

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ Η/Υ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΟΜΑΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ μΥ/Σ

Εργαστήριο Περιφερειακών Μονάδων και Δικτύων Η/Υ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σπουδαστές:

**Βελλής Θεόδωρος
Διαμαντόπουλος Βασίλης**

με θέμα:

ΕΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ

ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ Η/Υ

(Εφαρμογή: Internet VideoConference)



*Εισηγητής: Καθηγητής
Δρ. Σ. Κ. Λεβέντης*

*Ευχαριστούμε τον καθηγητή
μας κ. Σωτήρη Λεβέντη,
τους γονείς μας και όσους μας
υποστήριξαν στην προσπάθεια
μας μέχρι σήμερα...*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	1
1.1 Υπόβαθρο - Ιστορική αναδρομή	1
1.2 Βασικές αρχές του Videoconference	2
2. ΤΟ MULTICAST ΓΕΝΙΚΑ	9
2.1 Τι είναι το Multicast και γιατί γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό	9
2.2 Τι είναι το Mbone	10
2.3 Multicast groups.....	11
2.3.1 Τι είναι τα multicast γκρουπ.....	11
2.4 Ποιος ο ρόλος και η λειτουργία του IGMP	11
2.4.1 Χρειάζεται οι κόμβοι να ξέρουν την IP διεύθυνση του multicast router;	13
2.4.2 Συνέπειες αν το query γίνει από δύο multicast routers	13
2.4.3 Πλεονεκτήματα των group specific query και group leave μηνυμάτων	14
2.4.4 Συνέπειες έλλειψης των group/group specific query μηνυμάτων	14
2.4.5 Συνέπειες έλλειψης μηνύματος host report.....	14
2.4.6 Γιατί ένας κόμβος στέλνει μόνο μία αναφορά για κάθε γκρουπ που είναι μέλος;....	15
2.5 Διευθυνσιοδότηση και εκπομπή	15
2.5.1 Διαφοροποίηση και συνεργασία μεταξύ unicast και multicast πακέτων	15
2.5.2 Point-to-point διάσκεψη πραγματικού χρόνου σε αμιγές multicast περιβάλλον	17
2.5.3 Tunnels και διαφορά μεταξύ pruned και truncated tunneling	17
2.6 Αλγόριθμοι προώθησης multicast πακέτων	18
2.6.1 Συμπεράσματα σύγκρισης των αλγορίθμων	23
2.7 Πρωτόκολλα δρομολόγησης multicast	26
2.7.1 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol).....	26
2.7.2 MOSPF (Multicast Open Shortest Path First)	28
2.7.3 PIM (Protocol-Independent Multicast).....	29
2.7.4 Σύγκριση των πρωτοκόλλων δρομολόγησης	32
2.7.5 Αλληλεπίδραση των DVMRP, MOSPF και PIM.....	33
3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VIDEOCONFERENCE - ΣΥΜΠΙΕΣΗ	34
3.1 Εισαγωγή	34
3.2 Συμπίεση δεδομένων	34
3.3 Ο ήχος γενικά.....	35

3.3.1 Δειγματοληψία του ήχου (Audio Sampling).....	36
3.3.2 Κβαντισμός του ήχου (Audio quantizing).....	36
3.3.3 PCM κωδικοποίηση.....	37
3.3.4 Τεχνικές συμπίεσης ψηφιακού ήχου	37
3.3.4.1 Mu-law και A-law PCM.....	38
3.3.4.2 ADPCM.....	38
3.3.4.3 LPC και CELP.....	39
3.3.4.4 Ήχος MPEG	40
3.4 Συμπίεση κινούμενης εικόνας (video)	41
3.4.1 Θεωρία περί χρωμάτων	42
3.4.2 Τύποι video (Video formats).....	43
3.4.3 Μεταφορά video.....	44
3.4.4 Σύγκριση μεταξύ συμπίεσης με απώλεια και συμπίεσης χωρίς απώλεια	45
3.4.5 Ιεραρχική κωδικοποίηση.....	46
3.4.6 Χρήσιμοι μετασχηματισμοί για αλγόριθμους συμπίεσης	47
3.4.7 Τεχνικές συμπίεσης ψηφιακής εικόνας.....	53
3.4.7.1 JPEG κωδικοποίηση.....	54
3.4.7.1.1 Πως επιτυγχάνεται η JPEG κωδικοποίηση.....	55
3.4.7.2 Το πρότυπο H.261	57
3.4.7.2.1 Πολυπλεξία με το H.261.....	58
3.4.7.2.2 Πλαίσιο διόρθωσης λαθών του πρότυπου H.261	59
3.4.7.2.3 Περίληψη του προτύπου H.261	61
3.4.7.3 MPEG (Motion JPEG)	61
3.4.7.3.1 Δομή των MPEG εικόνων.....	62
3.4.7.3.2 Τα πλαίσια του MPEG.....	62
3.4.7.3.3 Πρόβλεψη MPEG	63
3.4.7.3.4 Πρόβλεψη των block στο πρότυπο MPEG.....	63
3.4.7.3.5 Πολυπλεξία MPEG	64
3.4.7.4 MPEG III και IV	65
3.4.7.5 CellB συμπίεση	65
3.4.8 Προγράμματα και προτυποποίηση.....	67
3.4.8.1 Network Video (NV).....	67
3.4.8.2 CU-SeeMe.....	68

3.4.8.3	Indeo (DVI).....	69
3.4.8.4	Quicktime και VFW (Video For Windows).....	69
4.	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ - ΔΙΚΤΥΑ.....	72
4.1	Εισαγωγή	72
4.2	Αλγόριθμοι αναπαραγωγής	73
4.3	Συστήματα MPEG	78
4.3.1	Κανάλια ροής πληροφορίας	78
4.3.2	Συγχρονισμός σε MPEG σύστημα	78
4.4	Το RTP - RTCP πρωτόκολλο	79
4.4.1	Δομή των πακέτων RTP	79
4.4.2	Δομή των πακέτων RTCP	81
4.5	Ωφέλιμο φορτίο ή δεδομένα (payload).....	82
4.6	Αποφυγή συμφόρησης για αξιόπιστες multicast εφαρμογές	82
4.7	Δίκτυα	84
4.7.1	Δίκτυα circuit switched	85
4.7.2	Δίκτυα packet switched	85
4.7.3	Broadband ISDN	86
5.	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ VIDEOCONFERENCE	87
5.1	Εισαγωγή - Συστήματα videoconference	87
5.2	Δίκτυα και μορφές διάσκεψης	88
5.2.1	Διάσκεψη μέσω της υπηρεσίας POTS.....	88
5.2.2	Διάσκεψη μέσω του Switched 56.....	88
5.2.3	Διάσκεψη μέσω του ISDN	88
5.2.4	Διάσκεψη μέσω LAN δικτύου.....	89
5.2.5	Διάσκεψη μέσω του Internet	89
5.2.6	Διάσκεψη μέσω του Multicast Backbone (MBone).....	90
5.3	Προγράμματα videoconference που χρησιμοποιήθηκαν	93
5.3.1	Microsoft NetMeeting 2.0	93
5.3.1.1	Δυνατότητες	93
5.3.1.2	Πλεονεκτήματα	94
5.3.1.3	Το Microsoft NetMeeting 2.0 είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης	95
5.3.1.4	Πρότυπα που υποστηρίζονται από το NetMeeting 2.0	96
5.3.2	Summersoft V-Fone	97

5.3.2.1	Χαρακτηριστικά V-Fone.....	97
5.3.2.2	Ελάχιστες απαιτήσεις συστήματος H/Y.....	98
5.3.2.3	Κάρτες Video Capture που υποστηρίζονται	98
5.4	Εφαρμογή στο εργαστήριο - Παραδείγματα	99
5.4.1	Το Microsoft NetMeeting 2.0 στην πράξη.....	99
5.4.1.1	Ρυθμίσεις του NetMeeting	102
5.4.2	Το Summersoft V-Fone στην πράξη	105
5.4.2.1	Ρυθμίσεις του V-Fone	106
6.	ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗΣ.....	109
6.1	Πρότυπα ελέγχου	109
6.1.1	H.320 - Τεχνικές συστάσεις	109
6.1.2	H.230	109
6.1.3	H.242	110
6.1.4	H.221	110
6.2	Πρότυπα αλληλολειτουργίας προγραμμάτων	111
6.2.1	T.120 - Τεχνικές συστάσεις.....	111
6.2.2	H.324 - Τεχνικές συστάσεις	112
6.2.3	PSC (Personal Conferencing Specification).....	112
6.3	Πρότυπα επικοινωνιών	112
6.3.1	H.323 - Τεχνικές συστάσεις	113
7.	ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕΣΩ WWW.....	115
7.1	Υπηρεσία fax μέσω WWW και e-mail	115
7.1.1	Αποστολή fax με e-mail	115
7.1.2	Αποστολή fax μέσω WWW	116
7.2	Μετάδοση συνεχούς ροής video και ήχου (streaming video and audio)	126
7.2.1	Ρυθμίσεις Real Player.....	126
7.2.2	Εφαρμογή του Real Player	129
7.3	Αποστολή SMS μηνυμάτων μέσω WWW	130
8.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	133
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	135
	Οργανισμοί προτυποποίησης	135
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'	137

Συντομογραφίες.....	137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ’	141
<i>Λίστα προγραμμάτων για videoconference</i>	141
Βιβλιογραφία	151

Ο σκοπός αυτής της εργασίας είναι να εντοπίσει την τρέχουσα θέση της τεχνολογίας του **videoconference** και να εκτιμήσει την αποτελεσματικότητα αυτής της τεχνολογίας στην εφαρμογή σεμιναρίων ή **μαθημάτων** σε ένα **απομακρυσμένο ακροατήριο**. Αναφέρονται επίσης οι τεχνολογίες για την εφαρμογή του **videoconference** στην πράξη συμπεριλαμβανομένου και της **τεχνολογίας συμπίεσης δεδομένων ήχου, εικόνας και video** και την μετάδοση αυτών από ποικίλες μορφές δικτύων, όπως επίσης και τα χαρακτηριστικά των συστημάτων τα οποία υποστηρίζουν την αλληλολειτουργία.

Αναφορά επίσης γίνεται και σε άλλους τομείς, στα πλαίσια των **ενοποιημένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών** μέσω δικτύων υπολογιστών, οι οποίοι είναι ραγδαία αναπτυσσόμενοι στις μέρες μας . Τέτοιοι είναι η **αποστολή φαξ μέσω του Internet** και του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (*e-mail*), η **αποστολή SMS μηνυμάτων**, καθώς επίσης και η μετάδοση συνεχούς σήματος ήχου και βίντεο (**streaming audio and video**) μέσω του *WWW*. Η αναφορά αυτή γίνεται σε ξεχωριστό κεφάλαιο και αποσκοπεί στην ενημέρωση του αναγνώστη πάνω στις σύγχρονες εφαρμογές ενός υπολογιστή.

1.1 Υπόβαθρο - Ιστορική αναδρομή

Η τηλεδιάσκεψη σε ειδικά εξοπλισμένα δωμάτια έχει χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές σαν ένας τρόπος συνομιλίας μεταξύ ανθρώπων σε απομακρυσμένα ακροατήρια. Το κλασικό παράδειγμα για την τηλεδιάσκεψη σε κλειστό δωμάτιο ήταν το ακόλουθο: όλοι οι ενδιαφερόμενοι συγκεντρώνονταν σε ένα δωμάτιο εξοπλισμένο με ειδική καλωδίωση για την τηλεδιάσκεψη και κοίταζαν σε οθόνες οι οποίες έδειχναν ίδια δωμάτια στους αντίστοιχους σταθμούς επικοινωνίας. Η πρόοδος των υπολογιστών με τους ταχύτατους επεξεργαστές και η βελτίωση των τεχνικών συμπίεσης δεδομένων έχουν κάνει δυνατή την ενσωμάτωση των δεδομένων ήχου και εικόνας μέσα στο περιβάλλον του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Έτσι ένας καινούργιος τύπος τηλεδιάσκεψης, η τηλεδιάσκεψη μέσω Η/Υ, έχει γίνει δυνατή. Σε αντίθεση με τον εξοπλισμό των ειδικών δωματίων για τηλεδιάσκεψη, το οποίο απαιτούσε ακριβό hardware, η τηλεδιάσκεψη μέσω Η/Υ μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω software είτε μέσω hardware στους κλασικούς υπολογιστές.

Ένα πλεονέκτημα της εφαρμογής αυτής είναι ότι οι άνθρωποι οι οποίοι επιθυμούν να λάβουν μέρος στην διάσκεψη δεν είναι αναγκασμένοι να μετακινούνται σε ειδικά δωμάτια. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η ενσωμάτωση δεδομένων από άλλες εφαρμογές των υπολογιστών μέσα στην διάσκεψη. Τέλος, τα συστήματα υπολογιστών που υποστηρίζουν videoconference κοστίζουν περίπου όσο ένας υπολογιστής πράγμα το οποίο καθιστά την τεχνολογία αυτήν προσιτή στον καθένα.

1.2 Βασικές αρχές του Videoconference

Η τηλεδιάσκεψη μέσω Η/Υ είναι μία μορφή επικοινωνίας και για αυτόν τον λόγο βασικός της όρος είναι το bandwidth. Υπάρχει μία πολύ ακριβής και τεχνική ερμηνεία του όρου bandwidth, αλλά σε μία απλή μετάφραση θα μπορούσαμε να ορίσουμε τον όρο αυτό ως την ταχύτητα ροής των πληροφοριών από το ένα μέρος της σύνδεσης στο άλλο. Η σύνδεση μεταξύ των δύο σημείων στα οποία μεταφέρονται οι πληροφορίες ονομάζεται δίκτυο. Μία συνήθης αναλογία είναι αυτή των καναλιών επικοινωνίας με τις σωλήνες ύδρευσης και των πληροφοριών με το νερό. Ένα κανάλι επικοινωνίας, όπως και ο σωλήνας ύδρευσης έχει ένα εύρος και επιτρέπει ορισμένο ποσό πληροφοριών – νερού να περάσει από αυτό. Στις επικοινωνίες, το bandwidth είναι το ποσό των πληροφοριών οι οποίες ρέουν μέσα από ένα κανάλι. Το bandwidth μετριέται συνήθως σε bits/sec. Ο αριθμός αυτός είναι μία απλή αναλογία που αναφορικά με την παραπάνω αντιστοιχία είναι τα κυβικά μέτρα νερού που διέρχονται τον σωλήνα σε κάθε δευτερόλεπτο. Γνωρίζοντας επίσης ότι η συνηθέστερη αναλογία της εποχής μας είναι η ταχύτητα μπορούμε να πούμε ότι τα bits/sec είναι όπως τα km/h και το bandwidth είναι το όριο ταχύτητας με μόνη διαφορά ότι δεν μπορούμε να το ξεπεράσουμε. Έτσι αν θέλουμε να μεταφέρουμε ένα αρχείο του υπολογιστή με μέγεθος 1Mbyte διαμέσου μίας τηλεφωνικής γραμμής με bandwidth περίπου 8kbits/sec τότε θα χρειαστούμε περίπου 1.000 sec ή 17 λεπτά.

Η αποστολή video μέσω του δικτύου υπολογιστών απαιτεί μεγάλο bandwidth. Η εικόνα στην οθόνη ενός Η/Υ δημιουργείται από πολύ μικρές κουκκίδες οι οποίες ονομάζονται pixels. Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να στείλουμε video που χρησιμοποιεί 300x200 pixel εικόνας, το οποίο φυσικά δεν είναι και το μεγαλύτερο αναλογιζόμενοι ότι οι περισσότερες οθόνες υποστηρίζουν το λιγότερο 800x600 pixel ανάλυση. Για καθένα από τα pixels της εικόνας

υπάρχει μία αντιστοιχία σε byte που περιγράφει το χρώμα του pixel. Έτσι αν η εικόνα είναι 300x200, τότε υπάρχουν 300 φορές 200 pixels στην εικόνα. Αυτό το ποσό είναι 60.000 pixels ή 60Kbytes σε ένα μόνο frame (πλαίσιο) video. Το σήμα video αποτελείται από πολλά frames. Η εικόνα της τηλεόρασης για παράδειγμα δείχνει 30 frames το δευτερόλεπτο. Το ανθρώπινο μάτι όμως είναι σχετικά αργό, συγκρινόμενο με τον ηλεκτρισμό, καθώς αντιλαμβάνεται 30 σε σειρά στατικές εικόνες σαν συνεχή κίνηση. Η παραπάνω διατύπωση ονοματίζει έναν ακόμη όρο του videoconference το frame rate που απλοϊκά θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ο αριθμός των στατικών εικόνων που εμφανίζονται σε κάθε δευτερόλεπτο.



Εικόνα σε GIF format μεγέθους 50.620

Αν θέλουμε λοιπόν να στείλουμε 30 εικόνες μέσω του δικτύου κάθε δευτερόλεπτο τότε έχουμε 60Kbytes σε κάθε 30 εικόνες το δευτερόλεπτο, δηλαδή 1.8Mbytes/sec. Προηγουμένως είδαμε ότι για να μεταδώσουμε ένα αρχείο 1Mbyte διαμέσου της τηλεφωνικής γραμμής απαιτείται χρόνος 17 λεπτών. Είναι φανερό λοιπόν το γιατί το bandwidth είναι το πρόβλημα στην τηλεδιάσκεψη. Κοιτάζοντας λοιπόν τα παραπάνω νούμερα και χρησιμοποιώντας το δημοφιλέστερο δίκτυο παγκοσμίως, την τηλεφωνική γραμμή, θα απαιτούνταν 30 λεπτά για την εκπομπή 1 δευτερολέπτου σήματος video με ικανοποιητική ποιότητα.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι επίλυσης του προβλήματος με το bandwidth. Τα περισσότερα προγράμματα για videoconference χρησιμοποιούν και τις δύο μεθόδους με διαφορετική όμως βαρύτητα το καθένα. Η μία λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε δίκτυα με μεγαλύτερο bandwidth από την τηλεφωνική γραμμή. Τα δύο μεγαλύτερα σε bandwidth δίκτυα της εποχής μας είναι το Ethernet και το ISDN. Το Ethernet συνήθως χρησιμοποιείται σε δίκτυα υπολογιστών, σε γραφεία, επιχειρήσεις και πανεπιστήμια. Το ISDN είναι μία ειδική ψηφιακή τηλεφωνική γραμμή η οποία μπορεί να αντικαταστήσει την παλαιότερη αναλογική γραμμή.

Το Ethernet και το ISDN διαφέρουν στην απόδοση και στις δυνατότητες τους. Και τα δύο χαρακτηρίζουν δύο μεγάλες κατηγορίες δικτύων το “packet switched” και το “circuit switched” αντίστοιχα. Τα “circuit switched” δίκτυα καθιστούν όλους τους χρήστες ικανούς να χρησιμοποιήσουν το δίκτυο με σύνδεση που διαρκεί όσο επιθυμεί ο χρήστης. Είναι ίδιας νοοτροπίας με το συνηθισμένο τηλεφωνικό δίκτυο όπου όταν κάποιος επιλέγει έναν αριθμό το δίκτυο δημιουργεί την σύνδεση με τον άλλον χρήστη και διαρκεί μέχρι κάποιος από τους δύο να διακόψει, οπότε η σύνδεση καταργείται. Καθόσον η σύνδεση διαρκεί εφοδιάζει τους δύο χρήστες με ένα bandwidth, το οποίο κανείς άλλος εκτός των δύο αυτών μπορεί να χρησιμοποιήσει.

Το “packet switched” δίκτυο διαμοιράζει το συνολικό bandwidth σε όλους τους χρήστες οι οποίοι το επιθυμούν. Ονομάζεται έτσι επειδή κάθε στιγμή που ένας χρήστης επιθυμεί να στείλει ένα πακέτο δεδομένων το τοποθετεί σε ένα κανάλι το οποίο χρησιμοποιούν όλοι. Το δίκτυο είναι σχεδιασμένο να «εναλλάσσει» πακέτα αντί για κυκλώματα. Αν το δίκτυο χρησιμοποιείται από πολλούς χρήστες τότε θα χρειαστεί περισσότερος χρόνος στην αποστολή των δεδομένων από ότι αν ήταν λιγότεροι χρήστες. Αυτό είναι το χαρακτηριστικό το οποίο ξεχωρίζει τα δίκτυα “circuit switched” και “packet switched”. Στο “circuit switched” δίκτυο ολόκληρο το bandwidth είναι πάντα διαθέσιμο στον χρήστη, ενώ στο “packet switched” ο χρήστης πρέπει να μοιράζεται το bandwidth με άλλους.

