεδιάσκεψης στην εφαρμογή CU-SeeMe.

Μετά την επιτυχή σας σύνδεση, στην οθόνη σας θα εμφανιστεί ο “χώρος” της ομαδικής τηλεδιάσκεψης που επιλέξατε. Ένα τέτοιο παράδειγμα απεικονίζεται στο σχήμα 7.20.

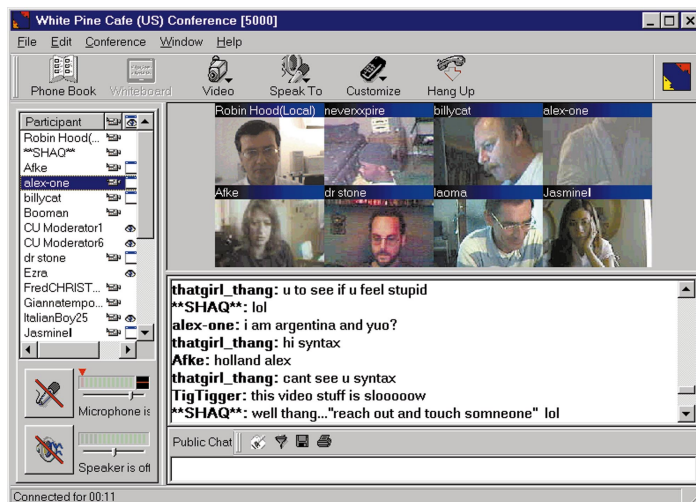
Τα βασικά στοιχεία αυτού του χώρου είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Η **Λίστα συμμετεχόντων (Participant List)**, όπου καταχωρίζονται τα ψευδώνυμα όλων των συμμετεχόντων. Εάν δίπλα σε ένα όνομα εμφανίζεται το εικονίδιο μιας κάμερας, τότε ο συγκεκριμένος χρήστης αποστέλλει και βίντεο. Επίσης, εάν δίπλα σε ένα όνομα εμφανίζεται το εικονίδιο ενός ματιού, αυτό σημαίνει ότι ορισμένοι από τους συμμετέχοντες μπορούν να δούν το βίντεο που αποστέλλεται.
- ✓ Οι διάφορες **οθόνες**, όπου απεικονίζονται οι εικόνες των συμμετεχόντων οι οποίοι αποστέλλουν video. Το μέγιστο πλήθος των οθονών είναι πεπερασμένο, και συνήθως λαμβάνει την τιμή οκτώ ή δώδεκα. Μπορείτε εύκολα να απεικονίσετε ένα συμμετέχοντα, επιλέγοντας το ψευδώνυμό του και φέρνοντάς το το στο χώρο των οθονών.

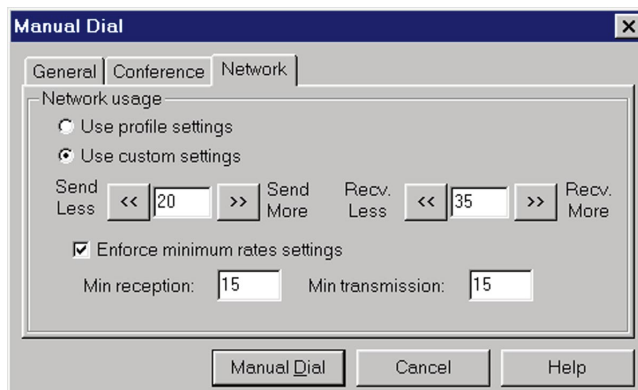
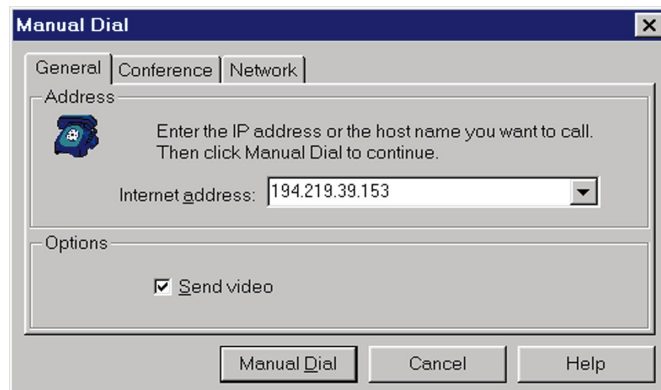
- ✓ Ο χώρος για **γραπτή συζήτηση (chat box)**, όπου μπορείτε να στείλετε το γραπτό μήνυμά σας είτε σε όλους τους συμμετέχοντες είτε σε μέρος αυτών.
- ✓ Τα κουμπιά **ενεργοποίησης – απενεργοποίησης** του μικροφώνου και των ηχείων και το κουμπί **τερματισμού** της σύνδεσης (*Hang Up*).