Ποιο όμως είναι το καλύτερο δίκτυο για videoconference; Θεωρητικά από την στιγμή που η τηλεδιάσκεψη τροφοδοτεί το δίκτυο με μία συνεχή ροή δεδομένων και το “packet switched” δεν εγγυάται ότι το απαιτούμενο bandwidth είναι πάντα διαθέσιμο τότε το “circuit switched” δίκτυο είναι καλύτερο. Όμως αυτό δεν είναι πρακτικά σωστό αν λάβουμε υπόψη μας τους παρακάτω υπολογισμούς. Μία κλασική ISDN σύνδεση μπορεί να παρέχει 128 kbits/sec bandwidth. Έτσι αν εφαρμόσουμε τα παραπάνω, στο ISDN δίκτυο με 1.8Mbytes δεδομένα διαιρούμενα με τα 128 kbits/sec έχουμε περίπου 2 λεπτά. Δεν μπορούμε δηλαδή να έχουμε κανονική κίνηση video με τις υπάρχουσες μορφές δικτύου ISDN μιας και κάτι τέτοιο απαιτεί 30 frames/sec. Αποδεχόμενοι λοιπόν ότι πάντοτε θα έχουμε λιγότερα από 30 frames/sec και bandwidth 128 kbits/sec, με κάθε frame να είναι 60Kbytes, τότε έχουμε 0.25 frames/sec. Με μία ISDN σύνδεση που πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις το πολύ να έχουμε 1 frame κάθε 4 δευτερόλεπτα.

Το μικρό bandwidth του ISDN δικτύου είναι η κύρια αιτία για την οποία το Ethernet είναι η πιο πολυχρησιμοποιούμενη μορφή δικτύωσης για videoconference. Αν και το Ethernet είναι ένα διαμοιρασμένο δίκτυο μία τυπική Ethernet σύνδεση έχει περίπου 1.5 Mbit/sec bandwidth. Αν κάνουμε πάλι τους παραπάνω υπολογισμούς, συμπεραίνουμε ότι αν κανένας άλλος δεν χρησιμοποιεί το δίκτυο μπορούμε να στείλουμε 3 frame/sec. Υποθέτοντας ότι όλοι οι υπόλοιποι χρήστες χρησιμοποιούν το 75% του bandwidth έχουμε περίπου 0.75 frame/sec video σήματος.

Η αντίληψη του χρήστη σχετικά με την ποιότητα του video είναι στενά συνδεδεμένη με το frame rate. Για να αυξήσουμε το frame rate του ISDN (0.25 frame/sec) και του Ethernet (3 frame/sec μέγιστο) δικτύου έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στον τομέα της συμπίεσης των δεδομένων (data compression). Αν και το πως γίνεται η συμπίεση των δεδομένων δεν αφορά τον μέσο χρήστη σημαντική αναφορά γίνεται σχετικά με τους αλγόριθμους συμπίεσης. Το θέμα είναι κατά πόσο καλά επιτυγχάνεται αυτή, πώς και αν λειτουργεί με διαφορετικούς αλγόριθμους και πώς όταν το δίκτυο είναι φορτωμένο από χρήστες.

Η απόδοση μίας συμπίεσης χαρακτηρίζεται από το μέγεθος της. Ο όρος σχέση συμπίεσης (compression ratio) αναφέρεται σε ένα απλό κλάσμα που συγκρίνει πόσο πολλά σε μέγεθος είναι τα δεδομένα μετά την συμπίεση σε σχέση με αυτά που ήταν προτού αυτή συμβεί. Έτσι αν κάποιος αλγόριθμος συμπίεσης δέχεται 1000 bytes δεδομένων και επιστρέφει μόνο 500 bytes έχει σχέση συμπίεσης 1:2. Πολλές μορφές συμπίεσης λειτουργούν διαφορετικά για διαφορετικών ειδών δεδομένα. Για παράδειγμα ένας αλγόριθμος συμπίεσης όταν εκτελείται πάνω σε ήδη συμπιεσμένα δεδομένα δεν θα μειώσει το μέγεθος των δεδομένων. Κατά αυτόν τον τρόπο όταν δίνεται η σχέση συμπίεσης, αυτή αναφέρεται σε μία μέση σχέση συμπίεσης δεδομένων.

Υπάρχουν δύο μορφές συμπίεσης δεδομένων. Μορφές συμπίεσης όπως αυτές που χρησιμοποιούνται σε zip και GIF αρχεία είναι χωρίς απώλειες (lossless) συμπίεσεις. Αυτό σημαίνει ότι όταν τα δεδομένα περνούν από τον αλγόριθμο και συμπιέζονται και μετά αποσυμπιέζονται δεν χάνουν τον ακριβή αριθμό τους. Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό χαρακτηριστικό για συμπίεσεις προγραμμάτων, όχι όμως τόσο σημαντικό σε συμπίεσεις εικόνων.

Παρακάτω ακολουθούν μία σειρά εικόνων. Η αρχική εικόνα είναι αποθηκευμένη σε μορφή GIF δηλαδή χωρίς απώλειες τεχνική συμπίεσης. Το αρχείο είναι 50620 bytes. Οι κάτωθι εικόνες είναι αποθηκευμένες σε JPEG μορφή η οποία είναι τεχνική συμπίεσης με απώλειες (lossy).



100% Ποιότητα. Μέγεθος αρχείου: 39136



75% Ποιότητα. Μέγεθος αρχείου: 17166



50% Ποιότητα. Μέγεθος αρχείου : 9179



25% Ποιότητα. Μέγεθος αρχείου : 6073

Το JPEG στάνταρ συμπίεσης επιτρέπει στον χρήστη να ορίζει τι απώλειες επιθυμεί στην συμπίεση. Κάθε μία εικόνα είναι συμπιεσμένη με ποιότητα συνεχώς μειούμενη και σε αυτή φαίνεται το ποσοστό της ποιότητας σε σχέση με την αρχική και το μέγεθος του αρχείου. Μπορεί κανείς εύκολα να παρατηρήσει πόσο δραματικά το μέγεθος του αρχείου μειώνεται όσο η ποιότητα πέφτει. Αν ελέγξουμε τα μεγέθη, βλέπουμε ότι στην εικόνα με ποιότητα 50% της αρχικής είναι περίπου 18% της αρχικής εικόνας. Αυτό είναι σχέση συμπίεσης περίπου 2:10. Ακόμα και η εικόνα με 25% ποιότητα της αρχικής δεν είναι κακή και δίνει σχέση συμπίεσης περίπου 1:10.

Εξετάζοντας από την αρχή το πρόβλημα με το bandwidth η σχέση συμπίεσης του 1:10 μετατρέπει τα 1,8Mbyte/sec video σε 180Kbyte/sec. Αν πάρουμε τα 60Kbyte/sec του στατικού frame και τα συμπίεσουμε με 1:10 τότε γίνονται 6Kbyte/sec με αποτέλεσμα να έχουμε τώρα 7.5 frame/sec για Ethernet δίκτυα και 2.5 frame/sec για ISDN δίκτυα. Έτσι τώρα μπορούμε να έχουμε ικανοποιητικά frame rates σε ένα φορτωμένο από χρήστες δίκτυο Ethernet.

Οι παραπάνω αριθμοί φαίνεται ότι εξαλείφουν το πρόβλημα με το bandwidth του δικτύου, στην πραγματικότητα όμως το μετατοπίζουν σε ένα άλλο σημείο του συστήματος. Η εκτέλεση ενός αλγόριθμου συμπίεσης απαιτεί ορισμένο χρόνο και καμία φορά αρκετό. Επίσης όσο καλύτερη είναι η σχέση συμπίεσης τόσο πιο πολύ χρόνο οι υπολογισμοί διαρκούν. Η επίτευξη των frame rate που υπολογίσαμε παραπάνω απαιτεί ένα ακριβό Hardware υλικό το οποίο ονομάζεται CODEC. Από την στιγμή που στόχος της τηλεδιάσκεψης είναι η τοποθέτηση του video σε κάθε ένα γραφείο μέσω του H/Y, η χρησιμοποίηση ενός ακριβού Hardware για την συμπίεση θα μετέτρεπε αυτομάτως την τιμή του υπολογιστή ως απαγορευτική για τους περισσότερους. Το μόνο λοιπόν που μας απομένει είναι να χρησιμοποιήσουμε τον υπολογιστή ώστε να εκτελεί την συμπίεση και ευτυχώς η επεξεργαστική ισχύς η οποία είναι διαθέσιμη σε έναν σταθμό εργασίας ή σε ένα Pentium PC είναι αρκετή για αυτόν τον σκοπό. Πολλοί κατασκευαστές γνωρίζοντας ότι οι πιο πολύ αλγόριθμοι συμπίεσης απαιτούν πιο πολύ χρόνο στην συμπίεση των δεδομένων παρά στην αποσυμπίεση χρησιμοποιούν ειδικό Hardware στην συμπίεση και αφήνουν την αποσυμπίεση στο Software.

Υποθέτοντας λοιπόν ότι έχουμε ένα καλό αλγόριθμο συμπίεσης στον υπολογιστή μας, το επόμενο ερώτημα είναι πώς γίνεται να κάνουμε μία διάσκεψη. Αν ο αλγόριθμος συμπίεσης ξεκινά και στέλνει δεδομένα σε κάποιον με τον οποίο επιθυμεί να γίνει η διάσκεψη, ο αντίστοιχος αλγόριθμος του δέκτη πρέπει να καταλαβαίνει αυτά που του στέλνει η πλευρά του πομπού. Αυτό ονομάζεται δυνατότητα αλληλοεπεξεργασίας. Σε βασικές γραμμές αν και οι δύο πλευρές υποστηρίζουν τον ίδιο αλγόριθμο συμπίεσης τότε μπορούν να επικοινωνήσουν, ενώ αν δεν έχουν κοινό αλγόριθμο δεν μπορούν.

Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι συμπίεσης, με το ITU/CCITT να έχει δημιουργήσει ένα πλήθος αυτών. Δυστυχώς οι περισσότεροι είναι έντονα υπολογιστικοί και σαν τέτοιοι απαιτούν ειδικής χρήσεως Hardware στον υπολογιστή οποιουδήποτε θέλει να τους χρησιμοποιήσει αν και αυτό δεν είναι αναγκαίο. Στην συνέχεια ακολουθεί λεπτομερέστερη αναφορά στα θέματα που

αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο αυτό πάνω στο Multicast – MBONE, στους αλγόριθμους συμπίεσης, στα πρωτόκολλα μεταφοράς, στα videoconference συστήματα καθώς και στα πρότυπα που αφορούν τον έλεγχο και την αλληλολειτουργία μεταξύ των προγραμμάτων.

2.1 Τι είναι το Multicast και γιατί γίνεται ολοένα και πιο σημαντικό

Η ικανότητα τηλεδιασκέψεων με πολυμέσα στα δίκτυα των υπολογιστών συγκέντρωσε αρκετό ενδιαφέρον ακόμα και από τις πρώτες μέρες του ARPANet. Δύο βασικά σημεία όμως ήταν τα κύρια εμπόδια για την εφαρμογή του. Το πρώτο ήταν το bandwidth που απαιτείται. Για να μεταδοθεί ήχος και video διαμέσου ενός δικτύου υπολογιστών πρέπει πρώτα να ψηφιοποιηθεί, δηλαδή να μετατραπεί από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό. Τελικά η ποιότητα του ήχου και της κινούμενης εικόνας εξαρτάται από τον ρυθμό δειγματοληψίας και την ανάλυση. Όσο πιο μεγάλος είναι ο ρυθμός δειγματοληψίας και όσο καλύτερη είναι η ανάλυση τόσο καλύτερη θα είναι και η ποιότητα. Αυτή η συνθήκη όμως απαιτούσε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές που υπήρχαν στα δίκτυα υπολογιστών. Περίπου στην τελευταία δεκαετία, οι βελτιώσεις στους αλγορίθμους συμπίεσης έχουν μειώσει δραματικά τις ανάγκες σε bandwidth. Σε συνδυασμό με τις νέες γενιές ακόμα πιο γρήγορων δικτύων άνοιξαν οι πόρτες προς τις διασκέψεις με πολυμέσα σε δίκτυο υπολογιστών.

Δυστυχώς αυτό δεν έλυσε εντελώς το πρόβλημα του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Τα πολυμέσα μπορούν να κωδικοποιηθούν, συμπεστούν και να μεταδοθούν διά μέσω γρήγορων δικτύων από ένα κόμβο A σε ένα κόμβο B σε αναλογία με ένα μοντέλο point to point. Αυτό το γεγονός εισάγει ένα σημαντικό περιορισμό σε επικοινωνία πολλών χρηστών ταυτόχρονα, που ορίζεται ως η επικοινωνία ενός με πολλούς ή πολλών με πολλούς χρήστες. Προηγουμένως η πολλαπλή επικοινωνία αποτελούταν από τρία κύρια στάδια. Πρώτα το πακέτο της πληροφορίας (video, ήχος, κείμενο, κτλ.) αντιγραφόταν τόσες φορές όσοι ήταν και οι κόμβοι που συμμετείχαν στην διάσκεψη. Μετά κάθε πακέτο προωθούνταν προς τον παραλήπτη και τέλος ο κόμβος δέκτης επανασύνδεε τα πακέτα από κάθε κόμβο αποστολής. Έτσι, αν ο κόμβος A έστειλε ήχο και video ταυτόχρονα προς τους κόμβους B και Γ, τότε θα υπήρχαν συνολικά τέσσερα κανάλια ροής ανεξάρτητων δεδομένων ήχου και video. Αν οι κόμβοι που παραλάμβαναν τα πακέτα ήταν τρεις τότε τα κανάλια των δεδομένων θα ήταν έξι. Αν μιλάμε για διάσκεψη μεταξύ πολλών αποστολέων και πολλών δεκτών τότε η ιδέα της διάσκεψης πολυμέσων φαντάζει μη εφικτή αφού δεν μπορεί να κλιμακωθεί σε μία τόσο ευρεία περιοχή όπως είναι το Internet.

Το δεύτερο σημείο το οποίο είναι εμπόδιο για τέτοιου είδους διασκέψεις είναι η ποιότητα της υπηρεσίας. Η μετάδοση σε πραγματικό χρόνο πολυμέσων, με αλληλεπίδραση μεταξύ των κόμβων που συμμετέχουν, απαιτεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας από το δίκτυο των υπολογιστών. Σε ένα packet switched δίκτυο όπως είναι το Internet είναι δύσκολο να υπάρξει εγγύηση για χαμηλές καθυστερήσεις από άκρη σε άκρη. Το πρόβλημα είναι ότι εφαρμογές σαν την εικονοτηλεδιάσκεψη απαιτούν αυτές τις εγγυήσεις.

Το multicasting προσφέρει την λύση στις απαιτήσεις για κλιμακοποίηση του δικτύου και για ποιότητα υπηρεσιών. Το multicasting είναι η μετάδοση μίας ροής δεδομένων σε πολλαπλούς προορισμούς. Ο κόμβος αποστολής δεν δημιουργεί αντίγραφα των πακέτων για κάθε ανεξάρτητο κόμβο λήψης. Μόνο μία ροή δεδομένων αποστέλλεται ανεξάρτητα από τον αριθμό των δεκτών. Ο προορισμός των δεδομένων είναι μια ειδική διεύθυνση ενός γκρουπ. Αν ένας κόμβος θέλει να λαμβάνει τα δεδομένα αυτά απλά “εγγράφεται” στο γκρουπ και γίνεται μέλος του. Αυτή η διαδικασία μειώνει έντονα την κυκλοφορία πακέτων στο Internet καθώς και την επεξεργαστική ισχύ και τον χρόνο στον κάθε router που εμπλέκεται στην μετάδοση. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι αλγόριθμοι δρομολόγησης του multicast είναι οι μοναδικοί αλγόριθμοι που υπάρχουν αυτή την στιγμή που μπορούν να εγγυηθούν τις ελάχιστες δυνατές καθυστερήσεις για σωστές διασκέψεις πολυμέσων.

2.2 Τι είναι το MBone

Η λέξη MBone προέρχεται από την φράση virtual **M**ulticast **B**ackbone. Είναι το αλληλοσυνδεδεμένο σετ υποδικτύων το οποίο επιτρέπει την εκπομπή και λήψη IP multicast καναλιών δεδομένων που με την σειρά τους κάνουν εφικτή την πραγματοποίηση διασκέψεων με πολυμέσα σε πραγματικό χρόνο με χρήση του Internet. Το MBone κάνει χρήση ειδικών δρομολογητών (mrouter) οι οποίοι είναι ικανοί να διαχωρίσουν αν ένα πακέτο είναι ένα απλό IP (unicast) ή αν είναι multicast πακέτο. Ο mrouter εφαρμόζει ειδικούς multicast αλγορίθμους δρομολόγησης με σκοπό να προωθήσουν το πακέτο με γρήγορο και αποδοτικό τρόπο. Το MBone στην ουσία δουλεύει πάνω από το τυποποιημένο backbone του Internet και για αυτό τον λόγο είναι συμμορφωμένο με την δομή της IP διευθυνσιοδότησης. Στην αρχή ονομάστηκε virtual (εικονικό) backbone γιατί την εποχή της έναρξης του δεν υπήρχε το IP multicasting στους δρομολογητές. Για πρώτη φορά αναπτύχθηκαν mrouter το 1992 και διασκορπίστηκαν

μαζί με τους κλασσικούς unicast. Με την πάροδο του χρόνου όλοι οι απλοί router θα αναβαθμιστούν σε multicast εξαλείφοντας κατ'αυτό τον τρόπο την εικονική φύση του Mbone.

2.3 Multicast groups

2.3.1 Τι είναι τα multicast γκρουπ

Σε μία διάσκεψη multicast, ένας κόμβος πηγή μεταδίδει την ροή των δεδομένων σε μία IP διεύθυνση τάξης D που είναι ειδικά για multicast. Αυτή η IP διεύθυνση ορίζει ένα ειδικό multicast γκρουπ. Αυτό το γκρουπ είναι ένας αριθμός κόμβων οι οποίοι επιθυμούν να λάβουν την εκπομπή του αποστολέα κόμβου. Ο κόμβος αποστολής δεν χρειάζεται να γνωρίζει τον δυναμικότητα των γκρουπ όπως για παράδειγμα το πόσοι κόμβοι συμμετέχουν σε αυτό, ποιοι είναι τα μέλη των γκρουπ ή το πού βρίσκονται. Ο αποστολέας χρειάζεται μόνο να γνωρίζει την διεύθυνση του γκρουπ. Ο αποστολέας δεν χρειάζεται καν να είναι μέλος του γκρουπ για να κάνει την μετάδοση.

Τα multicast γκρουπ είναι αυτό που διαχωρίζει τις απλές διευθύνσεις unicast από τις διευθύνσεις multicast. Οι διευθύνσεις unicast έχουν σχεδιαστεί για να επιτρέπουν στους δρομολογητές να εκπέμπουν ένα πακέτο προς ένα συγκεκριμένο προορισμό. Οι διευθύνσεις ευρέως φάσματος (broadcast) εκπομπής παρέχουν την δυνατότητα στους δρομολογητές να εκπέμπουν ένα πακέτο σε όλους τους κόμβους ενός υποδικτύου. Οι multicast διευθύνσεις όμως επιτρέπουν σε έναν multicast δρομολογητή να εκπέμψει πακέτα σε ένα σετ κόμβων οι οποίοι είναι μέλη ενός συγκεκριμένου multicast γκρουπ.

Τα multicast γκρουπ έχουν δυναμική φύση. Ουσιαστικά ένα τέτοιο γκρουπ σχηματίζεται όταν ο αποστολέας πρόκειται να μεταδώσει ροή δεδομένων και ένας ή περισσότεροι κόμβοι θέλουν να λάβουν τα δεδομένα. Οι διευθύνσεις που σχετίζονται με αυτά τα γκρουπ, δεν σχετίζονται με κανένα φυσικό σημείο του δικτύου παρά μόνο με την λογική δομή του γκρουπ. Οι multicast διευθύνσεις και τα αντίστοιχα γκρουπ διατηρούνται όσο υπάρχουν πομποί και δέκτες αυτών των δεδομένων.

2.4 Ποιος ο ρόλος και η λειτουργία του IGMP

Όπως συμβαίνει και με τα κλασσικά πρωτόκολλα δρομολόγησης πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος να παρακολουθούνται τα πακέτα των γειτονικών κόμβων για να αποφασιστεί η σωστή δρομολόγηση ανάλογα με το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται. Με τους κλασσικούς router, πρωτόκολλα όπως το RIP (Routing Information Protocol) και το OSPF (Open Shortest Path First) χρησιμοποιούνται για να οδηγούν τα πακέτα unicast στο επιθυμητό πεδίο. Αυτές οι μέθοδοι ωστόσο δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν στην μη φυσική δομή των multicast groups. Το IGMP (Internet Group Management Protocol) χρησιμοποιείται από τους mrouter για να μάθουν ποια είναι η κατάσταση συμμετοχής άλλων mrouter που είναι πάνω σε απευθείας συνδεδεμένους κόμβους.