7.5.4 Τηλεδιάσκεψη σημείου με σημείο

Με την εφαρμογή *CU-SeeMe* μπορείτε να ενεργοποιήσετε μία τηλεδιάσκεψη σημείου με σημείο, προσδιορίζοντας τη διεύθυνση *IP* του απομακρυσμένου σημείου (σχήμα 7.21). Εκτός από τη δήλωση της επιθυμίας αποστολής βίντεο, μπορείτε να δηλώσετε και το ρυθμό αποστολής και λήψης δεδομένων που θέλετε να χρησιμοποιηθεί σ' αυτή τη σύνδεση.



Σχήμα 7.20. Ένας “χώρος” ομαδικής τηλεδιάσκεψης στην εφαρμογή *CU-SeeMe*.



Σχήμα 7.21. Η διαδικασία ενεργοποίησης τηλεδιάσκεψης σημείου με σημείο στην εφαρμογή *CU-SeeMe*.

Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Cu-see me, ρυθμίσεις, ομαδική τηλεδιάσκεψη, λίστα συμμετεχόντων, γραπτή συζήτηση, τηλεδιάσκεψη σημείου με σημείο.





Ανακεφαλαίωση

Τα τελευταία χρόνια έγινε εμφανής η ανάγκη για δίκτυα εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης. Η ανάγκη αυτή πυροδοτήθηκε από την εμφάνιση και την ευρεία αποδοχή των πολυμεσικών εφαρμογών δικτύου, η αξιοποίηση των οποίων οδηγεί σε προηγμένες υπηρεσίες δικτύου, ένα μέρος των οποίων έχουν προκαθορισμένα χρονικά όρια στη μεταφορά των δεδομένων τους μέσω του δικτύου και χαρακτηρίζονται ως υπηρεσίες πραγματικού χρόνου. Όμως, οι μηχανισμοί ελέγχου και διαχείρισης κυκλοφορίας των παραδοσιακών δικτύων δεν μπορούν να εφαρμοστούν στην περίπτωση των υπηρεσιών πραγματικού χρόνου.

Σ' αυτό το κεφάλαιο μελετήθηκε μία τεχνική η οποία εφαρμόζεται συχνά στα δίκτυα *IP* και η οποία εξυπηρετεί ικανοποιητικά τις υπηρεσίες πραγματικού χρόνου. Η δέσμευση πόρων επιτυγχάνεται δια μέσου όλων των ενδιάμεσων κόμβων δικτύου από τους οποίους διέρχονται τα πακέτα της υπηρεσίας. Όπως έγινε φανερό, η ταξινόμηση των πακέτων αξιοποιείται από τους δρομολογητές του δικτύου, μόνον όταν αυτοί υλοποιούν πολιτικές που υποστηρίζουν την παροχή υπηρεσιών σε διάφορα επίπεδα ποιότητας εξυπηρέτησης, όπως π.χ., η εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα και η κυκλική εξυπηρέτηση με βάρη. Σημειώνετε ότι, κατά την αποστολή δεδομένων σε πολλαπλούς παραλήπτες ταυτόχρονα, μπορούμε να αποφύγουμε τη μεταφορά πολλαπλών αντιγράφων στο δίκτυο, χρησιμοποιώντας την τεχνική της πολλαπλής αποστολής (*multicasting*) η οποία και περιγράφηκε.

Στις μέρες μας, η τηλεδιάσκεψη γραφείου έγινε εφικτή στο χρήστη Διαδικτύου, τόσο στη μορφή σημείου με σημείο όσο και στις μορφές της ομαδικής και της μονόπλευρης τηλεδιάσκεψης. Ο ρυθμός της σύνδεσης είναι ικανοποιητικός και αυτό οφείλεται στις βελτιώσεις της δικτυακής τεχνολογίας, και στις τεχνικές συμπίεσης εικόνας που έχουν υλοποιηθεί. Η διαλειτουργικότητα των διάφορων προϊόντων τηλεδιάσκεψης γραφείου έχει εξασφαλιστεί με ένα πλήθος τυποποιήσεων, όπως αναφέρθηκε.