Το IGMP χρησιμοποιεί μία κατοχυρωμένη Class D διεύθυνση του τύπου 224.0.0.1. Αυτή η διεύθυνση ορίζει ένα μόνιμο γκρουπ για όλα τα συστήματα multicast με IP διευθύνσεις. Οι δρομολογητές multicast στέλνουν μηνύματα και ακολουθίες πακέτων με TTL τιμή 1 σε αυτή τη διεύθυνση, κρατώντας την κίνηση μέσα στο εσωτερικό τοπικό υποδίκτυο. Ένας κόμβος ο οποίος είναι ικανός για multicast πρέπει να γίνει μέλος του γκρουπ “all systems” για κάθε interface δικτύου που έχει και να παραμείνει σε αυτό το γκρουπ όση ώρα είναι ενεργός για να λαμβάνει πακέτα multicast. Υπάρχουν δύο τύποι μηνυμάτων IGMP:

- group membership queries (θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε σαν μία ακολουθία πακέτων που ζητά από τους συμμετέχοντες κόμβους να απαντήσουν).
- group membership reports (οι αναφορές για την συμμετοχή των κόμβων στα διάφορα multicast γκρουπ)

Οι mrouter στέλνουν περιοδικά το πρώτο τύπο μηνύματος με σκοπό να αποφασιστεί ποια γκρουπ έχουν κόμβους μέλη που είναι κατευθείαν συνδεδεμένοι πάνω στο τοπικό δίκτυο τους. Όταν ένας κόμβος λαμβάνει ένα μήνυμα query δημιουργεί και στέλνει ένα μήνυμα αναφοράς (report) για κάθε γκρουπ στο οποίο ανήκει μετά από κάποιο τυχαίο χρονικό διάστημα προκειμένου να αποφευχθεί η συμφόρηση δεδομένων στον mrouter. Αν ένας κόμβος αντιληφθεί ότι υπάρχει κάποιος άλλος κόμβος ο οποίος είναι στην διαδικασία αποστολής μιας παρόμοιας αναφοράς για το ίδιο γκρουπ τότε ο πρώτος κόμβος δεν θα στείλει την αναφορά του εκείνη την στιγμή. Αυτός είναι ένας πιο αποδοτικός τρόπος χρήσης του χρόνου και της επεξεργαστικής ισχύος. Όταν ένας κόμβος γίνεται μέλος ενός γκρουπ, θα στείλει αμέσως μία

αναφορά στην οποία θα δηλώνει ότι έγινε μέλος για να αρχίσει να λαμβάνει και αυτός ροή multicast δεδομένων αμέσως και όχι να περιμένει για query από τον multicast δρομολογητή.

Οι νεότερες εκδόσεις του IGMP εισάγουν ένα πρωτόκολλο βάση του οποίου αποφασίζεται ποιος multicast δρομολογητής, αν υπάρχουν περισσότεροι από έναν, θα στέλνει τις ερωτήσεις (queries) στους κόμβους. Ο mrouter με την πιο χαμηλή IP διεύθυνση στο δίκτυο γίνεται και αυτός που είναι υπεύθυνος για την αποστολή των ερωτήσεων στους κόμβους. Μία επιπλέον βελτίωση είναι η δυνατότητα του να αποστέλλεται η ερώτηση αναφοράς σε κάποιο γκρουπ ξεχωριστά και όχι σε ομαδικά σε όλα τα γκρουπ. Αυτή η δυνατότητα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το group leave message. Όταν δηλαδή ένας κόμβος επιθυμεί να αποχωρήσει από το γκρουπ απλά στέλνει ένα μήνυμα (group leave message) που δηλώνει την επιθυμία του αυτή. Ο mrouter στέλνει ερώτημα για την συμμετοχή ειδικά στο γκρουπ από το οποίο προήλθε το μήνυμα group leave. Αν δεν επιστρέψει καμία αναφορά τότε η διεύθυνση που είχε το γκρουπ μπορεί να αφαιρεθεί από την λίστα μελών των γκρουπ για το συγκεκριμένο τοπικό δίκτυο.

2.4.1 Χρειάζεται οι κόμβοι να ξέρουν την IP διεύθυνση του multicast router;

Η απάντηση σε αυτή την ερώτηση είναι ΟΧΙ. Οι κόμβοι και οι mrouter στέλνουν τα IGMP μηνύματα στην διεύθυνση του γκρουπ “all systems”. Οι multicast δρομολογητές είναι προγραμματισμένοι να δέχονται όλη την multicast κίνηση. Έτσι σε ένα πραγματικό multicast σύστημα οι κόμβοι και οι mrouter δεν χρειάζεται να γνωρίζουν ο ένας τις διευθύνσεις του άλλου. Αντίθετα επικοινωνούν διά μέσου της διεύθυνσης του γκρουπ με TTL ίσο με 1.

2.4.2 Συνέπειες αν το query γίνει από δύο multicast routers

Αν δύο mrouter επιτρεπόταν να στείλουν ερώτηση συμμετοχής προς τους κόμβους θα ήταν απλά σπατάλη της μνήμης των δρομολογητών αφού δύο router θα κρατούσαν τα ίδια ακριβώς στοιχεία. Επίσης θα στέλνονταν διπλές φορές τα δεδομένα της multicast ροής. Και οι δύο δρομολογητές θα λάμβαναν πακέτα για ένα γκρουπ στην λίστα. Και οι δύο θα έφτιαχναν αντίγραφα των πακέτων για το τοπικό δίκτυο και θα τα προωθούσαν. Φυσικά αυτό το λάθος θα

εντοπιζόταν στο 2ο επίπεδο στον καθένα από τους κόμβους, αλλά θα ήταν τρομερή σπατάλη bandwidth.

2.4.3 Πλεονεκτήματα των group specific query και group leave μηνυμάτων

Αν ένας κόμβος ήταν το μοναδικό μέλος ενός γκρουπ στο τοπικό δίκτυο και μετά αποφάσιζε να φύγει από το γκρουπ, ο multicast δρομολογητής θα ξόδευε πολύ χρόνο και επεξεργαστική ισχύ όχι μόνο στον εαυτό του αλλά και στους υπόλοιπους κόμβους που ανήκουν στο τοπικό δίκτυο καθώς θα έπρεπε να στείλει το ερώτημα πολλές φορές μέχρι να απομακρύνει το γκρουπ από την λίστα των μελών. Με την εφαρμογή του group specific leave message, ο κόμβος ο οποίος αποσύρεται στέλνει ο ίδιος μήνυμα ότι αφήνει το γκρουπ. Ο multicast δρομολογητής θα στείλει ερώτηση ειδικά προς το γκρουπ από το οποίο αποσύρθηκε ο κόμβος και αν δεν υπάρξουν απαντήσεις τότε το γκρουπ μπορεί να αφαιρεθεί από την λίστα μελών με σχετικά μεγάλη σιγουριά.

2.4.4 Συνέπειες έλλειψης των group/group specific query μηνυμάτων

Ακόμα και αν δεν υπήρχε το μήνυμα αυτό ένας κόμβος θα μπορούσε να γίνει μέλος ενός γκρουπ στέλνοντας απλά μία αναφορά. Ο δρομολογητής απλά θα ενημέρωνε την λίστα των μελών του. Όταν ο κόμβος αποφασίσει να αφήσει την λίστα με ένα μήνυμα group leave, ο mrouter δεν θα είχε κανένα τρόπο να ελέγχει αν υπάρχει και άλλος κόμβος στο τοπικό δίκτυο που είναι μέλος αυτού του γκρουπ. Αν ήταν έτσι τα πράγματα θα έπρεπε να κρατάει μία λίστα με το ποιος κόμβος ανήκει σε πιο γκρουπ. Αυτή η λίστα θα μπορούσε να εξελιχθεί σε μία πολύ μεγάλη και η συντήρηση της να είναι μία χρονοβόρα διαδικασία η οποία θα έπιανε και πολύ χώρο στην μνήμη.

2.4.5 Συνέπειες έλλειψης μηνύματος host report

Αν δεν υπήρχε το μήνυμα αναφοράς κόμβου το IGMP δεν θα μπορούσε να δουλέψει. Δεν θα υπήρχε κανένας τρόπος ώστε ο κόμβος να ενημερώνει τον δρομολογητή σε ποιο γκρουπ ανήκει. Θα έπρεπε ο multicast δρομολογητής να επαναδημιουργεί τα πακέτα για κάθε κόμβο

στο δίκτυο που θα ήταν ικανός να δεχτεί multicast πακέτα. Αυτό θα μας οδηγούσε σε μία μεγάλη δαπάνη bandwidth και αυξημένη χρήση επεξεργαστικής ισχύος.

2.4.6 Γιατί ένας κόμβος στέλνει μόνο μία αναφορά για κάθε γκρουπ που είναι μέλος;

Αφού ένας multicast δρομολογητής στείλει μία ερώτηση για γκρουπ, όλοι οι κόμβοι πρέπει να στείλουν τις αναφορές τους αφού έχουν περιμένει για τυχαίο χρονικό διάστημα. Καθώς ένας κόμβος περιμένει μπορεί να δει τι αναφορές στέλνουν οι άλλοι κόμβοι και να τις συγκρίνει με την δική του. Αν η αναφορά ανήκει σε κάποιο γκρουπ στο οποίο ανήκει και αυτός ο κόμβος τότε δεν χρειάζεται να στείλει την αναφορά του και έτσι να γλυτώσει επεξεργαστική ισχύ και χρόνο, μια και ο mrouter χρειάζεται να γνωρίζει την ύπαρξη τουλάχιστον ενός μέλους για κάθε διεύθυνση γκρουπ. Αν οι αναφορές όλων των γκρουπ συγκεντρώνονταν σε μία τότε θα έπρεπε ο κόμβος να κάνει την ανάλυση ολόκληρης της αναφοράς μετά να αναλύσει την δική του και να απορρίψει τα κοινά σημεία και τελικά να ενημερώσει και την δική του αναφορά. Θα ήταν πολύ πιο αποδοτικό και γρήγορο να στέλνεται η κάθε μία αναφορά ανεξάρτητα. Έτσι και ο δρομολογητής θα είχε πολύ πιο εύκολο τρόπο να ανανεώνει την λίστα των μελών. Ένας άλλος λόγος θα ήταν να διατηρηθεί σταθερό το μέγεθος των πακέτων για τις ερωτήσεις, τις αναφορές και για άλλα μηνύματα. Αν όλες οι αναφορές ήταν συγκεντρωμένες σε μία, τότε κάθε αναφορά κόμβου θα ήταν μεταβλητού μήκους.

2.5 Διευθυνσιοδότηση και εκπομπή

2.5.1 Διαφοροποίηση και συνεργασία μεταξύ unicast και multicast πακέτων

Κάθε πακέτο το οποίο κινείται στο Internet περιέχει και την διεύθυνση του προορισμού του μαζί με άλλες πληροφορίες δρομολόγησης (πχ. η διεύθυνση του αποστολέα). Μία IP διεύθυνση κατηγοριοποιείται σε πέντε τάξεις: A, B, C, D και E. Οι διευθύνσεις της τάξης D ορίζουν δεδομένα multicast. Ανήκουν στην κλίμακα από 224.0.0.0 μέχρι το 239.255.255.255. Για παράδειγμα multicast δεδομένα του MBone ορίζονται από τάξης D διευθύνσεις που δείχνονται από το 224.2.*.*. Με βάση αυτό τον τρόπο διευθυνσιοδότησης τα multicast πακέτα διαφοροποιούνται από τα unicast. Εκτός από τις ειδικές τους διευθύνσεις, τα multicast πακέτα

είναι πανομοιότυπα με τα unicast στην δομή και μορφή όταν περνούν από απλούς unicast δρομολογητές. Στην ουσία τα multicast δεδομένα μεταφέρονται μέσα σε ένα απλό IP unicast πακέτο.

Είναι ευθύνη του multicast δρομολογητή να διακρίνει ένα multicast πακέτο από ένα απλό IP πακέτο. Αν το πακέτο είναι multicast τότε ο δρομολογητής ελέγχει αν κάποιος από τους κόμβους του υποδικτύου του είναι μέλη του γκρουπ για το οποίο προορίζεται το πακέτο. Αν υπάρχουν κόμβοι οι οποίοι είναι μέλη αυτού του γκρουπ τότε ο δρομολογητής δημιουργεί ένα αντίγραφο του πακέτου το οποίο και αποστέλλει και το αρχικό multicast πακέτο το προωθεί με βάση τον αλγόριθμο δρομολόγησης από τον οποίο συνοδεύεται. Αν δεν υπάρχουν μέλη του γκρουπ για το οποίο προορίζεται το πακέτο, τότε ο δρομολογητής απλά το προωθεί προς τον επόμενο προορισμό. Αν το πακέτο δεν είναι multicast αλλά unicast τότε ο δρομολογητής δουλεύει σαν ένας απλό unicast router και ελέγχει αν υπάρχει στο υποδίκτυο του ο προορισμός του πακέτου.

Αν ένα multicast πακέτο δρομολογηθεί διά μέσω ενός απλού δρομολογητή, το πακέτο προωθείται ανάλογα και η ροή και η αξιοπιστία του πρωτοκόλλου multicast δρομολόγησης παραμένουν ανεπηρέαστα. Αν δεν συνέβαινε το τελευταίο τότε το multicasting θα ήταν ανέφικτο αφού αυτή την στιγμή θα ήταν αδύνατο να μην περνάει ένα multicast πακέτο από απλούς unicast δρομολογητές προκειμένου να φτάσει στον προορισμό του. Η point-to-point είναι η παραδοσιακή τεχνολογία για την επικοινωνία των υπολογιστών σε ένα δίκτυο. Συνεπώς όλοι οι δρομολογητές οι οποίοι κατασκευάστηκαν μέχρι το 1992 είναι βασισμένοι σε unicast δρομολόγηση. Αφού η δομή του συστήματος επικοινωνίας ήταν τέτοια το multicast έπρεπε να βασιστεί επάνω της προκειμένου να δουλέψει. Έτσι τα multicast πακέτα εμπεριέχονται σε unicast πακέτα ώστε να προωθούνται από τους απλούς δρομολογητές και να εξασφαλιστεί η συμβατότητα της τεχνολογίας προς τα πίσω. Επιπλέον οι multicast δρομολογητές θα πρέπει να είναι σε θέση να διαχειρίζονται και unicast πακέτα εκτός από τα multicast πακέτα για τα οποία σχεδιάστηκαν. Ένα πιθανό ερώτημα που μπορεί να προκύψει είναι το εξής: “Είναι δυνατόν η διεύθυνση του αποστολέα ενός πακέτου να είναι η διεύθυνση ενός γκρουπ;”. Κάτι τέτοιο δεν είναι δυνατό. Η διεύθυνση του αποστολέα στην επικεφαλίδα ενός IP πακέτου είναι η πηγή του πακέτου. Ένα multicast γκρουπ δεν μπορεί να είναι η πηγή ενός πακέτου μια και είναι γκρουπ μόνο στην λογική και δεν έχει καμία φυσική δομή.

2.5.2 Point-to-point διάσκεψη πραγματικού χρόνου σε αμιγές multicast περιβάλλον

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι που μπορεί να επιτευχθεί το παραπάνω. Ένας τρόπος θα ήταν να δημιουργηθεί ένα γκρουπ και να οριστεί μία multicast διεύθυνση όπου και οι δύο κόμβοι θα ήταν μέλη του ίδιου γκρουπ και έτσι θα ήταν σε θέση να συνεργαστούν. Αυτή η μέθοδος θα επέτρεπε και σε άλλους κόμβους να συμμετέχουν στο γκρουπ και συνεπώς και στην διάσκεψη. Αν επιθυμούμε η διάσκεψη να γίνει σε ιδιωτικό περιβάλλον είναι δυνατόν να κωδικοποιηθεί μία διάσκεψη έτσι ώστε να χρειάζεται κάποιο password για να γίνει κανείς μέλος του γκρουπ.

2.5.3 Tunnels και διαφορά μεταξύ pruned και truncated tunneling

Όταν αναφερόμαστε στην τοπολογία του MBone μόνο οι multicast routers εμφανίζονται ενώ οι ενδιάμεσοι απλοί IP δρομολογητές δεν αναφέρονται. Ο κάθε multicast δρομολογητής θεωρείται ένα νησί μέσα στην θάλασσα των unicast δρομολογητών. Δύο νησιά μπορεί να είναι είτε άμεσα συνδεδεμένα ή μπορεί να είναι συνδεδεμένα μέσω ενός tunnel. Στην πρώτη περίπτωση οι mrouter είναι άμεσα συνδεδεμένοι με μία φυσική γραμμή. Αν δύο mrouter είναι συνδεδεμένοι με τούνελ, τότε το τούνελ αυτό αντιπροσωπεύει μία point-to-point σύνδεση μεταξύ τους. Μέσα στα τούνελ υπάρχουν απλοί IP δρομολογητές. Όταν ένα multicast πακέτο μπαίνει στο τούνελ, ενσωματώνεται μέσα σε ένα απλό unicast IP πακέτο και όταν βγει από το τούνελ μετατρέπεται ξανά σε multicast πακέτο. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι ένα τούνελ επιτρέπει στην multicast κίνηση να περνάει κατάλληλα από τον ένα δρομολογητή multicast στον άλλο.

Υπάρχουν δύο τύποι τούνελ σύνδεσης: truncated και pruned. Και οι δύο λέξεις στα αγγλικά σημαίνουν κλαδεύω, αφαιρώ περιττά μέρη, περικόπτω. Εδώ θα αναλύσουμε τους δύο αυτούς τύπους και θα διακρίνουμε τις διαφορές. Ο truncated τύπος ήταν ο πρώτος που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε στα πρώτα στάδια του MBone. Σε αυτό τον σχηματισμό τα multicast πακέτα προωθούνται βασισμένα στην τιμή που έχει το TTL τους και στην τιμή εισόδου του mrouter. Η τιμή TTL είναι ο χρόνος ζωής για ένα πακέτο. Ορίζει πόσο μακριά μπορεί να προωθηθεί ένα multicast πακέτο μέσα στο Internet. Κάθε φορά που ένα multicast πακέτο περνάει μέσα από έναν IP δρομολογητή, η τιμή του TTL μειώνεται κατά ένα. Αντίστοιχα με την τιμή TTL είναι

και η τιμή εισόδου για τον mrouter. Αν η τιμή εισόδου είναι μικρότερη από την τιμή TTL τότε η TTL μειώνεται και το πακέτο προωθείται. Αν η τιμή εισόδου είναι μεγαλύτερη από την τιμή TTL τότε το πακέτο “πεθαίνει” μέσα στον multicast δρομολογητή και δεν προωθείται πιο πέρα. Σε αυτή την μέθοδο όμως όλοι οι δρομολογητές ανεξάρτητα από το αν έχει σημασία ή όχι ένα multicast πακέτο για αυτούς, συνεχίζουν να λαμβάνουν, επεξεργάζονται και να προωθούν όλα τα multicast πακέτα. Έτσι αναγκάζονται να διαχειρίζονται πολύ περισσότερη κίνηση από ότι θα έπρεπε.

Μία πολύ πιο αποδοτική μέθοδος είναι αυτή του pruned tunneling. Στην πραγματικότητα οι άνθρωποι οι οποίοι ανέπτυξαν το MBone ζητούσαν το 1996 από τους administrators των συστημάτων να αναβαθμίσουν τους δαίμονες mroute σε νεότερη έκδοση που χρησιμοποιούσε την τεχνική pruned tunneling προκειμένου να σταματήσουν τα προβλήματα συμφόρησης στο MBone. Αυτή η τεχνική αναφέρεται και ως αληθινό multicasting. Σε αυτό το σχήμα τα multicast πακέτα και πάλι προωθούνται με βάση την TTL τιμή τους αλλά δεν προωθούνται προς τους δρομολογητές οι οποίοι δεν έχουν εκφράσει ενδιαφέρον με την χρήση IGMP μηνυμάτων. Αυτή η τεχνική προβάλλει μία επαρκώς αποδοτική μέθοδο για την λήψη ή μη multicast δεδομένων.

Σε περίπτωση που το IP multicasting δεν επέτρεπε δομές tunnel τότε θα έπρεπε ο κάθε mrouter να διαχειρίζεται την κίνηση των multicast δεδομένων και το MBone θα είχε “υπερχείλιση”. Τα πακέτα ποτέ δεν θα “πέθαιναν” και η δικτυακή συμφόρηση θα έκανε το multicast ανέφικτο.

2.6 Αλγόριθμοι προώθησης multicast πακέτων

1. **Flooding** (πλημμύρα, υπερχειλίση). Αυτός ο αλγόριθμος είναι ο πιο απλός αλγόριθμος προώθησης. Όταν ένας δρομολογητής λαμβάνει ένα πακέτο multicast, ο multicast δρομολογητής αποφασίζει αν έχει ξανασυναντήσει αυτό το πακέτο πρόσφατα ή όχι. Αν το έχει ξαναδεί απλά απορρίπτει το πακέτο. Αν είναι η πρώτη φορά που το συναντά τότε το πακέτο προωθείται προς όλα τα σημεία εκτός από αυτό από το οποίο προήλθε. Αυτός ο αλγόριθμος εγγυάται ότι όλοι οι δρομολογητές λαμβάνουν το πακέτο. Αυτός ο αλγόριθμος είναι πολύ απλός στην εφαρμογή του. Ο δρομολογητής δεν χρειάζεται να συντηρεί περίπλοκους πίνακες

δρομολόγησης πακέτων. Χρειάζεται απλά να κρατάει μία λίστα των πιο πρόσφατων πακέτων που συνάντησε. Αυτή η απλοϊκότητα ωστόσο παραγκωνίζεται από την αδυναμία της κλιμάκωσης του αλγορίθμου. Αυτός ο αλγόριθμος δεν θα δουλέψει σε WAN αφού δημιουργεί πολλά αντίγραφα του πακέτου και κίνηση σε όλες τις διαδρομές του δικτύου κάτι που εύκολα μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση στο δίκτυο. Επίσης η μνήμη του δρομολογητή χρησιμοποιείται ανεπαρκώς αφού ο δρομολογητής πρέπει να δημιουργεί μία ξεχωριστή εισαγωγή στον πίνακα πρόσφατων πακέτων για κάθε διαφορετικό πακέτο.

2.Spanning Trees - Constrained Steiner Trees (απλωμένα δέντρα). Η κατασκευή δέντρων είναι μία δημοφιλής και αποδοτική λύση δρομολόγησης. Τα multicast πακέτα εκπέμπονται παράλληλα στους διάφορους δρομολογητές κατά μήκος των κλάδων ενός δέντρου. Ο αριθμός των αντιγράφων ενός πακέτου μειώνεται καθώς η ανάγκη για αντίγραφο δημιουργείται στις διχάλες των κλάδων του δέντρου. Αυτά τα δέντρα έχουν σχεδιαστεί ειδικά για ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση στην διαδρομή. Ο μέσος όρος καθυστέρησης μιας διαδρομής είναι ο μέσος όρος των ελαχίστων καθυστερήσεων από την πηγή προς κάθε προορισμό ενός multicast γκρουπ. Ένα Constrained Steiner (CST) είναι το χαρακτηριστικό παράδειγμα για αυτό. Είναι ένα δέντρο με περιορισμένη καθυστέρηση με ελάχιστο κόστος. Κατά την κατασκευή του CST, θεωρούμε ότι η πηγή έχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για την κατασκευή του δέντρου. Αυτό οδηγεί στο να χρησιμοποιούνται τα CST σαν μία υποδιαίρεση στην τοπολογία του Internet.

Κατά την κατασκευή ενός CST το πρώτο βήμα είναι να αποφασιστεί η φτηνότερη διαδρομή από την πηγή προς κάθε προορισμό. Κάθε διαδρομή ελαχιστοποιεί τον μέσο όρο καθυστέρησης και πρέπει να έχει καθυστέρηση μικρότερη από την οριακή καθυστέρηση. Το επόμενο βήμα είναι να κατασκευαστεί το δέντρο. Ο CST αλγόριθμος κατασκευάζει το φτηνότερο δέντρο ενώ ταυτόχρονα διατηρεί τις καθυστερήσεις κάτω από τον οριακό περιορισμό. Μία μέθοδος για την κατασκευή αυτού του δέντρου είναι με το μοίρασμα των διαδρομών. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου είναι δυνατό να βρεθούν διαδρομές οι οποίες έχουν καθυστέρηση πολύ μικρότερη από το όριο της καθυστέρησης που τίθεται κατά την σχεδίαση αλλά αντισταθμίζεται από ένα πιο ακριβό δέντρο. Με λίγα λόγια ο CST αλγόριθμος κατασκευάζει ένα δέντρο στο οποίο υπάρχει μόνο μία διαδρομή μεταξύ οποιωνδήποτε δύο δρομολογητών σε υποδίκτυα του Internet.

Όταν ένα multicast πακέτο εισέρχεται στον δρομολογητή, ο δρομολογητής απλά προωθεί το πακέτο σε όλους τους κλάδους του δέντρου εκτός από τον κλάδο από τον οποίο προήλθε το πακέτο. Αυτή η μέθοδος εγγυάται ότι κανένα πακέτο δεν θα ξανακάνει κάποιο κύκλο και ότι τα πακέτα θα φτάσουν σε όλους τους δρομολογητές του δέντρου.

3.Reverse Path Broadcasting (εκπομπή ανάστροφης διαδρομής). Αυτός ο αλγόριθμος δημιουργεί ένα δέντρο για κάθε πιθανή πηγή σε ένα υποδίκτυο. Αυτά τα δέντρα θα χρησιμοποιηθούν από το υποδίκτυο το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένο στην πηγή. Έτσι υπάρχει ένα δέντρο για κάθε ενεργό ζευγάρι πηγής - γκρουπ.

Αυτός είναι ένας ακόμα σχετικά απλός αλγόριθμος. Όταν ένα πακέτο multicast φτάνει στον δρομολογητή, αυτός αποφασίζει την πηγή του πακέτου. Αν το πακέτο φτάνει στον σύνδεσμο που ο δρομολογητής θεωρεί σαν την πιο γρήγορη διαδρομή προς την πηγή τότε το πακέτο προωθείται προς όλους τους δρόμους εκτός από τον κλάδο από τον οποίο προήλθε το πακέτο. Αλλιώς το πακέτο απορρίπτεται.

Με σκοπό να μειωθεί ο αριθμός των διπλών πακέτων, υπάρχει μία βελτιωμένη έκδοση αυτού του αλγόριθμου. Ο τοπικός δρομολογητής αποφασίζει αν οι δρομολογητές που βρίσκονται πιο κάτω από αυτόν τον θεωρούν ως την ταχύτερη διαδρομή προς την πηγή του πακέτου. Το πακέτο τότε προωθείται μόνο προς τους δρομολογητές οι οποίοι θεωρούν τον τοπικό δρομολογητή ως τον πατρικό σύνδεσμο και πηγή του πακέτου. Είναι περιττό να προωθηθεί το πακέτο προς δρομολογητές οι οποίοι δεν θεωρούν τον τοπικό router ως πηγή του πακέτου αφού αυτοί οι δρομολογητές θα απορρίψουν το πακέτο. Αυτή η βελτίωση δουλεύει καλά με ένα πρωτόκολλο link-state (κατάσταση σύνδεσης) αφού ο κάθε δρομολογητής διατηρεί πληροφορίες για ολόκληρο το πεδίο δρομολόγησης.

4.Truncated Reverse Path Broadcasting (διακεκομμένη εκπομπή ανάστροφης διαδρομής). Αυτός ο αλγόριθμος δημιουργήθηκε με σκοπό να βελτιωθεί ο RPB ως προς τους περιορισμούς του. Ο RPB δεν λαμβάνει υπ' όψιν του τα μέλη που περιέχει ένα γκρουπ όταν δημιουργεί τα δέντρα πηγής - γκρουπ. Έτσι υπάρχουν φορές που προωθούνται multicast πακέτα σε γκρουπ που δεν έχουν μέλη για τα συγκεκριμένα πακέτα. Το TRPB χρησιμοποιεί το IGMP για να αποφασίσει για την συμμετοχή των μελών στα γκρουπ σε κάθε υποδίκτυο. Το TRPB αποφεύγει την προώθηση πακέτων σε υποδίκτυα που δεν έχουν μέλη για το συγκεκριμένο

γκρουπ. Έτσι το δέντρο θεωρείται περικεκομένο από τον δρομολογητή αν το υποδίκτυο δεν έχει καθόλου μέλη για το γκρουπ.

5.Reverse Path Multicasting (πολλαπλή εκπομπή ανάστροφης διαδρομής). Αυτός ο αλγόριθμος είναι ένα βελτιωμένος αλγόριθμος ως προς το RPB και το TRPB. Το RMP φτιάχνει ένα δέντρο το οποίο εκτείνεται μόνο στα υποδίκτυα τα οποία έχουν μέλη και στους δρομολογητές και υποδίκτυα τα οποία είναι στην πιο κοντινή διαδρομή προς υποδίκτυα με μέλη από γκρουπ. Το δέντρο αυτό περικόπτεται ώστε τα πακέτα να προωθούνται μόνο στους κλάδους των υποδικτύων με κόμβους μέλη.

Όταν ένας multicast δρομολογητής λαμβάνει ένα πακέτο για ένα συγκεκριμένο ζεύγος πηγής - γκρουπ, το πρώτο πακέτο προωθείται ακολουθώντας τον TRPB αλγόριθμο προς όλους τους δρομολογητές του διαδικτύου. Αυτό εξασφαλίζει ότι όλοι οι δρομολογητές που είναι στην άκρη των κλάδων του δέντρου λαμβάνουν το πρώτο πακέτο. Αν υπάρχει ένα μέλος του γκρουπ σε υποδίκτυο του ακριανού δρομολογητή τότε το πακέτο προωθείται με βάση τις πληροφορίες από το IGMP. Αν δεν υπάρχει κανένα μέλος σε υποδίκτυο του ακριανού δρομολογητή τότε ο δρομολογητής στέλνει ένα μήνυμα prune (περικοπής). Αυτό ενημερώνει τον αμέσως από πάνω δρομολογητή ότι δεν πρέπει να προωθηθούν άλλα πακέτα αυτού του γκρουπ στον ακριανό δρομολογητή. Ο router που προηγείται του ακραίου και λαμβάνει το μήνυμα διακοπής αποστολής των πακέτων πρέπει να διατηρήσει τις πληροφορίες αυτού του μηνύματος. Αν ο δρομολογητής λάβει μηνύματα prune από όλους τους δρομολογητές που βρίσκονται από κάτω του τότε θα στείλει ένα αντίστοιχο μήνυμα στον πατρικό του router και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία. Τελικά με αυτά τα μηνύματα περικοπής δημιουργείται ένα multicast δέντρο που περιέχει μόνο κλάδους οι οποίοι είναι ενεργά μέλη.

Αφού η συμμετοχή σε ένα γκρουπ είναι δυναμικής φύσεως, το multicast δέντρο ανανεώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο κάθε δρομολογητής καθαρίζει τα μηνύματα διακοπής από την μνήμη του και τότε το πρώτο πακέτο που θα λάβει θα το προωθήσει προς όλους τους δρομολογητές που βρίσκονται από κάτω του. Αυτό προκαλεί ένα νέο κύμα μηνυμάτων διακοπής που δημιουργούν ένα νέο multicast δέντρο.

6.Shortest Path Trees (Δέντρα της μικρότερης διαδρομής). Τα δέντρα της ελάχιστης διαδρομής είναι ένα παράδειγμα ενός μη περιορισμένου αλγορίθμου multicast δρομολόγησης.

Ο αλγόριθμος SPT κατασκευάζει ένα εκτεινόμενο δέντρο από την πηγή προς όλα τα μέλη που είναι προορισμοί για τα πακέτα μειώνοντας ένα δεδομένο κόστος όπως οι καθυστερήσεις από άκρη σ' άκρη ή ο αριθμός των hops χωρίς να υπολογίζεται η ποιότητα των απαιτήσεων της υπηρεσίας. Για να μειωθεί η συνάρτηση του κόστους χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος όπως αυτός των Bellman - Ford. Και πάλι αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να δεχτούν επεμβάσεις επιτρέποντας τον διαμοιρασμό συνδέσμων (links) και έτσι να μειώσουν το κόστος των SPT.

7.Core Based Trees (δέντρα βασισμένα σε πυρήνα). Τα δέντρα αυτά διαφέρουν από τους υπάρχοντες αλγόριθμους δρομολόγησης στο ότι χτίζουν ένα δέντρο παράδοσης το οποίο μοιράζεται από όλες τις πηγές ενός γκρουπ αντί για ένα δέντρο για κάθε ζεύγος πηγής γκρουπ. Έτσι η κίνηση του multicast διακινείται πάνω στο ίδιο δέντρο ανεξάρτητα από την πηγή.

Ο CBT αλγόριθμος έχει έξι κύριους σχεδιαστικούς σκοπούς.

Πρώτον θα πρέπει να ακολουθεί τις απαιτήσεις του Host Group μοντέλου, δηλαδή: οι αποστολείς δεν χρειάζεται να είναι μέλη του γκρουπ, τα γκρουπ μπορούν να έχουν όσα μέλη θέλουν, η λίστα των μελών είναι δυναμική και αυτόνομη, δεν υπάρχουν τοπολογικοί περιορισμοί για να γίνει κάποιος κόμβος μέλος ενός γκρουπ και τα γκρουπ μπορεί να είναι μόνιμα ή προσωρινά.

Δεύτερον το CBT είναι κλιμακωτό. Χρησιμοποιεί λίγη μνήμη, έχει λίγες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης και μικρές απαιτήσεις σε επεξεργαστική ισχύ από τους πόρους των multicast δρομολογητών όταν εφαρμόζεται σε ευρύτερα τοπολογικά δίκτυα.

Τρίτον το CBT είναι ένας ισχυρός αλγόριθμος multicast. Καθώς τα δέντρα γίνονται μεγαλύτερα, η τοποθέτηση του πυρήνα γίνεται με γνώμονα την βέλτιστη σταθερότητα για το δέντρο διανομής των πακέτων.

Τέταρτο το CBT προσφέρεται για “αόρατη” δρομολόγηση της multicast ροής και για διευθυνσιοδότηση σε δρομολογητές που δεν ανήκουν στο CBT δέντρο. Έτσι οι διευθύνσεις multicast αναγνωρίζονται μόνο αν ο δρομολογητής είναι μέλος του γκρουπ, όταν δηλαδή ανήκει στο δέντρο CBT για αυτό το γκρουπ. Οι δρομολογητές που ανήκουν στο δέντρο CBT

χρειάζεται μόνο να γνωρίζουν ποιοι είναι οι δρομολογητές που βρίσκονται από πάνω και από κάτω τους στο δέντρο.

Πέμπτο το CBT είναι αλγόριθμος δρομολόγησης ανεξάρτητα από ποιο πρωτόκολλο χρησιμοποιείται σε ένα δίκτυο. Έτσι μπορεί να εγκατασταθεί οπουδήποτε επιτρέποντας και εσωτερική δρομολόγηση multicast δεδομένων.

Έκτο το CBT είναι ανεξάρτητο από κάθε καινούρια δομή IP διευθυνσιοδότησης.

Ένα δέντρο CBT μπορεί να έχει ένα μόνο πυρήνα ή και περισσότερους ανάλογα με το μέγεθος του γκρουπ. Όταν ένας κόμβος επιθυμεί να γίνει μέλος ενός γκρουπ, στέλνει μία αίτηση για συμμετοχή προς το δέντρο πυρήνα του γκρουπ. Αυτή την αίτηση την επεξεργάζονται όλοι οι ενδιαμέσοι δρομολογητές προσδιορίζοντας από ποιο σημείο προήλθε η αίτηση και καθορίζουν το CBT δέντρο διανομής για αυτό τον κόμβο. Αν ένας κόμβος επιθυμεί να γίνει πηγή για ένα γκρουπ, αλλά δεν είναι μέλος αυτού του γκρουπ τότε στέλνει σε απλά IP πακέτα unicast τα δεδομένα προς τον κεντρικό δρομολογητή. Όταν το πακέτο φτάσει σε ένα δρομολογητή ο οποίος είναι μέλος του CBT δέντρου, από εκεί και πέρα εκπέμπεται πολλαπλά σαν multicast πακέτο μέχρι το τέλος της διαδρομής. Αυτό εγγυάται την προώθηση του πακέτου προς όλα τα μέλη ενός γκρουπ. Όλα τα πακέτα περικλείονται μέσα σε μία IP unicast διεύθυνση και διακινούνται με χρήση των κλασσικών IP αλγορίθμων. Όλα τα μηνύματα και τα πακέτα προωθούνται προς τον πυρήνα του δέντρου ή προς ένα από τους πυρήνες αν αναφερόμαστε σε δέντρο με παραπάνω από έναν κεντρικούς κλάδους. Αυτό εξασφαλίζει την σωστή διανομή των πακέτων σε όλους τους δρομολογητές που βρίσκονται στο δέντρο.

2.6.1 Συμπεράσματα σύγκρισης των αλγορίθμων

Ο αλγόριθμος Flooding παρά το γεγονός ότι είναι ο πιο απλός αλγόριθμος δεν είναι κατάλληλος για multicasting. Δεν κλιμακώνεται σε εφαρμογές σε μεγάλα δίκτυα. Παράγει μεγάλο αριθμό διπλών πακέτων και χρησιμοποιεί όλες τις διαθέσιμες οδούς. Επίσης απαιτεί έναν ειδικό μηχανισμό για να σταματήσει η διαδικασία προώθησης των πακέτων καθώς οι πιθανές ανακυκλώσεις των πακέτων μπορεί να μην αφήναν το πακέτο να εκλείψει.

Τα Spanning trees είναι μία αρκετά πιο αποδοτική και ισχυρή λύση από ότι ο αλγόριθμος υπερχειλίσης. Τείνουν να οδηγούν την ροή προς το κέντρο του δέντρου ωστόσο μόνο σε μικρό αριθμό συνδέσεων οι οποίες με την σειρά τους μπορεί να μην παρέχουν την καλύτερη δυνατή διαδρομή μεταξύ την πηγή και τους κόμβους μέλη ενός γκρουπ. Ο αλγόριθμος CBT έχει αποδειχτεί ότι είναι κατάλληλος για εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο. Έχει καλούς χρόνους μεταβολής της καθυστέρησης μεταξύ των πακέτων και προωθεί τον διαμοιρασμό των συνδέσεων. Όμως αυτός ο αλγόριθμος δεν κλιμακώνεται καλά σε μεγάλα δίκτυα. Η πολυπλοκότητα του είναι της τάξης n εις τον κύβο όπου n είναι ο αριθμός των κόμβων στο δέντρο. Ένα καλό παράδειγμα στην κατασκευή ενός δέντρου CST είναι ότι η πηγή γνωρίζει τα πάντα για τα μέλη του γκρουπ. Έτσι καθώς τα γκρουπ γίνονται ολοένα και μεγαλύτερα η λύση γίνεται όλο και πιο πολύπλοκη.

Η τεχνική RPB, TRPB και RPM μπορούν να ομαδοποιηθούν μια και σχετίζονται μεταξύ τους. Το κύριο πλεονέκτημα αυτών των τεχνικών σε σχέση με το δέντρο CST είναι ότι ο δρομολογητής της πηγής δεν χρειάζεται να γνωρίζει για ολόκληρο το δέντρο. Δεν χρειάζεται καν κάποιον ειδικό μηχανισμό για να σταματήσει την προώθηση των πακέτων, όπως κάνει ο αλγόριθμος υπερχειλίσης. Αφού και αυτές οι τεχνικές είναι εκτεταμένα δέντρα μπορούν να εγγυηθούν την ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση αφού τα πακέτα ακολουθούν πάντα την πιο σύντομη διαδρομή από την πηγή του πακέτου προς τα μέλη του γκρουπ που προορίζεται αυτό. Η μεγαλύτερη ανεπάρκεια του RPB που την διορθώνει το TRPB είναι ότι το πρώτο δεν λαμβάνει υπόψιν του τα μέλη των γκρουπ όταν χτίζει το δέντρο διανομής. Έτσι πακέτα μπορεί να προωθηθούν σε υποδίκτυα τα οποία δεν έχουν καθόλου μέλη. Το TRPB χρησιμοποιεί τα μηνύματα του IGMP προκειμένου να ξεπεράσει αυτή την ατέλεια. Έτσι πακέτα δεν προωθούνται προς υποδίκτυα αν δεν υπάρχουν μέλη εκεί. Αυτό ωστόσο δεν διορθώνει το πρόβλημα ολοκληρωτικά. Το TRPB ελαφρύνει την κίνηση στους ακριανούς δρομολογητές του δέντρου αλλά κατά την κατασκευή των κλάδων δεν εκτιμά την κατάσταση μέλους που έχουν οι κόμβοι. Το RPM αναπτύχθηκε για να λύσει αυτό ακριβώς το πρόβλημα. Έτσι το RPM δημιουργεί ένα δέντρο για τα υποδίκτυα τα οποία περιέχουν κόμβους μέλη καθώς και για δρομολογητές οι οποίοι είναι στην πιο κοντινή διαδρομή για υποδίκτυα με μέλη του γκρουπ.

Ένα κύριο πλεονέκτημα που έχει η εξέλιξη των RPB-TRPB-RPM σε σχέση με τα δέντρα CST είναι ότι το δέντρο CST κατασκευάζει ένα απλό δέντρο για ολόκληρο το δίκτυο. Οι RPB-

TRPB-RPM φτιάχνουν δέντρα τα οποία είναι βασισμένα στα υπάρχοντα γκρουπ για κάθε πιθανή πηγή.

Η εξέλιξη των RPB-TRPB-RPM όπως και τα CST δέντρα υποφέρουν από δύο κύριους περιορισμούς : δεν κλιμακώνονται εύκολα και είναι πολύ περίπλοκα. Όπως και στο CST το γκρουπ RPB-TRPB-RPM αλγορίθμων δρομολόγησης δεν κλιμακώνονται καλά. Όλοι αυτοί οι αλγόριθμοι χρειάζονται την περιοδική εκπομπή ενός multicast πακέτου προς όλους τους δρομολογητές του υποδικτύου. Αυτό παράγει ένα αξιοσέβαστο ποσό κίνησης στο δίκτυο ειδικά όταν τα γκρουπ αρχίζουν και μεγαλώνουν. Τα σετ των αλγορίθμων δρομολόγησης RPB-TRPB-RPM γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα καθώς τα μεγέθη και ο αριθμός των γκρουπ αυξάνονται. Ο κάθε δρομολογητής απαιτείται να κρατάει πληροφορίες για την κατάσταση όλων των γκρουπ και για κάθε πηγή. Τα RPB-TRPB-RPM καθώς και τα δέντρα CST μπορούν να εφαρμοστούν κατανεμημένα μειώνοντας κατά ένα μικρό ποσοστό την πολυπλοκότητα καθώς το διαδίκτυο γίνεται όλο και μεγαλύτερο.