Ερωτήσεις



1. Ποια δίκτυα χαρακτηρίζονται ως δίκτυα εγγυημένης ποιότητας εξυπηρέτησης;
2. Δώστε τον ορισμό της υπηρεσίας πραγματικού χρόνου.
3. Ποιες υπηρεσίες πραγματικού χρόνου καλούνται ανεκτικές και ποιες προσαρμόσιμες;
4. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας της υπηρεσίας μεταφοράς φωνής πάνω από δίκτυα μεταγωγής πακέτων.
5. Ποια είναι η κύρια απαίτηση μιας υπηρεσίας πραγματικού χρόνου από το δίκτυο;
6. Τι είναι οι προσδιοριστές αιτούμενης ποιότητας εξυπηρέτησης και τι οι προσδιοριστές κυκλοφορίας;
7. Ποιος είναι ο τρόπος λειτουργίας του πρωτοκόλλου δέσμευσης πόρων;
8. Ποια είναι η χρήση των δυαδικών ψηφίων προτεραιότητας *IP*;
9. Περιγράψτε τις πολιτικές εξυπηρέτησης κατά προτεραιότητα και κυκλικής εξυπηρέτησης με βάρη.
10. Ποια είναι η χρήση της τεχνικής πολλαπλής αποστολής (*multicasting*);
11. Τι είναι η τηλεδιάσκεψη γραφείου; Ποιες τεχνολογικές εξελίξεις την κατέστησαν εφικτή;
12. Προσδιορίστε τους τρεις τύπους τηλεδιάσκεψης σε σχέση με το πλήθος των συμμετεχόντων μελών και τη μορφή επικοινωνίας τους.
13. Ποια είναι τα πέντε δομικά στοιχεία ενός συστήματος τηλεδιάσκεψης γραφείου;
14. Ποιος είναι ο ρόλος και η χρησιμότητα της συμπίεσης εικόνας στην τηλεδιάσκεψη;
15. Πού χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο *H.323*;



Βιβλιογραφία

1. David Coleman και Raman Khanna., *Groupware: Technology and Applications*, Prentice-Hall, 1995.
2. Evan Rosen, *Personal Videoconferencing*,. Manning Publications, Co., (1996).
3. Jean Walrand, *Communications Networks: A First Course*, Second Edition. McGraw-Hill., (1998).
4. John Udell, *Practical Internet Groupware*, O'Reilly & Associates Inc., 1999.
5. Larry L. Peterson and Bruce S. Davie., *Computer Networks: A System Approach*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., (1996).
6. Phillip Laplante, *Real Time Systems Design and Analysis: An Engineer's Handbook*, Second Edition, IEEE Computer Society Press, (1997).



Διευθύνσεις Διαδικτύου



- ✓ <http://www.netmeet.net>
Αυτός ο ηλεκτρονικός τόπος είναι η πιο περιεκτική πηγή πληροφοριών για τους χρήστες τους *Netmeeting* της MicroSoft.
- ✓ <http://www.thinkquest.org>
Ο διαγωνισμός *ThinkQuest* είναι ένα διεθνές πρόγραμμα για μαθητές ηλικίας 12 έως 19 ετών, μέσω του οποίου ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε ομάδες συνεργασίας για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού σε θέματα όπως Τέχνη, Επιστήμη και Μαθηματικά, Κοινωνικές Επιστήμες, Υγεία και Αθλητισμός κ.ά. Οι τελικές εργασίες κρίνονται και βραβεύονται.
- ✓ <http://www.collaborate.com>
Ο ηλεκτρονικός τόπος μίας εταιρείας που ειδικεύεται στη συνεργατική τεχνολογία .
- ✓ <http://www.realtime-info.be/encyc/magazine/magazine.htm>
Σ' αυτό τον ηλεκτρονικό τόπο διατίθεται ένα περιοδικό σχετικό με την τεχνολογία συστημάτων πραγματικού χρόνου. Δεν περιορίζεται μόνο στις επικοινωνίες πραγματικού χρόνου αλλά έχει γενικότερο ενδιαφέρον.
- ✓ <http://www.video-conferencing.com>
Αυτός ο ηλεκτρονικός τόπος είναι μία συγκεντρωτική πηγή πληροφοριών για τους χρήστες των συστημάτων τηλεδιάσκεψης.
- ✓ <http://www.cuseeme.com>
- ✓ <http://www.intel.com/proshare/index.htm>
- ✓ <http://www.vcon.com>
- ✓ <http://www.picturetel.com>
Αυτοί είναι οι ηλεκτρονικοί τόποι μερικών από τις μεγαλύτερες εταιρείες κατασκευής συστημάτων τηλεδιάσκεψης, όπου εκθέτουν τα προϊόντα τους, διαθέτοντας ταυτόχρονα πλήθος από χρήσιμες τεχνικές πληροφορίες.
- ✓ <http://www.transport.ntua.gr/map>
Σ' αυτόν το δικτυακό τόπο υπάρχει ένα σκαρίφημα της Αθήνας, στο οποίο απεικονίζεται η τρέχουσα κυκλοφοριακή κατάσταση στους δρόμους της. Τα δεδομένα ανανεώνονται κάθε 15 λεπτά περίπου, και έτσι αυτή η εφαρμογή μπορεί να χαρακτηριστεί, με την ευρύτερη έννοια, ως πραγματικού χρόνου.
- ✓ <http://www.itu.int>
Αυτός είναι ο ηλεκτρονικός τόπος της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών.