Ο αλγόριθμος SPT θεωρείται και αυτός ως κατάλληλος για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Έχει και αυτός μία μέση διαφοροποίηση στις καθυστερήσεις. Αυτό οφείλεται κατά ένα ποσοστό στο γεγονός ότι η κάθε πηγή πρέπει να κατασκευάσει ένα δικό της δέντρο δρομολόγησης, με την μικρότερη διαδρομή προς όλους τους κόμβους μέλη, που αυξάνει το κόστος για την επίτευξη σύνδεσης. Ο αλγόριθμος SPT έχει το ίδιο πρόβλημα δυνατότητας κλιμάκωσης που χαρακτηρίζει και τους προηγούμενους αλγορίθμους. Αν και η πολυπλοκότητα του είναι αρκετά μικρότερη σε σχέση με τους προηγούμενους αλγορίθμους, καθώς το μέγεθος των γκρουπ αυξάνεται, η πολυπλοκότητα αυξάνεται με ρυθμούς της τάξης n εις το τετράγωνο.

Ο CBT αλγόριθμος αν και ακόμα δεν έχει εφαρμοστεί, κερδίζει ολοένα και περισσότερη δύναμη και προσελκύει περισσότερο ενδιαφέρον. Ο αλγόριθμος αυτός (όπως προτείνεται) παρέχει μία κλιμακούμενη λύση σε μεγάλα WANs όπως είναι το Internet. Σε σύγκριση με τους υπόλοιπους αλγορίθμους κάνει πολύ πιο αποδοτική χρήση των δυνατοτήτων των δρομολογητών καθώς ο δρομολογητής το μόνο που χρειάζεται είναι να γνωρίζει τις πληροφορίες για συγκεκριμένα γκρουπ και όχι για τα ζεύγη πηγής - δέκτη. Το απαιτούμενο bandwidth είναι επίσης σημαντικά μικρότερο στον CBT αφού δεν χρειάζεται να στέλνει πακέτα multicast σε τακτά χρονικά διαστήματα σε όλους τους δρομολογητές. Παρά τα προτερήματα αυτά το CBT πάσχει και αυτό από την συμφόρηση του δικτύου καμιά φορά

ακόμα περισσότερο από τους άλλους αλγορίθμους. Όλα τα μηνύματα και τα πακέτα πρέπει να προωθηθούν προς τους κεντρικούς δρομολογητές και έτσι μοιραία έχουμε συμφόρηση στο δίκτυο αφού τα πακέτα όλα θα περάσουν πάνω από τους ίδιους συνδέσμους καθώς πλησιάζουν όλο και περισσότερο τον κεντρικό κλάδο. Επίσης καθώς τα μεγέθη των γκρουπ μπορεί να γίνονται μεγαλύτερα ένα δέντρο διανομής μπορεί να αυξήσει πολύ την καθυστέρηση από άκρη σ' άκρη καθιστώντας τον αλγόριθμο μη επαρκή για εφαρμογή σε πραγματικό χρόνο.

Ένα άλλο μείον είναι ότι το CBT υποθέτει την ύπαρξη μίας υπηρεσίας που αναθέτει τον κλάδο πυρήνα. Αυτή η υπηρεσία θα έλεγχε τους κεντρικούς δρομολογητές και θα αποφάσιζε την τοποθέτηση κύριων και λιγότερης σημασίας κλάδων. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται να έχουμε γνώση ολόκληρης της τοπολογίας του δικτύου για σωστή επιλογή τοποθέτησης των κλάδων. Οι αλγόριθμοι ή τα πρωτόκολλα που θα παρέχουν τέτοιες υπηρεσίες δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα.

2.7 Πρωτόκολλα δρομολόγησης multicast

2.7.1 DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol)

Το DVMRP είναι ένα πρωτόκολλο, το οποίο βασίζεται στον αριθμό των hop που κάνει ένα πακέτο, το οποίο σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την προώθηση multicast πακέτων μέσω από ένα διαδίκτυο. Κάνει χρήση των διαφόρων αλγορίθμων που βασίζονται στο RPB για να δημιουργήσει ένα δέντρο που έχει σαν κέντρο του την πηγή των πακέτων. Είχε βασιστεί στο RIP (Routing Information Protocol), το οποίο υπολογίζει την μικρότερη διαδρομή από την πηγή στον προορισμό ενώ το DVMRP υπολογίζει την μικρότερη διαδρομή προς την πηγή από τον προορισμό. Το DVMRP δεν σχεδιάστηκε για να δρομολογεί unicast πακέτα. Έτσι οι δρομολογητές DVMRP τρέχουν ξεχωριστές διεργασίες για τα multicast και ξεχωριστές για τα unicast πακέτα.

Όλα τα interface ενός DVMRP δρομολογητή είναι διαμορφωμένα με ένα μέτρο το οποίο παρέχει το κόστος του interface και ένα όριο TTL για να περιορίσουν την έκταση της εκπομπής. Κάθε interface το οποίο είναι tunnel θα πρέπει να οριστεί με βάση την IP διεύθυνση του τοπικού δρομολογητή και την IP διεύθυνση του απομακρυσμένου δρομολογητή. Οι

μετρικές τιμές και η τιμή του TTL είναι σημαντικές για να περικοπεί το δέντρο διανομής. Αν η τιμή TTL ενός multicast πακέτου είναι μέσα στα όρια που ορίζονται από τον δρομολογητή τότε το πακέτο θα πρέπει να προωθηθεί.

Όπως περιγράφηκε προηγουμένως το DVMRP προωθεί τα πακέτα σε αντιστοιχία με τον αλγόριθμο RPM. Το αρχικό πακέτο για ένα ζεύγος πηγής - γκρουπ προωθείται προς όλους τους δρομολογητές αν το επιτρέπει η τιμή TTL του πακέτου. Από εκείνο το σημείο και μετά αρχίζουν οι περικοπές. Μετά από κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα το δέντρο ανανεώνεται καθώς στέλνεται ένα νέο πακέτο προς όλους τους δρομολογητές του διαδικτύου.

Το DVMRP μπορεί να εκτελέσει και διορθωτικό ρόλο. Αν ένας δρομολογητής στείλει ένα μήνυμα περικοπής και μετά ανακαλύψει έναν κόμβο που ανήκει στο γκρουπ, μπορεί να στείλει ένα διορθωτικό μήνυμα στον πατρικό του σύνδεσμο. Ο δρομολογητής που βρίσκεται από πάνω του ακυρώνει το προηγούμενο μήνυμα και αρχίζει να προωθεί τα πακέτα και προς εκείνο τον κόμβο. Με αυτό τον μηχανισμό ένας κόμβος δεν χρειάζεται να περιμένει μέχρις ότου το δέντρο ανανεωθεί για να αρχίσει να λαμβάνει multicast δεδομένα.

Σε κάθε υποδίκτυο πρέπει να υπάρχει ένας κυρίαρχος δρομολογητής. Αν υπάρχουν περισσότεροι από ένας δρομολογητές τότε αυτός με την χαμηλότερη IP διεύθυνση γίνεται ο κυρίαρχος δρομολογητής. Ο κύριος δρομολογητής τότε προωθεί τα πακέτα από το πηγαίο υποδίκτυο και ο δευτερεύον δρομολογητής απλά απορρίπτει τα πακέτα από το υποδίκτυο αυτό.

Οι πίνακες δρομολόγησης αντιπροσωπεύουν τα δέντρα της μικρότερης διαδρομής από την πηγή προς κάθε υποδίκτυο το οποίο έχει ένα μέλος του γκρουπ. Τα εισαγόμενα στοιχεία για αυτόν τον πίνακα είναι : Source Subnet (υποδίκτυο της πηγής) το οποίο είναι το υποδίκτυο που περιέχει την πηγή των πακέτων, Subnet Mask που είναι η “μάσκα” που ανατίθεται στο υποδίκτυο της πηγής, From Gateway που είναι η διεύθυνση του προηγούμενου δρομολογητή από τον οποίο πέρασε το πακέτο, Metric, Status και TTL. Βασισμένος σε αυτές τις πληροφορίες ο αλγόριθμος DVMRP πρέπει να χτίσει έναν πίνακα προώθησης αφού η κατάσταση των μελών ενός γκρουπ δεν είναι γνωστή από τον πίνακα δρομολόγησης. Ο πίνακας προώθησης είναι η γνώση του δρομολογητή για την μικρότερη διαδρομή στο εκτεταμένο δέντρο για το κάθε ζεύγος πηγής - γκρουπ. Ο πίνακας προώθησης περιέχει τα παρακάτω στοιχεία: Source Subnet, Multicast group που είναι η διεύθυνση τάξης D των

multicast πακέτων, InPort που είναι η πόρτα του πατρικού συνδέσμου και OutPort που είναι η πόρτα στην οποία στέλνονται τα multicast πακέτα. Αν στο μήνυμα του InPort δούμε το σύμβολο 'pr' σημαίνει ότι έχει σταλεί μήνυμα prune (περικοπής) στο συγκεκριμένο σύνδεσμο. Αν δούμε ένα 'p' στο πεδίο του OutPort σημαίνει ότι το μήνυμα prune έχει ληφθεί για το συγκεκριμένο ζεύγος πηγής - γκρουπ.

2.7.2 MOSPF (Multicast Open Shortest Path First)

Ο MOSPF είναι η εξέλιξη του αλγορίθμου OSPF που χρησιμοποιείται για απλή unicast δρομολόγηση. Το MOSPF βασίζεται στην κατάσταση σύνδεσης αντί για τον αριθμό των hop ενός πακέτου όπως συμβαίνει στο DVMRP. Ο MOSPF είναι βασισμένος πάνω στο OSPF έτσι ώστε ένας χώρος δρομολόγησης OSPF να μπορεί να βελτιωθεί εύκολα ώστε να υποστηρίζει multicast δυνατότητες. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος ο MOSPF συνεργάζεται με τους unicast δρομολογητές για OSPF στην προώθηση των πακέτων. Ο MOSPF χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα δρομολόγησης του OSPF για να διατηρήσει μία εικόνα της τοπολογίας του δικτύου. Ο MOSPF προορίζεται για ένα απλό αυτόνομο σύστημα. Για να αναβαθμιστεί ο MOSPF αλγόριθμος ώστε να χρησιμοποιηθεί στο Internet θα πρέπει να εισαχθεί άλλο ένα αυτόνομο πρωτόκολλο δρομολόγησης.

Οι δρομολογητές MOSPF χρειάζονται για να διατηρούν μία βάση δεδομένων που είναι μία λίστα των άμεσα συνδεδεμένων μελών των γκρουπ. Οι δρομολογητές επίσης αποφασίζουν πως θα προωθηθεί το κάθε multicast πακέτο σε καθένα από τα μέλη του γκρουπ. Σε κάθε υποδίκτυο υπάρχει ένας MOSPF δρομολογητής ο οποίος ορίζεται ως ο χαρακτηριστικός δρομολογητής (DR, Designated Router) και ένας ο οποίος είναι ο back-up DR. Υποχρέωση του DR είναι να εφαρμόσει σειρά μηνυμάτων IGMP. Τόσο ο DR όσο και ο BDR ακούν στις αναφορές των κόμβων.

Ο δρομολογητής DR διανέμει τις πληροφορίες για την συμμετοχή των μελών με το να στέλνει ένα μήνυμα, που είναι ανακοίνωση κατάστασης σύνδεσης, που ορίζει τα μέλη των γκρουπ και εξασφαλίζει ότι τα πακέτα θα προωθούνται σωστά για διανομή στα μέλη των τοπικών γκρουπ. Κάθε δρομολογητής μπορεί τότε να κατασκευάσει το δέντρο με ρίζα του την πηγή και με την μικρότερη διαδρομή για κάθε κόμβο μέλος βασισμένος στον SPT αλγόριθμο δρομολόγησης.

Αυτό είναι ένα περικεκομένο δέντρο. Ένα ξεχωριστό δέντρο πρέπει να φτιαχτεί για κάθε ζεύγος πηγής - γκρουπ. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του MOSPF είναι ότι αυτά τα δέντρα κατασκευάζονται κατ'απαίτηση. Αυτό σημαίνει ότι το δέντρο κατασκευάζεται όταν ληφθεί το πρώτο πακέτο του συγκεκριμένου ζεύγους πηγής - γκρουπ. Τα αποτελέσματα φυλάσσονται σε προσωρινή μνήμη (cache) για να χρησιμοποιηθούν αργότερα. Όταν χρειάζεται να προωθηθεί ένα πακέτο, ο δρομολογητής διαλέγει την θέση που βρίσκεται κατά μήκος του δέντρου διανομής και με βάση τα στοιχεία της προσωρινής μνήμης (cache) προωθεί το πακέτο.

Η cache προώθησης κατασκευάζεται από το δέντρο της μικρότερης διαδρομής για το κάθε ζεύγος πηγής - γκρουπ και από την τοπική βάση δεδομένων για το γκρουπ. Όταν κατασκευάζεται το δέντρο της μικρότερης διαδρομής γίνεται μία εισαγωγή στην cache προώθησης. Αμέσως μετά το δέντρο απορρίπτεται προκειμένου να ελευθερωθούν πόροι του δρομολογητή και όλα τα πακέτα για το συγκεκριμένο ζεύγος πηγής - γκρουπ προωθούνται ανάλογα με τα περιεχόμενα της προσωρινής μνήμης. Η μνήμη προώθησης (cache) έχει τις ακόλουθες παραμέτρους: Destination που είναι η διεύθυνση του γκρουπ, Source που είναι το υποδίκτυο στο οποίο ανήκει η πηγή του πακέτου, Upstream που είναι το interface από το οποίο πρέπει να παραληφθεί το πακέτο, Downstream που είναι το interface στο οποίο θα προωθηθεί το πακέτο και TTL που είναι ο ελάχιστος αριθμός hops που μπορεί να κάνει το πακέτο προκειμένου να φτάσει στα μέλη του γκρουπ. Οι τιμές TTL επιτρέπουν στον δρομολογητή να απορρίπτει πακέτα τα οποία δεν θα μπορέσουν ποτέ να φτάσουν σε ένα μέλος του γκρουπ. Η cache προώθησης δεν ανανεώνεται ποτέ. Αλλάζει μόνο όταν υπάρξει αλλαγή στην τοπολογία δρομολόγησης του δικτύου, αναγκάζοντας τον επαναπροσδιορισμό όλων των δέντρων, ή όταν υπάρχει αλλαγή στην διανομή των μελών του γκρουπ.

2.7.3 PIM (Protocol-Independent Multicast)

Το PIM είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης το οποίο βρίσκεται ακόμα υπό εξέλιξη. Ο σκοπός του PIM είναι να γίνει δυνατόν να εκπέμπονται πολλαπλώς πακέτα multicast χωρίς να χρειάζεται να βασίζεται η μετάδοση στους unicast αλγόριθμους μετάδοσης. Αν το κατορθώσει το πρωτόκολλο θα μπορεί να παρέχει multicast δυνατότητες σε διαφορετικά domain σε όλο το Internet. Στην τεκμηρίωση και εφαρμογή του PIM ο δρομολογητής πρέπει να χρησιμοποιεί

έναν unicast αλγόριθμο δρομολόγησης για να συντηρεί ένα πίνακα δρομολόγησης και να μπορεί να προσαρμόζεται στις μεταβολές της τοπολογίας.

Το PIM έχει δύο διαφορετικές τεχνολογίες: sparse (αραιό) και dense (πυκνό). Το αραιό mode του PIM είναι ένα πρωτόκολλο multicast το οποίο είναι βελτιστοποιημένο για γκρουπ τα οποία είναι ευρέως διαμοιρασμένα σε διάφορα σημεία του Internet. Αντίθετα το πυκνό mode είναι βελτιωμένο για γκρουπ των οποίων τα μέλη είναι σχετικά κοντά το ένα στο άλλο. Ένα χαρακτηριστικό που διακρίνει αυτούς τους δύο τρόπους λειτουργίας είναι η διαθεσιμότητα του bandwidth. Στον αραιό τρόπο το bandwidth μπορεί να μην εύκολα διαθέσιμο. Στον πυκνό τρόπο αντίθετα το bandwidth είναι άφθονο. Ένας δρομολογητής PIM είναι ικανός να τρέχει διαφορετικά mode για διαφορετικά γκρουπ ταυτόχρονα γιατί το PIM-DM (dense mode) και το PIM-SM (sparse mode) σύστημα επεξεργασίας και προώθησης έχουν ενοποιηθεί.

- PIM-DM

Το PIM-DM αναπτύχθηκε για να χρησιμοποιηθεί μαζί με το PIM-SM και να προσδώσει ένα εναλλακτικό πρωτόκολλο πυκνής τεχνολογίας από το να βασιζόμαστε στο DVMRP ή στο MOSFP. Το PIM-DM μοιάζει πάρα πολύ στο DVMRP αφού χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο προώθησης RPM. Βασίζεται στην ύπαρξη ενός unicast δρομολογητικού αλγορίθμου για να προσαρμοστεί στις μεταβολές της τοπολογίας, αλλά δεν εξαρτάται από τους μηχανισμούς αυτού του αλγορίθμου. Το PIM-DM πρωτόκολλο προωθεί τα multicast πακέτα σε όλα τα interfaces που ακολουθούν στο δέντρο μέχρι να ενημερωθεί ρητά από ένα μήνυμα prune. Όπως το DVMRP, έτσι και το PIM-DM χρησιμοποιεί διορθωτικά μηνύματα για μέλη γκρουπ τα οποία εμφανίζονται σε αποκομμένους κλάδους.

- PIM-SM

Το PIM-SM πρωτόκολλο αναπτύχθηκε για να παρέχει δυνατότητα multicast σε μέλη γκρουπ τα οποία βρίσκονται διαμοιρασμένα σε διάφορα απομακρυσμένα σημεία ενός WAN. Για να αποφευχθούν πιθανά προβλήματα κλιμάκωσης το PIM-SM περιορίζει την εκπομπή multicast κίνησης μόνο στους δρομολογητές που πραγματικά ενδιαφέρονται. Οι δρομολογητές PIM που έχουν άμεσα συνδεδεμένα μέλη από γκρουπ επάνω τους καλούνται να στείλουν ένα ρητό μήνυμα σύνδεσης στο δέντρο του αραιού τρόπου λειτουργίας για να γίνουν και αυτοί μέλη του δέντρου διανομής. Αν ο δρομολογητής δεν στείλει αυτό το μήνυμα τότε δεν λαμβάνει την multicast κίνηση.

Το PIM-SM μοιάζει αρκετά με το CBT. Και τα δύο πρωτόκολλα εισάγουν την ιδέα του κοινού σημείου συνάντησης, δρομολογητής πυρήνας για το CBT και rendezvous point (RP) για το PIM-SM. Η αρχική πηγή κάθε γκρουπ διαλέγει ένα RP και ένα μικρό αριθμό εναλλακτικών σημείων συνάντησης (RP-list). Σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή μόνο ένα σημείο συνάντησης είναι ενεργό για ένα γκρουπ. Αν ένας κόμβος επιθυμεί να γίνει μέλος επικοινωνεί με τον άμεσα συνδεδεμένο σε αυτόν δρομολογητή ο οποίος με την σειρά του στέλνει ένα 'ρητό' μήνυμα σύνδεσης στο ενεργό RP για να γίνει μέλος του δέντρου διανομής όπως στο μοντέλο λειτουργίας του CBT. Η πηγή χρησιμοποιεί το RP για να αποφασίσει την διαδρομή προς τα συνδεδεμένα μέλη.

Το PIM-SM κάνει χρήση IGMP μηνυμάτων για να κρατάει στατιστικά στοιχεία για την συμμετοχή των μελών. Για ένα υποδίκτυο το οποίο έχει περισσότερους από έναν PIM δρομολογητές, αυτός με την μεγαλύτερη IP διεύθυνση δρα σαν ο χαρακτηριστικός δρομολογητής (DR). Ο DR είναι ο δρομολογητής που είναι υπεύθυνος για να στέλνει IGMP ερωτήσεις και να λαμβάνει τις αναφορές από τους κόμβους καθώς και να στέλνει μηνύματα αποκοπής ή σύνδεσης στο σημείο συνάντησης (RP) και να συντηρεί την κατάσταση του ενεργού RP για τους αποστολείς του γκρουπ.

Για να γίνει διάκριση μεταξύ PIM-SM και DM ένα μέρος των διευθύνσεων Class D θα κατοχυρωθεί για τα SM γκρουπ. Όταν ένας χαρακτηριστικός δρομολογητής δεχτεί αναφορά για ένα νέο γκρουπ, αποφασίζει αν είναι διεσπαρμένο (SM) γκρουπ από την διεύθυνση του. Αν όντως είναι τότε ο DR ερευνά την λίστα RP για να αποφασίσει ποιο θα είναι το σημείο συνάντησης RP. Αν δεν μπορεί να φτάσει στο RP, ο δρομολογητής θα επιλέξει ένα εναλλακτικό σημείο συνάντησης. Μετά από αυτό δημιουργείται μία προσωρινή μνήμη cache προώθησης και στέλνεται ένα μήνυμα PIM σύνδεσης με unicast τρόπο στο σημείο συνάντησης RP. Οι ενδιαμέσοι δρομολογητές δημιουργούν εισαγωγές στην δική τους cache προώθησης για το ζεύγος RP - γκρουπ ώστε να ξέρουν που να στέλνουν τα πακέτα. Αφού επιτευχθεί σύνδεση με την πηγή για να αρχίσει η μετάδοση δεν είναι πλέον να στέλνονται με unicast τρόπο τα πακέτα στο RP. Σε αυτό το σημείο ο χαρακτηριστικός δρομολογητής DR της πηγής μπορεί να προωθεί τα multicast πακέτα στην πραγματική τους μορφή. Έτσι δεν χρειάζονται πλέον τούνελ για να προωθούν τα πακέτα ανάμεσα σε δρομολογητές PIM. Ωστόσο η τεχνική tunneling είναι απαραίτητη όταν το PIM συνεργάζεται με δρομολογητές βασισμένους στο DVMRP.

2.7.4 Σύγκριση των πρωτοκόλλων δρομολόγησης

Τόσο το DVMRP όσο και το MOSPF είναι πρωτόκολλα τα οποία προήλθαν από την εξέλιξη ήδη υπάρχοντων unicast πρωτοκόλλων. Το DVMRP βασίστηκε στο RIP και το MOSPF στο OSPF. Το DVMRP βασίζεται σε μέτρημα πόσων hop κάνει ένα πακέτο ενώ το MOSPF χρησιμοποιεί τις καταστάσεις σύνδεσης. Το PIM δεν βασίστηκε σε κανένα πρωτόκολλο unicast κάτι το οποίο το απελευθερώνει από τα προβλήματα των unicast πρωτοκόλλων που συνοδεύουν τις αναβαθμίσεις για εφαρμογή στην multicast μετάδοση.

Το DVMRP δεν μπορεί να συνεργαστεί με unicast πακέτα και έτσι ο δρομολογητής καλείται να εκτελεί δύο ξεχωριστές διεργασίες δρομολόγησης: μία για unicast και μία για multicast. Το MOSPF και το PIM μπορούν να διαχειριστούν και multicast και unicast πακέτα και έτσι δεν χρειάζονται ξεχωριστές διεργασίες στους δρομολογητές.

Το MOSPF δεν προσφέρεται για tunneling όπως το DVMRP και ορίζεται για δρομολόγηση σε μικρά δίκτυα όπως τα Intranets. Η δρομολόγηση σε μεγάλο εύρος δικτύου απαιτεί ειδικούς προωθητές multicast πακέτων. Το PIM χρειάζεται το tunneling μόνο όταν συνδέεται με έναν απομακρυσμένο DVMRP αλγόριθμο δρομολόγησης. Αυτό συμβαίνει γιατί μεταδίδει αμιγώς multicast πακέτα μεταξύ δύο PIM δρομολογητών.

Τόσο το DVMRP όσο και το MOSPF δεν κλιμακώνονται καλά όταν εφαρμοστούν σε WAN. Για αυτό τον λόγο αναπτύσσεται το PIM-SM. Η τεκμηρίωση του PIM-SM μοιάζει πολύ με του CBT και έτσι διακρίνεται από τα ίδια θετικά χαρακτηριστικά καθώς κλιμακώνεται σε μεγάλα δίκτυα. Όπως στο DVMRP και στο MOSPF το PIM χρειάζεται και αυτό δρομολογητές που κρατούν ένα μεγάλο κομμάτι πληροφορίας για την κατάσταση των πηγών και των γκρουπ. Και τα τρία πρωτόκολλα δρομολόγησης βασίζονται αρκετά στο IGMP για να διατηρήσουν καταστάσεις μελών γκρουπ. Και τα τρία βασίζονται σε έναν κυρίαρχο δρομολογητή, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τις υπηρεσίες IGMP.

2.7.5 Αλληλεπίδραση των DVMRP, MOSPF και PIM

Αναπτύσσεται μία μορφή ιεραρχικής δρομολόγησης για να επιτρέψει στο DVMRP, στο MOSPF και πιθανώς στο PIM να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Αυτός ο τύπος δρομολόγησης χωρίζει το Internet σε έναν αριθμό περιοχών. Μέσα σε κάθε περιοχή χρησιμοποιείται ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο δρομολόγησης. Δύο ή περισσότερες περιοχές μπορεί να χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο, αλλά αποτελούν δύο ξεχωριστές περιπτώσεις του ίδιου πρωτοκόλλου δρομολόγησης που μειώνουν το ποσό των πόρων που χρειάζονται οι δρομολογητές. Οι λεπτομέρειες μιας περιοχής είναι κρυφές από όλες τις άλλες περιοχές.

Κάθε περιοχή έχει μία χαρακτηριστική ταυτότητα. Οι δρομολογητές μέσα σε κάθε περιοχή μπορούν να εφαρμόσουν όποιο multicast πρωτόκολλο θέλουν ως Level 1 πρωτόκολλο. Κάθε περιοχή θα απαιτείται να έχει τουλάχιστον έναν δρομολογητή που θα είναι ο συνοριακός δρομολογητής και συνεπώς θα έχει ένα πρωτόκολλο Level 2 (DVMRP) το οποίο αλληλεπιδρά μεταξύ δύο διαφορετικών περιοχών. Οι δρομολογητές δευτέρου επιπέδου κατασκευάζουν ένα δέντρο διανομής το οποίο βασίζεται στην ταυτότητα της περιοχής και στο γκρουπ προκειμένου να προωθήσουν αποδοτικά multicast πακέτα σε διαφορετικές περιοχές.

Όταν ένα πακέτο ξεκινάει από μία πηγή σε μία περιοχή μοιράζεται σε όλα τα μέλη της περιοχής αυτής σε συμφωνία με το πρωτόκολλο του πρώτου επιπέδου. Επίσης προωθείται προς τον συνοριακό router ο οποίος το δεσμεύει και του δίνει ένα χαρακτηριστικό που προσδιορίζει την περιοχή από την οποία προέρχεται και το γκρουπ στο οποίο απευθύνεται και το προωθεί προς όλες τις περιοχές οι οποίες έχουν μέλη του γκρουπ. Όταν το δεσμευμένο πακέτο φτάσει σε μια νέα περιοχή ο δρομολογητής του δευτέρου επιπέδου του αφαιρεί τα χαρακτηριστικά της περιοχής και του γκρουπ και το προωθεί προς τα μέλη του γκρουπ του σύμφωνα με το πρωτόκολλο του πρώτου επιπέδου.

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με την τεχνολογία του videoconference. Τα δεδομένα ήχου και video θα πρέπει να ληφθούν από την αναλογική μορφή τους και να αποθηκευτούν ψηφιακά ώστε να επεξεργαστούν από τον υπολογιστή. Τα δεδομένα αυτά αν είναι ασυμπίεστα απαιτούν ογκώδεις ποσότητες bandwidth για να μεταφερθούν, οπότε είναι φυσικό αυτά να υποστούν μία μορφή συμπίεσης πριν σταλούν μέσω του δικτύου. Όλα αυτά βέβαια θα πρέπει να λαμβάνουν χώρα σε πραγματικό χρόνο για να διευκολύνουν την επικοινωνία και την συνεργασία των χρηστών. Θα ξεκινήσουμε λοιπόν με την κωδικοποίηση και την συμπίεση των δεδομένων ήχου και video και στην συνέχεια θα περιγράψουμε την δράση της εφαρμογής διαμέσω των ποικίλων μορφών δικτύων τελειώνοντας με τα διαθέσιμα συστήματα τηλεδιάσκεψης τα οποία επιτρέπουν στα προγράμματα αν και διαφορετικών κατασκευαστών να αλληλολειτουργούν. Επίσης σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε τα πολυμέσα σε ενημερωτικό επίπεδο. Θα αναλυθούν οι έννοιες του “πλεονασμού” στις εικόνες, στον ήχο και στην κίνηση καθώς και οι θεμελιώδεις αρχές διάφορων τεχνικών συμπίεσης όπως οι αλγόριθμοι **DCT**, **Inter frame** και **Intra frame** για μετάδοση βίντεο.

3.2 Συμπίεση δεδομένων

Οι συσκευές οι οποίες κωδικοποιούν και αποκωδικοποιούν καθώς και αυτές που συμπιέζουν και αποσυμπιέζουν ονομάζονται **CODEC** (όρος ο οποίος προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **CODer - DECoder**). Μερικές φορές αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται για τον ήχο, αλλά κατά κύριο λόγο αναφέρονται σε συσκευές βίντεο.

Ένα CODEC για βίντεο μπορεί να είναι οτιδήποτε από μία απλή συσκευή που μετατρέπει αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (AD), μέχρι μία πολύπλοκη διάταξη, η οποία θα κάνει εσωτερική προεπεξεργασία της εικόνας και μπορεί να έχει μέχρι και κάρτα δικτύου ενσωματωμένη. Συνήθως ένα CODEC κάνει το μεγαλύτερο μέρος των διεργασιών του στο hardware αν και δεν υπάρχει κάποιος ιδιαίτερος λόγος να μην πραγματοποιηθεί η όλη διάταξη σε έναν αρκετά γρήγορο επεξεργαστή (εκτός φυσικά από την μετατροπή AD).

Το πιο ακριβό και πολύπλοκο εξάρτημα ενός CODEC είναι το τμήμα που κάνει την συμπίεση και την αποσυμπίεση. Υπάρχει ένα πλήθος από διεθνή πρότυπα καθώς και ένας μεγάλος αριθμός ιδιοκατασκευασμένων τεχνικών συμπίεσης για βίντεο. Συνοπτικά έχουμε:

- Ο ήχος και η εικόνα μπορούν να αντέξουν ένα ποσοστό στην απώλεια ποιότητας, έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξυπνότερες τεχνικές συμπίεσης κατά τις οποίες ένα μέρος της πληροφορίας απορρίπτεται.
- Η συμπίεση σε κινούμενη εικόνα (βίντεο) μπορεί να φτάσει μέχρι και τις 400 φορές του αρχικού μεγέθους, έχοντας ως δεδομένο ότι σε ασυμπίεστο βίντεο της τάξης των 25frames/sec με βάση το πρότυπο CCIR 601 χρειαζόμαστε εύρος ζώνης της τάξης των 140Mbps.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν περιθώρια απωλειών στην μετάδοση εικόνας σε ορισμένες εφαρμογές όπως για παράδειγμα ραδιολογία ή σε εφαρμογές διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας.

3.3 Ο ήχος γενικά

Η συχνότητα των ηχητικών σημάτων μετρείται σε Hertz εννοώντας τους κύκλους ανά δευτερόλεπτο. Το ανθρώπινο αυτί μπορεί τυπικά να ακούσει συχνότητες μεταξύ 20Hz και 20kHz. Η ανθρώπινη φωνή μπορεί τυπικά να παράγει συχνότητες μεταξύ 40Hz και 4kHz. Αυτές οι τιμές είναι σημαντικοί παράγοντες τους οποίους πρέπει συνεχώς να θυμόμαστε όταν αναφερόμαστε στην κωδικοποίηση του ψηφιακού ήχου. Τα συστήματα της τηλεδιάσκεψης μέσω Η/Υ έχουν σχεδιαστεί να ελέγχουν την ακουστική ποιότητα του ήχου, η οποία καλύπτει ένα πολύ μικρό εύρος συχνοτήτων από το εύρος αντίληψης του ανθρώπου.

Ο ήχος μεταδίδεται στα εξαρτήματα του υπολογιστή διαμέσου ποικίλων τύπων βυσμάτων σύνδεσης (connectors). Τα ψηφιακά δεδομένα ήχου συνήθως περιγράφονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες τρεις παραμέτρους: ο ρυθμός δειγματοληψίας (sampling rate), τα bits ανά δείγμα (bits/sample) και των αριθμό των καναλιών. Τα bits/sample είναι ο αριθμός των bits που χρησιμοποιούνται για να αντιπροσωπευθεί κάθε ποσότητα δειγμάτων. Ο αριθμός των

καναλιών είναι ένα για μονοφωνικό ήχο, δύο για στερεοφωνικό ήχο και παραπάνω από δύο για τρισδιάστατο ήχο (3D Surround).

3.3.1 Δειγματοληψία του ήχου (Audio Sampling)

Ένα αναλογικό ηχητικό σήμα έχει πλάτος το οποίο συνεχώς μεταβάλλεται σε σχέση με τον χρόνο. Για να κωδικοποιήσουμε αυτό το σήμα ψηφιακά, μετράμε το πλάτος σε απλά κανονικά διαστήματα. Αυτή η τεχνική ονομάζεται δειγματοληψία (sampling). Σύμφωνα με την θεωρία του Nyquist για την επεξεργασία των σημάτων, για να παραστήσουμε πιστά ένα σήμα από μία καθορισμένη συχνότητα, το εύρος δειγματοληψίας θα πρέπει να είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από την υψηλότερη συχνότητα που παρουσιάζει το σήμα. Χρησιμοποιώντας αυτήν την θεωρία, βλέπουμε ότι η δειγματοληψία είναι χωρίς απώλειες αφού το πρωταρχικό σήμα μπορεί να ξανακατασκευαστεί βασισμένο πάνω στα δείγματα που πήραμε. Για να αποφύγουμε τις αρμονικές παραμορφώσεις, φιλτράρουμε το σήμα στις υψηλές συχνότητες αφαιρώντας με αυτόν τον τρόπο οποιεσδήποτε συχνότητες τις οποίες δεν μπορεί να αναπαραστήσει το εύρος δειγματοληψίας.

Χρησιμοποιώντας την θεωρία του Nyquist τα 8kHz είναι ένα επαρκές εύρος δειγματοληψίας για να συλλάβουμε το εύρος της ανθρώπινης φωνής (40Hz έως 40kHz) και τα 40kHz είναι επαρκές εύρος δειγματοληψίας για να συλλάβουμε το εύρος της ανθρώπινης ακοής (20Hz έως 20kHz). Στην πράξη το εύρος δειγματοληψίας ποικίλει από 8 kHz μέχρι 48kHz.

3.3.2 Κβαντισμός του ήχου (Audio quantizing)

Οι τιμές των δειγμάτων που αντιπροσωπεύουν το πλάτος του σήματος στον χρόνο δειγματοληψίας διαχωρίζονται (quantized) μέσα σε ένα διακριτό αριθμό επιπέδων. Ο αριθμός αυτών των επιπέδων εξαρτάται από το πόσα bits έχουν χρησιμοποιηθεί για να αποθηκεύσουν την ποσότητα του δείγματος. Για τον ψηφιακό ήχο, αυτή η ακρίβεια συνήθως εκτείνεται από 8 bits/sample (256 στάθμες) σε 16 bits/sample (65536 στάθμες). Ο διαχωρισμός συμπεριλαμβάνει λάθος στα δεδομένα γιατί ανεξάρτητα από πόσα bits ακρίβειας έχουν

χρησιμοποιηθεί, είναι αδύνατο να παρουσιαστεί ένας άπειρος αριθμός τιμών πλάτους με έναν πεπερασμένο αριθμό στοιχείων.

3.3.3 PCM κωδικοποίηση

Το θεμελιώδες πρότυπο πάνω στο οποίο βασίστηκαν όλες οι εφαρμογές videoconference είναι το G.711, το οποίο ορίζει την PCM κωδικοποίηση (Pulse Code Modulation). Η PCM κωδικοποίηση είναι μία μέθοδος στην οποία η τιμή που προκύπτει από τον κβαντισμό του σήματος είναι ομοιόμορφα δομημένη με διαστήματα. Στην PCM λαμβάνεται τακτικά ένα δείγμα το οποίο αντιπροσωπεύει το στιγμιαίο πλάτος της κυματομορφής εισόδου. Η συνιστάμενη συχνότητα λήψης δειγμάτων είναι 8000 δείγματα/δευτερόλεπτο. Σε αυτή την συχνότητα δειγματοληψίας είναι δυνατόν να κωδικοποιηθούν συχνότητες από 3400 - 4000Hz. Εμπειρικά αυτές οι συχνότητες έχουν αποδειχτεί ότι είναι επαρκείς για επικοινωνία ομιλίας και παρέχει αρκετά καλή ποιότητα για μουσική σε ένα θορυβώδες περιβάλλον. Τα δείγματα τα οποία λαμβάνονται παίρνουν μία από τις 212 τιμές, ενώ η κλίμακα επιλέχτηκε για να ελαχιστοποιηθεί ο λόγος σήματος προς θόρυβο σε χαμηλή ένταση.

Η PCM είναι μία μη συμπιεσμένη μορφή κωδικοποίησης ήχου αν και μερικές άλλες μορφές PCM όπως το μ -law και το A-law χρησιμοποιούν τιμές οι οποίες είναι λογαριθμικά δομημένες, με διαστήματα, επιτυγχάνοντας ένα καλό βαθμό συμπίεσης. Σε οποιαδήποτε από τις δύο περιπτώσεις ο λόγος που προτιμάται η λογαριθμική κωδικοποίηση σε σχέση με την γραμμική είναι ότι η αυτή επιτυγχάνει να εξομοιώνει καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται τον ήχο. Είμαστε πιο ευαίσθητοι σε μικρές αλλαγές σε χαμηλή ένταση σε σχέση με τις ίδιες αλλαγές σε υψηλή ένταση, συνεπώς ο ήχος μικρής έντασης αντιπροσωπεύεται με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι ο ήχος υψηλής.

3.3.4 Τεχνικές συμπίεσης ψηφιακού ήχου

Ο ασυμπίεστος ψηφιακός ήχος απαιτεί μεγάλο εύρος ζώνης για να μεταδοθεί. Υπάρχουν πολλές τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να συμπιέσουν τον ψηφιακό ήχο. Μερικές από

αυτές χρησιμοποιούνται στα συστήματα videoconference και αναλύονται παρακάτω. Με δύο λόγια, μπορούμε να πούμε ότι αυτές είναι τεχνικές οι οποίες μπορούν να κατορθώσουν πραγματικού χρόνου συμπίεσεις και αποσυμπίεσεις μέσω κώδικα (software) ή μέσω υλικού (hardware). Μερικές τεχνικές εφαρμόζονται σε ηχητικά σήματα γενικώς, ενώ άλλες είναι σχεδιασμένες ειδικά για σήματα ομιλίας - λόγου.

3.3.4.1 Mu-law και A-law PCM

Με την PCM κωδικοποίηση, κάθε δείγμα αντιπροσωπεύεται από μία κωδική λέξη. Η uniform PCM χρησιμοποιεί μία ομοιόμορφη ποσότητα βήματος των διαστημάτων. Πραγματοποιώντας τον μετασχηματισμό, η κλίμακα βήματος του διαστήματος μπορεί να αλλαχθεί σε λογαριθμική, επιτρέποντας έτσι σε ένα μεγαλύτερο εύρος να καλυφθεί με τον ίδιο αριθμό των bits. Υπάρχουν δύο κυρίως χρησιμοποιούμενοι μετασχηματισμοί: ο mu-law και ο A-law. Αυτοί οι μετασχηματισμοί επιτρέπουν 8 bits/sample να αντιπροσωπεύουν το ίδιο εύρος που θα επιτυγχάνονταν με 14 bits/sample της uniform PCM. Αυτό μεταφράζεται σε σχέση συμπίεσης 1:1,75 (αρχική ποσότητα πληροφοριών:συμπιεσμένη ποσότητα πληροφοριών). Εξαιτίας αυτής της λογαριθμικής φύσης της μετατροπής, δείγματα μικρού πλάτους είναι κωδικοποιημένα με μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με δείγματα μεγάλου πλάτους.

Οι mu-law και A-law μέθοδοι κωδικοποίησης είναι τυποποιημένοι στην Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union - ITU) με το στάνταρ G.711 “Pulse Code Modulation των συχνοτήτων ομιλίας”. Το mu-law PCM format κωδικοποίησης χρησιμοποιείται κυρίως στα ISDN δίκτυα της Βόρειας Αμερικής και της Ιαπωνίας, ενώ το A-law PCM format κωδικοποίησης στις άλλες χώρες. Το G.711 είναι ένα στάνταρ ήχου καθορισμένο στο H.320 στάνταρ και στα 8kHz με 8 bits/sample και ένα κανάλι ήχου, η mu-law ή η A-law PCM απαιτεί bandwidth των 64kbps.

3.3.4.2 ADPCM

Η PCM μέθοδος κωδικοποίησης κωδικοποιεί κάθε ηχητικό σήμα ανεξάρτητα από τα συνεχόμενα δείγματα. Παρόλα αυτά, συνήθως συνεχόμενα δείγματα είναι ίδια μεταξύ τους και το πλάτος του δείγματος μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια χρησιμοποιώντας την τιμή των

συνεχόμενων δειγμάτων. Για παράδειγμα, μία απλή μέθοδος πρόβλεψης είναι να υποθέσουμε ότι το επόμενο δείγμα θα είναι ίδιο με το τρέχον δείγμα. Η ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) μέθοδος κωδικοποίησης υπολογίζει την διαφορά μεταξύ κάθε δείγματος και του υποθετικού επόμενου και κωδικοποιεί τη διαφορά (ο όρος διαφορά εννοεί διαφορικό). Λίγα bits, για την ακρίβεια τέσσερα χρειάζονται για να κωδικοποιηθεί η διαφορά από ένα ολόκληρο εύρος δείγματος. Αυτή η συμπίεση δίνει ταχύτητα εξόδου 32kbit/sec. Οι κωδικοποιητές μπορούν να προσαρμόσουν τα χαρακτηριστικά του σήματος αλλάζοντας τις παραμέτρους της υποθετικής ποσότητας. Με αυτόν τον τρόπο η ADPCM κωδικοποίηση επιτυγχάνει σχέση συμπίεσης 1:2 σε σύγκριση με την μ -law ή την A-law PCM. Διαφορετικές μορφές της ADPCM κωδικοποίησης περιλαμβάνουν τον τρόπο με τον οποίο η υποθετική τιμή υπολογίζεται και πώς η υποθετική ποσότητα προσαρμόζει τα χαρακτηριστικά του σήματος.

Πολλά συστήματα videoconference χρησιμοποιούν ADPCM μεθόδους κωδικοποίησης. Ο ITU έχει ορίσει ορισμένα πρότυπα περιγράφοντας διαφορετικές ADPCM μεθόδους όπως: G.721, G.722, G.723, G.726, G.727. Μία από τις μεθόδους κωδικοποίησης ήχου που καθορίζεται από το H.320 είναι το G.722 “7kHz κωδικοποίηση ήχου με 64kbps” που χρησιμοποιεί SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM) κωδικοποίηση. Ο G.722 κωδικοποιητής δειγματοληπτεί στα 16kHz με 14 bits ακρίβειας. Με την SB-ADPCM μέθοδο, η συχνότητα σπάει σε δύο κομμάτια (υψηλή και χαμηλή) και τα σήματα σε κάθε κομμάτι κωδικοποιούνται με ADPCM. Το G.722 έχει τρεις τρόπους λειτουργίας: στα 64, 56 και 48kbps. Με τα 56 ή 48kbps τα επιπρόσθετα 8 ή 16 kbps bandwidth μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλα δεδομένα. Το G.726 αντικαθιστά το G.721 και G.723, για να επιτρέπει μετατροπή μεταξύ 64kbit/s PCM κωδικοποίησης και καναλιών 40, 32, 24 ή 16kbit/s. Το G.727 είναι μία επέκταση του G.726 και εκδόθηκε για την ενσωμάτωση του ADPCM σε κανάλια 40, 32, 24 ή 16kbit/s, με συγκεκριμένο σκοπό να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα που μεταφέρουν ομιλία σε πακέτα χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο PVP (Packetized Voice Protocol), το οποίο ορίζεται από το G.764.

3.3.4.3 LPC και CELP

Υπάρχουν μερικές μέθοδοι κωδικοποίησης σχεδιασμένες ειδικά για ομιλία. Χρησιμοποιώντας χαρακτηριστικά μοντέλα ήχου, αυτές μπορούν να παρουσιάσουν καλά αποτελέσματα για δεδομένα λόγου. Παρόλα αυτά, αυτές οι μέθοδοι συνήθως δεν δουλεύουν καλά για τα άλλα

ηχητικά σήματα. Δύο μέθοδοι κωδικοποίησης που έχουν σχεδιαστεί για σήματα ομιλίας είναι οι LPC και CELP.

Η τεχνική LPC (Linear Predictive Coding, κωδικοποίηση γραμμικής πρόβλεψης) χρησιμοποιείται για να συμπίπτει ήχο στα 16kbit/s ή και πιο χαμηλά. Σε αυτή τη μέθοδο ο κωδικοποιητής ταιριάζει την ομιλία σε ένα απλό αναλυτικό μοντέλο φωνητικής δέσμης. Μόνο οι παράμετροι οι οποίες περιγράφουν το καλύτερο τρόπο με τον οποίο ταιριάζει η ομιλία στο μοντέλο αυτό στέλνονται στον αποκωδικοποιητή. Ένας αποκωδικοποιητής LPC χρησιμοποιεί τις παραμέτρους που του δίνονται για να δημιουργήσει συνθετική ομιλία η οποία ακούγεται αρκετά όμοια ως προς την πραγματική ομιλία. Το αποτέλεσμα είναι κατανοητό αλλά η ομιλία ακούγεται σαν να προέρχεται από μηχανή.

Η GSM (Groupe Speciale Mobile) κωδικοποίηση χρησιμοποιεί μία παραλλαγή του LPC που ονομάζεται RPE-LPC (Regular Pulse Excited - Linear Predictive Code). Το GSM ξεκίνησε σαν ένα Ευρωπαϊκό πρότυπο τηλεφωνικής ομιλίας και συμπίπτει 160 δείγματα των 13bit (2080bits) σε 260bits με σχέση συμπίεσης 1:8. Για 8kHz δειγματοληψία, η GSM κωδικοποίηση απαιτεί bandwidth 13kbps.

Ο CELP (Code Excited Linear Prediction) κωδικοποιητής κάνει την ίδια φωνητική μοντελοποίηση στην περιοχή των συχνοτήτων της ομιλίας. Επιπλέον υπολογίζει τα λάθη μεταξύ των εισαγόμενων δεδομένων ομιλίας και του μοντέλου και μεταδίδει τις παραμέτρους του μοντέλου και την παρουσίαση των λαθών. Τα λάθη εμφανίζονται σαν ευρετήριο σε ένα κύριο βιβλίο κωδικών μοιρασμένο μεταξύ κωδικοποιητή και αποκωδικοποιητή. Από αυτό προέρχεται το όνομα "Code Excited". Τα παραπάνω δεδομένα και οι υπολογισμοί παράγουν μία υψηλής ποιότητας κωδικοποίηση από τους απλούς συγκριτικά LPC κωδικοποιητές. Το G.728 πρότυπο της ITU το οποίο είναι ένα από τα ηχητικά format κωδικοποίησης που περιγράφεται από το H.320 χρησιμοποιεί μία παραλλαγή του CELP το LD-CELP (Low Delay CELP). Το G.728 απαιτεί bandwidth 16kbps και αρκετά περίπλοκους υπολογισμούς που συνήθως εκτελούνται σε ειδικό hardware.

3.3.4.4 Ήχος MPEG

Το MPEG πρότυπο υποστηρίζει συμπίεση ήχου πολύ υψηλής ποιότητας. Το MPEG I ορίζει ρυθμούς δειγματοληψίας των 48kHz, 44.1kHz και των 32kHz. Το MPEG II προσθέτει τρεις ακόμα συχνότητες, αυτή των 16kHz, 22,05 kHz και των 24 kHz. Το MPEG I επιτρέπει μέχρι δύο κανάλια ήχου ταυτόχρονα ενώ το MPEG II επιτρέπει μέχρι και πέντε κανάλια συν ένα κανάλι χαμηλών συχνοτήτων.

Το MPEG ορίζει τρία επίπεδα συμπίεσης τα οποία είναι τα Audio Layer I, II και III. Το επίπεδο I είναι και το πιο απλό, ένας κωδικοποιητής υποσυχνοτήτων με ένα μοντέλο που στηρίζεται στο πως αντιλαμβάνεται τον ήχο ο άνθρωπος. Το επίπεδο II προσθέτει πιο προχωρημένες τεχνικές διαχείρισης bits και μεγαλύτερη ακρίβεια. Το επίπεδο III προσθέτει ένα υβριδικό φίλτρο και έναν μη ομοιόμορφο κβαντισμό του σήματος. Τα επίπεδα I, II και III δίνουν αυξημένες αναλογίες ποιότητας προς συμπίεση με επίσης αυξημένες απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ και πολύπλοκους μηχανισμούς.

3.4 Συμπίεση κινούμενης εικόνας (video)

Το video είναι μία σειρά από στατικές εικόνες. Όταν παρουσιάζεται αρκετά γρήγορη σειρά εικόνων δίνεται στον άνθρωπο η ψευδαίσθηση της ασταθούς κίνησης. Για παράδειγμα στην Αμερική οι ταινίες του κινηματογράφου παρουσιάζονται με 24 frames/sec και στην τηλεόραση με 30 frames/sec.

Τα συστήματα videoconference χρησιμοποιούν το video σαν είσοδο. Αυτό το video μπορεί να προέρχεται από μία κάμερα VCR ή από μία άλλη συσκευή video. Ένα αναλογικό video σήμα μπορεί να κωδικοποιηθεί σε ψηφιακή μορφή ώστε να είναι επεξεργάσιμο από τον υπολογιστή. Οι τεχνικές για την συμπίεση κινούμενης εικόνας κατορθώνουν να υποβιβάζουν το πρόβλημα των πολύ υψηλών ταχυτήτων δεδομένων για την μετάδοση κινούμενης εικόνας, σε έναν μηχανισμό μετάδοσης που έχει απαιτήσεις αντίστοιχες των απαιτήσεων για μετάδοση ήχου. Στην πραγματικότητα στα πλαίσια της ανοχής στην χαμηλή ποιότητα, έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρωποι προσαρμόζονται πιο εύκολα στην χαμηλή ποιότητα εικόνας απ' ότι στην χαμηλή ποιότητα ήχου. Για να χρησιμοποιήσουμε μικρότερο bandwidth για τη μετάδοση εικόνας εκτελούμε τα εξής:

1. Καταλαμβάνουμε λιγότερο χώρο για κάθε frame μειώνοντας την ευκρίνεια της εικόνας.
2. Στέλνουμε frames με πιο αργό ρυθμό αφού μία απλή τηλεδιάσκεψη δεν χρειάζεται να καταγράψει όλες τις κινήσεις του συνομιλητή μας που βρίσκεται στην άλλη πλευρά.

Τα δύο παραπάνω σημεία αποτελούν μία ένδειξη για το πώς θα πρέπει να κινηθούμε προκειμένου να βελτιώσουμε τις ταχύτητες μετάδοσης. Πρακτικά αν δεν υπάρχει πολύ σημαντική πληροφορία για να σταλεί, απλά αποφεύγουμε να την στείλουμε. Συμπίεση κατά την μετάδοση καθώς και συμπίεση σε πραγματικό χρόνο πριν απ' αυτή είναι δύο τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στα περισσότερα πρότυπα μετάδοσης κινούμενης εικόνας. Για να κατανοηθεί η ψηφιακή κωδικοποίηση πρέπει να γίνουν πρώτα γνωστές ορισμένες πληροφορίες όσον αφορά τα αναλογικά video σήματα, συμπεριλαμβανομένων βασικών θεωριών περί χρώματος και αναλογικές μορφές κωδικοποίησης.

3.4.1 Θεωρία περί χρωμάτων

Το ανθρώπινο μάτι έχει τρεις τύπους συλλογής πληροφοριών για το φως οι οποίοι ονομάζονται κώνοι. Εξαιτίας αυτού, τρία αριθμητικά συστατικά είναι απαραίτητα για να παρουσιάσουν το χρώμα. Τα τμήματα του χρώματος αναφέρονται στο τρισσορθογώνιο σύστημα αξόνων. Διαφορετικά χρωματικά τμήματα είναι χρήσιμα για διαφορετικούς σκοπούς και οι μετασχηματισμοί μεταφράζουν δεδομένα από το ένα τμήμα χρώματος στο άλλο.

Το σύστημα κωδικοποίησης χρώματος που χρησιμοποιείται στο video έχει παραχθεί από το RGB τμήμα του χρώματος. Το RGB είναι ένα πρόσθετο τμήμα το οποίο χρησιμοποιεί συνδυασμούς του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε. Το RGB σύστημα έχει μετατραπεί σε άλλα συστήματα που επιτρέπουν τεχνικές κωδικοποίησης εικόνας που επιτυγχάνουν τα χαρακτηριστικά ανθρώπινης αντίληψης περί χρώματος.

Οι πληροφορίες σχετικά με την φωτεινότητα και το χρώμα είναι διαφορετικές από το ανθρώπινο οπτικό σύστημα. Οι άνθρωποι είναι περισσότερο ευαίσθητοι στις αλλαγές της φωτεινότητας από ότι στις αλλαγές του χρώματος. Εξαιτίας αυτού ένα ειδικό στοιχείο χρησιμοποιήθηκε για να αντιπροσωπεύει τις πληροφορίες σχετικά με την φωτεινότητα. Το στοιχείο αυτό ονομάστηκε luminance και συμβολίζεται με το γράμμα Y. Στην κωδικοποίηση

του video η μη γραμμική πλευρά του luminance ονομάζεται luma και χρησιμοποιείται με το σύμβολο Y' . Τα δύο παραμένοντα στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για να παρουσιάσουν το χρώμα και ονομάστηκαν chrominance. Αυτά τα chrominance στοιχεία ονομάζονται διαφορές χρωμάτων και είναι το ΜΠΛΕ και το ΚΟΚΚΙΝΟ στοιχείο με luma αφαιρούμενη ($B' - Y'$) και ($R' - Y'$). Για αυτό, τα R', G', B' τμήματα μετατρέπονται σε Y' , ($B' - Y'$), και ($R' - Y'$) τμήματα. Ο πιο κάτω πίνακας δείχνει αυτήν την μετατροπή με τις τιμές των R' , G' και B' να είναι από 0 έως 1.

$$\begin{bmatrix} Y' \\ B'-Y' \\ R'-Y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.299 & -0.587 & 0.886 \\ 0.701 & -0.587 & 0.114 \end{bmatrix} \bullet \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

Με το χρώμα να διαχωρίζεται με αυτόν τον τρόπο, οι διαφορές του χρώματος ($B' - Y'$) και ($R' - Y'$) μπορούν να υποδειγματοληπτηθούν με όχι ορατό αποτέλεσμα. Αυτό επιτρέπει την ίδια οπτική πληροφορία να κωδικοποιείται με λιγότερο bandwidth.

Ποικίλα συστήματα χρωμάτων έχουν καθοριστεί ($Y'PbPr$, $Y'CbCr$, PhotoYCC). Όλα τα συστήματα αυτά είναι παράγωγα της παραπάνω σχέσεως με διαφορετικό συντελεστή επιπέδου. Το $Y'PbPr$ χρησιμοποιείται ως στοιχείο αναλογικού video. Το $Y'CbCr$ χρησιμοποιείται ως στοιχείο ψηφιακού video και στην ψηφιακή κωδικοποίηση / αποκωδικοποίηση μοιάζοντας στην JPEG και στην MPEG κωδικοποίηση. Το PhotoYCC χρησιμοποιείται στο Kodak Photo CD format. Τέλος αναφέρουμε ότι η σημείωση YUV συνήθως χρησιμοποιείται στο να αναφέρει το τμήμα του χρώματος το οποίο παρουσιάζεται από luminance και από δύο διαφορές χρωμάτων.

3.4.2 Τύποι video (Video formats)

Υπάρχουν δύο ευρέως διαδεδομένα formats για αναλογικά video το NTSC και το PAL. Παρόλο που προηγουμένως είδαμε ότι τα σήματα video κωδικοποιούνται σε τρία ξεχωριστά στοιχεία, τα NTSC και PAL είναι σύνθετα formats τα οποία συνενώνουν αυτά τα τρία στοιχεία σε ένα σήμα. Πρώτα τα δύο στοιχεία που μας δίνουν την χρωματική διαφορά συνδυάζονται σε ένα απλό χρωματικό σήμα χρησιμοποιώντας μία τεχνική που ονομάζεται τετραγωνική

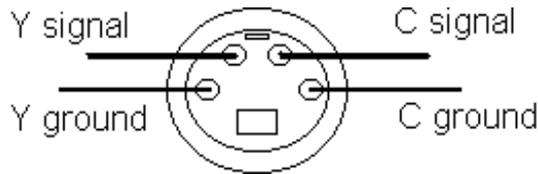
διαμόρφωση (quadrature modulation) και μετά το luma και το chroma συνδέονται μεταξύ τους με μία τεχνική που ονομάζεται παρεμβολή συχνότητας (frequency interleaving).

Το NTSC (National Television Standards Committee) format χρησιμοποιείται στην Αμερική και στην Ιαπωνία. Αυτό το πρότυπο εφευρέθηκε το 1953 από το FCC (Federal Communications Commission) για εμπορική εκπομπή. Το NTSC format έχει μία ανάλυση 525 γραμμών στο frame και 60 (για την ακρίβεια 59,94) περιπλεκόμενα frames/sec (60Hz). Με την περιπλοκότητα, δύο πεδία φτιάχνουν ένα ολοκληρωμένο frame. Τα διαδοχικά πεδία αποτελούνται από μονές ή ζυγές γραμμές κάθε πλαισίου συμπληρώνοντας 30 frame/sec. Παρόλα αυτά, όχι όλες οι 525 γραμμές είναι ορατές καθώς ορατές είναι μόνο 483 οι οποίες αποτελούν και την πληροφορία της εικόνας.

Το PAL (Phase Alteration Line) format χρησιμοποιείται στην Δυτική Ευρώπη και στην Αυστραλία. Το PAL format έχει 625 γραμμές σε κάθε frame και 50 περίπλοκα frame/sec δηλαδή 25 frames/sec. Υπάρχει επίσης ένα τρίτο video format που χρησιμοποιείται στην Γαλλία, Ρωσία και Ανατολική Ευρώπη που ονομάζεται SECAM (Sequential Couleur A Memoire) που σημαίνει συνεχόμενο χρώμα με μνήμη. Έχει την ίδια ανάλυση με το PAL, αλλά οι πληροφορίες για την εικόνα έχουν κωδικοποιηθεί διαφορετικά. Δεν είναι γνωστό αν χρησιμοποιείται στο videoconference αυτού του είδους το format.

3.4.3 Μεταφορά video

Το σήμα video μεταφέρεται σε σύνθετο NTSC ή PAL format διαμέσου ενός phono ή BNC (Bayonet Non-Continuous) βύσματος. Καθένα format μπορεί επίσης να μεταφερθεί με S-Video (Y/C) connector. Το S-Video μεταφέρει το luma και το chroma ξεχωριστά. Τα Y και C σήματα αν αθροιστούν μαζί, θα δώσουν μία μορφή σήματος NTSC ή PAL. Το S-Video δίνει μία διαυγέστερη εικόνα με καλύτερο διαχωρισμό των χρωμάτων. Παρακάτω ακολουθεί η μορφή του S-Video βύσματος.



3.4.4 Σύγκριση μεταξύ συμπίεσης με απώλεια και συμπίεσης χωρίς απώλεια

Αν ένα πλαίσιο εικόνας περιέχει μία εικόνα η οποία έχει μεγάλα τμήματα τα οποία παραμένουν ίδια (πχ. ουρανός, φύση, φόντο γενικότερα) υπάρχει η πιθανότητα να μπορούμε να συμπίεσουμε και να κωδικοποιήσουμε το σήμα χωρίς να χάσουμε καθόλου πληροφορία (με αλγόριθμους όπως run length encode, ή να χρησιμοποιούμε μεγαλύτερα “λογικά” pixel). Φυσικά μπορούμε να εκμεταλλευτούμε κάποιες άλλες ιδιότητες των “φυσικών” σκηνών για να μειώσουμε τον αριθμό των bit που χρειάζεται για να μεταδοθεί η εικόνα χωρίς απώλειες. Ένα παράδειγμα είναι ότι η φύση αποτελείται από πολλά κομμάτια τα οποία είναι σταθερά, όπως ο ουρανός, το γρασίδι, οι γραμμές του ανθρώπινου προσώπου και άλλα τα οποία επαναλαμβάνονται σε οποιοδήποτε επίπεδο λεπτομέρειας. Αν παραλείψουμε κάποια επίπεδα λεπτομέρειας, το μάτι (και ο εγκεφαλικός φλοιός που επεξεργάζεται την εικόνα) καταλήγουν να εξαπατώνται από το αποτέλεσμα της εικόνας. Ο τρόπος με τον οποίο δουλεύει το μάτι σε σύγκριση με το αυτί (ολοκλήρωση σε σχέση με διαφόριση) μας δείχνει ότι η συμπίεση κινούμενης εικόνας και η συμπίεση ήχου είναι δύο διαφορετικά πράγματα. Συνοψίζοντας έχουμε τις εξής βασικές αρχές στην κωδικοποίηση του video:

- Αν το πεδίο εισόδου δεν μεταβάλλεται, δεν το στέλνουμε.
- Αν το πεδίο εισόδου μεταβάλλεται πολύ λίγο, δεν το στέλνουμε.
- Αν η κινούμενη εικόνα έχει μεγάλη λεπτομέρεια, μπορούμε να στείλουμε μία πιο ασαφή της πραγματικής εικόνας.
- Αν το ακίνητο μέρος της εικόνας έχει μεγάλη λεπτομέρεια, μπορούμε να το στείλουμε με πιο αργούς ρυθμούς από ότι τα μεγαλύτερα χαρακτηριστικά.
- Τα πάντα εξαρτώνται από την ανθρώπινη αδυναμία και από το πόσο μπορούμε να ξεγελάσουμε το ανθρώπινο οπτικό αισθητήριο.

3.4.5 Ιεραρχική κωδικοποίηση

Η ιεραρχική κωδικοποίηση βασίζεται στην ιδέα ότι η κωδικοποίηση γίνεται με βάση την ιεραρχία της ποιότητας της εικόνας, με το χαμηλότερο επίπεδο στην ιεραρχία να περιέχει την μικρότερη δυνατή πληροφορία που θα παρέχει σαφήνεια στο αποτέλεσμα. Με επιτυχή επιλογή των στρωμάτων της ιεραρχίας τελικά κατορθώνουμε μία αυξημένη ποιότητα στο συνολικό αποτέλεσμα.

Αυτός ο μηχανισμός συμπίεσης είναι ιδανικός για δίκτυα τα οποία είναι βασισμένα στο packet switch όπου οι πόροι του δικτύου μοιράζονται μεταξύ πολλών καναλιών μετάδοσης δεδομένων όπου καθυστερήσεις, απώλειες και σφάλματα είναι κάτι το αναμενόμενο.

Τα πακέτα μεταφέρουν δεδομένα μόνο από ένα στρώμα ιεραρχίας και σηματοδοτούνται ανάλογα με την προτεραιότητα που έχουν για την ευκρίνεια του σήματος στον τελικό αποδέκτη. Το δίκτυο χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες σαν μέτρο σύγκρισης για το ποια πακέτα θα πρέπει να παραληφθούν, να καθυστερηθούν και ποια θα πρέπει να πάρουν προτεραιότητα. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι υπάρχουν ήδη πρωτόκολλα με αυτή την ικανότητα, με bits προτεραιότητας, όπως για παράδειγμα το IP πρωτόκολλο.

Η ιεραρχική κωδικοποίηση θα μπορούσε να θεωρηθεί ιδανική για να διαχειρίζεται πακέτα multicasting σε δίκτυα διαφορετικών ταχυτήτων. Για να μπορούσαμε να αντιμετωπίσουμε ένα τέτοιο πρόβλημα χωρίς να κάνουμε χρήση της ιεραρχικής κωδικοποίησης, θα έπρεπε είτε όλη η εκπομπή από το multicasting σύστημα να προσαρμοστεί στην ταχύτητα του πιο αργού δικτύου με συνέπεια να μειώνει σημαντικά την ποιότητα του ήχου και της κινούμενης εικόνας ενώ θα μπορούσε να είναι πολύ καλύτερη, είτε να προκαλέσει στα αργά τμήματα του δικτύου συμφόρηση στα πακέτα προκαλώντας κατ'αυτό τον τρόπο μεγάλη απώλεια στην ευκρίνεια του μεταδιδόμενου ήχου και βίντεο.

Με την ιεραρχική κωδικοποίηση, πακέτα χαμηλού επιπέδου μπορούν να φιλτραριστούν όταν συνδέεται στο multicast (μαζική εκπομπή δεδομένων) ένας κόμβος χαμηλής ταχύτητας διατηρώντας τελικά την ευκρίνεια του σήματος που μεταδίδεται και ταυτόχρονα να επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα εικόνας στους κόμβους που έχουν υψηλή ταχύτητα δικτύου.

Συστήματα τα οποία πλέον είναι σχετικά κοινότητα χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο H.261 για βιντεοτηλεφωνία (τηλεδιάσκεψη), το πρωτόκολλο MPEG για ψηφιακή τηλεόραση και βίντεο και το πρωτόκολλο JPEG για την μετάδοση στατικής εικόνας. Πιο πρόσφατα πρότυπα είναι βασισμένα σε μία απλή τεχνική αλλά ας συνοψίσουμε πρώτα στα εξής:

- Η τελευταία ιδέα είναι ότι τα επίπεδα της λεπτομέρειας μπορούν να σταλούν με διαφορετικούς ρυθμούς ή προτεραιότητες.
- Αυτό είναι πολύ χρήσιμο ειδικά όταν υπάρχουν διαφορετικοί χρήστες.
- Μπορεί επίσης να αποβεί χρήσιμο στο να αποφασίζουμε τι θα χαθεί στην περίπτωση συμφόρησης του δικτύου ή σε περίπτωση έλλειψης αποθηκευτικού χώρου.
- Τα περισσότερα πρωτόκολλα κωδικοποίησης κινούμενης και ακίνητης εικόνας βρίσκουν εφαρμογή στην τεχνική που αναφέραμε.

3.4.6 Χρήσιμοι μετασχηματισμοί για αλγόριθμους συμπίεσης

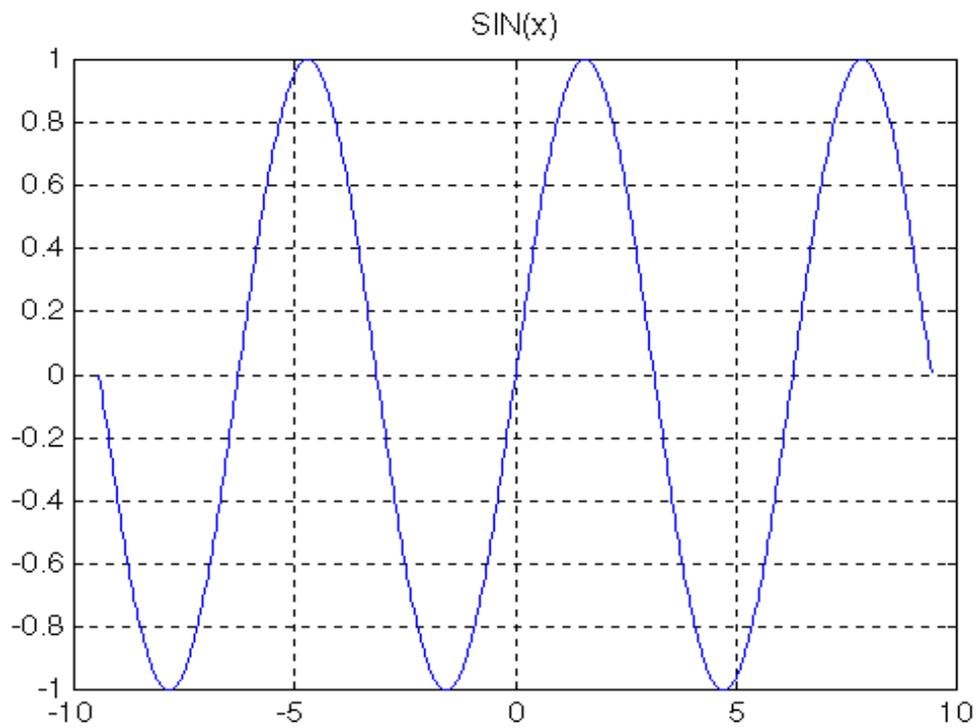
Τα δεδομένα εισόδου μπορούν να μετασχηματιστούν με αρκετούς τρόπους προκειμένου να γίνει πιο εύκολη η εφαρμογή των τεχνικών συμπίεσης. Ο πιο συνηθισμένος μετασχηματισμός στις σημερινές τεχνικές είναι ο Διακριτός Συνημιτονικός Μετασχηματισμός (Discrete Cosine Transform). Αυτός είναι μια παραλλαγή του διακριτού μετασχηματισμού Fourier.

Όπως έχει αναφερθεί, κάθε σήμα είτε είναι ήχος είτε είναι βίντεο μπορεί να θεωρηθεί μια περιοδική κυματομορφή. Αν σκεφτούμε ότι μια ακολουθία ήχων είναι διαμόρφωση ενός ηχητικού κύματος, αντίστοιχα η σάρωση μιας εικόνας από την κάμερα αποδίδει ένα κύμα το οποίο έχει περιοδική μορφή στο πεδίο του χρόνου. Είναι δυνατόν να μετασχηματίσουμε το αρχικό σήμα από το πεδίο του χρόνου σε μία συνάρτηση Fourier, η οποία θα είναι το άθροισμα ενός αριθμού περιόδων, και η κάθε μία περίοδος θα είναι μια συγκεκριμένη συχνότητα ή μήκος κύματος. Μπορούμε να θεωρήσουμε αυτούς τους συντελεστές σαν την συμβολή σε έναν αριθμό καθαρών ημιτονοειδών συχνοτήτων (γνωστό και ως πυκνότητα φάσματος), που συνδυαζόμενοι αποδίδουν το πραγματικό σήμα.

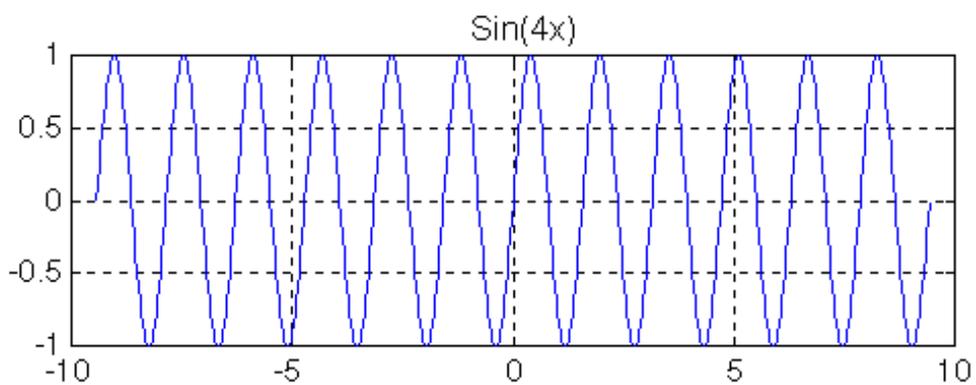
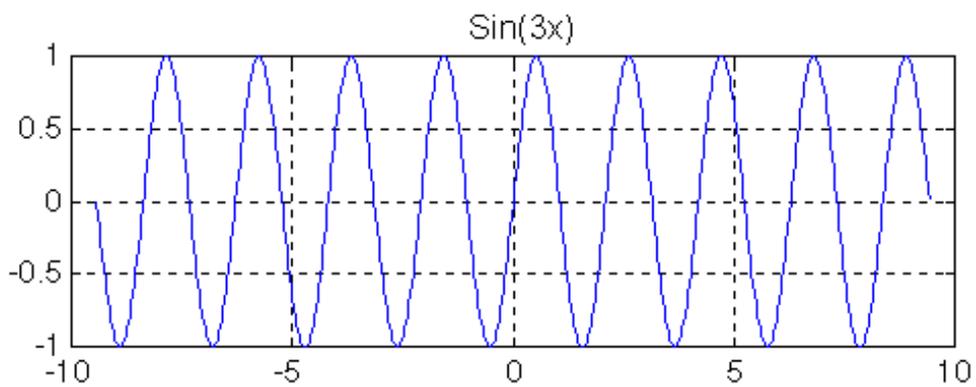
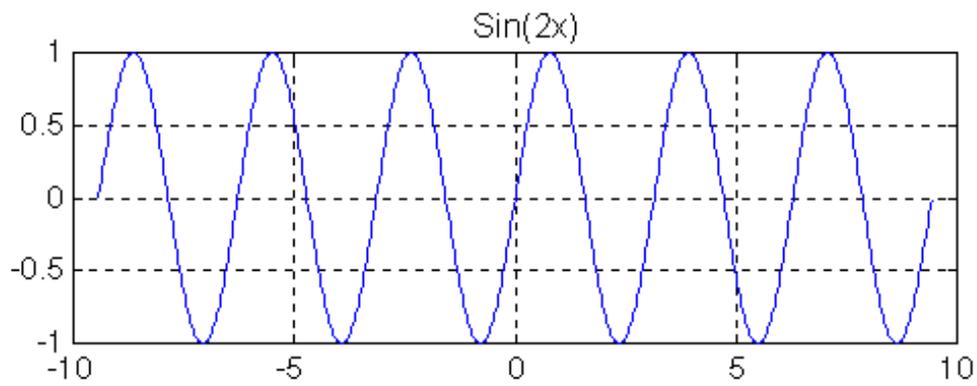
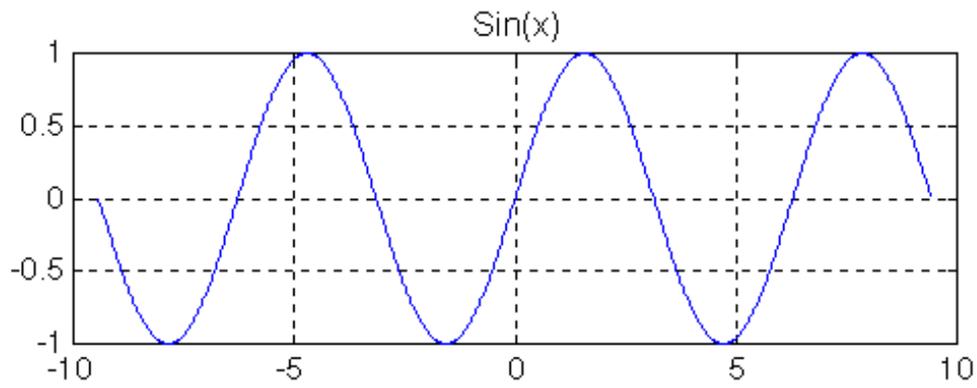
$$g(\omega) = K_1 \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \exp(-j\omega t) d\omega$$

$$f(t) = K_2 \int_{-\infty}^{+\infty} g(\omega) \exp(-j\omega t) dt$$

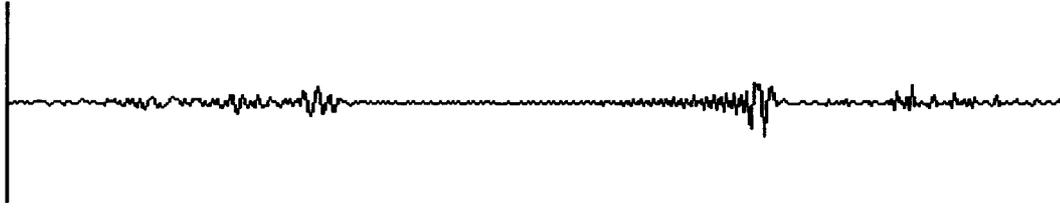
Η ημιτονική κυματομορφή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



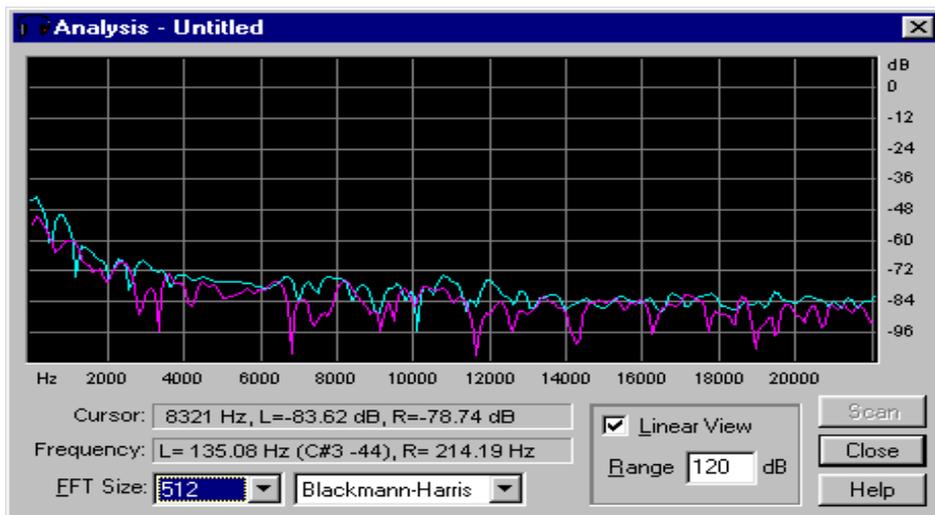
Στην επόμενη γραφική παράσταση παρουσιάζεται ένα σετ ημιτονικών κυματομορφών ($x, 2x, 3x$ κ.ο.κ.)



Μπορεί να φανταστεί κανείς τις αρμονικές να σαρώνουν ένα τυπικό σήμα ήχου όπως αυτό που φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί και να εξάγουν ένα φάσμα όπως αυτό που



φαίνεται στο παρακάτω σχήμα ή ένα σετ συντελεστών που απεικονίζουν την συμβολή της κάθε συχνότητας στο συγκεκριμένο τμήμα του σήματος.



Οι τεχνικές συμπίεσης φωνής εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες των σημάτων φωνής. Στο πεδίο του χρόνου μπορούμε να δούμε ότι υπάρχει μεγάλη ομοιότητα μεταξύ δειγμάτων συνεχόμενης ομιλίας. Αυτό σημαίνει ότι ένα σύστημα το οποίο μόνο στέλνει διαφορές μεταξύ

δειγματοληπτικών τιμών θα πετύχει μια μερική συμπίεση (η τεχνική DPCM κατορθώνει και γλυτώνει 1bit σε σχέση με το καθαρό PCM πρωτόκολλο).

Μπορούμε να δούμε ότι υπάρχουν πολύ περισσότερες τιμές σε δείγματα χαμηλής έντασης από ότι στα δείγματα με υψηλή ένταση. Αυτό σημαίνει ότι θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε περισσότερα bit για να αναπαραστήσουμε τις χαμηλές τιμές από ότι για να αναπαραστήσουμε τις υψηλές. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τεχνική ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) η οποία επιτυγχάνει μέχρι και 50% την συμπίεση σε σχέση με την απλή PCM χωρίς καμία προφανή απώλεια στην ποιότητα του ήχου, και είναι και σχετικά φτηνή στην εφαρμογή της.

Μια πιο έξυπνη τεχνική συμπίεσης στηρίζεται σε δύο παράγοντες: μία εκτίμηση του “μοντέλου” της ομιλίας και του “μοντέλου” του ακροατή. Τέτοιες τεχνικές συνήθως αναγνωρίζουν την ομιλία και παράγουν ένα σετ φίλτρων τα οποία εκπέμπονται στον δέκτη (ακροατή) και χρησιμοποιούνται για να επανακατασκευάσουν τον ήχο στην πλευρά του δέκτη χρησιμοποιώντας πηγή μίας μόνο συχνότητας και ένα offset “λευκού” θορύβου. Παραδείγματα CODEC που βασίζονται σε αυτή την τεχνική είναι τα LPC και τα CELP. Αν στα παραπάνω προσθέσουμε και ένα μοντέλο το οποίο μας δείχνει το πως αντιλαμβάνονται οι άνθρωποι τον ήχο μας οδηγεί σε μία πιο ακριβή αλλά σαφώς πολύ αποδοτική μέθοδο συμπίεσης σαν αυτή που χρησιμοποιείται στα CODEC που βασίζονται στην MPEG τεχνική.

Στο πεδίο των διακριτών συνημίτονων μπορούμε να αντικαταστήσουμε το $\sin(\omega t) + j\cos(\omega t)$ απλά με το $\cos(t)$, και τα ολοκληρώματα γίνονται αθροίσματα. Ο χρόνος t απλά παραπέμπει σε ένα σημείο στο συνολικό ψηφιακό δείγμα (για μια εικόνα). Φυσικά μία εικόνα είναι δύο διαστάσεων πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να κάνουμε τις μετατροπές για δύο χωρικές συντεταγμένες, αντί για μία χρονική συντεταγμένη.

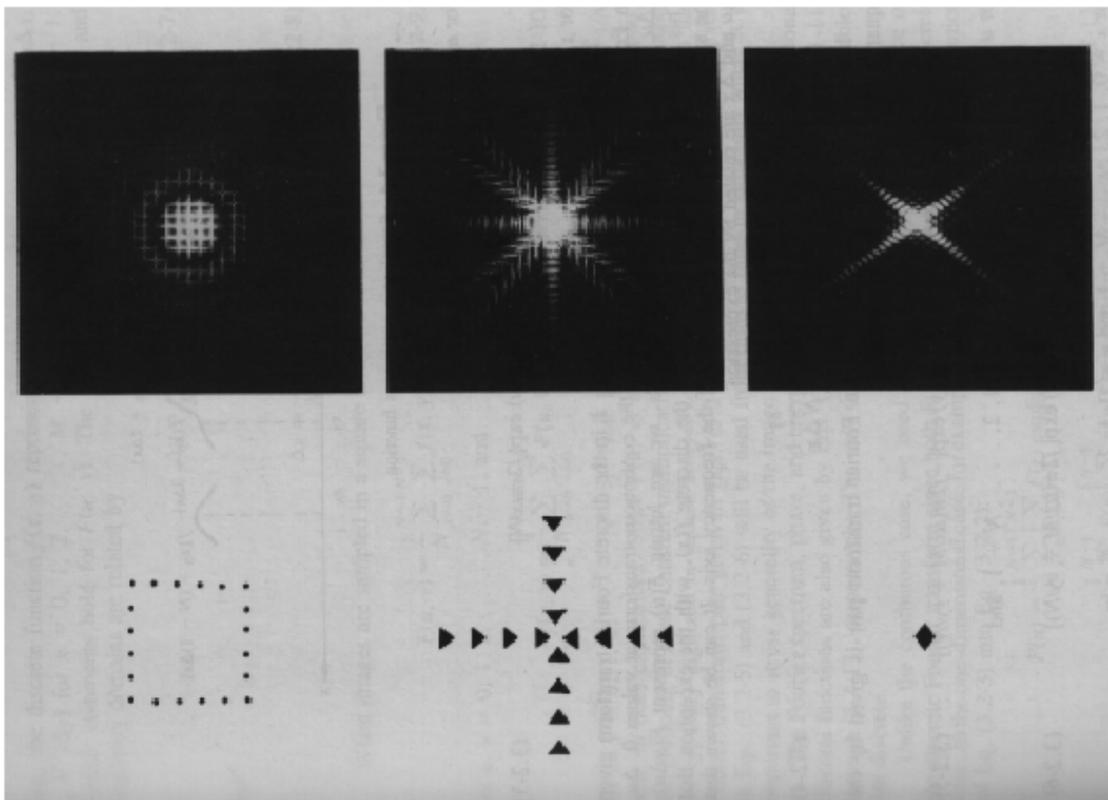
Έτσι λοιπόν προκειμένου να μετατρέψουμε ένα μπλοκ δεδομένων εικόνας της τάξης 8x8 pixels στο πεδίο της συχνότητας εφαρμόζουμε το εξής:

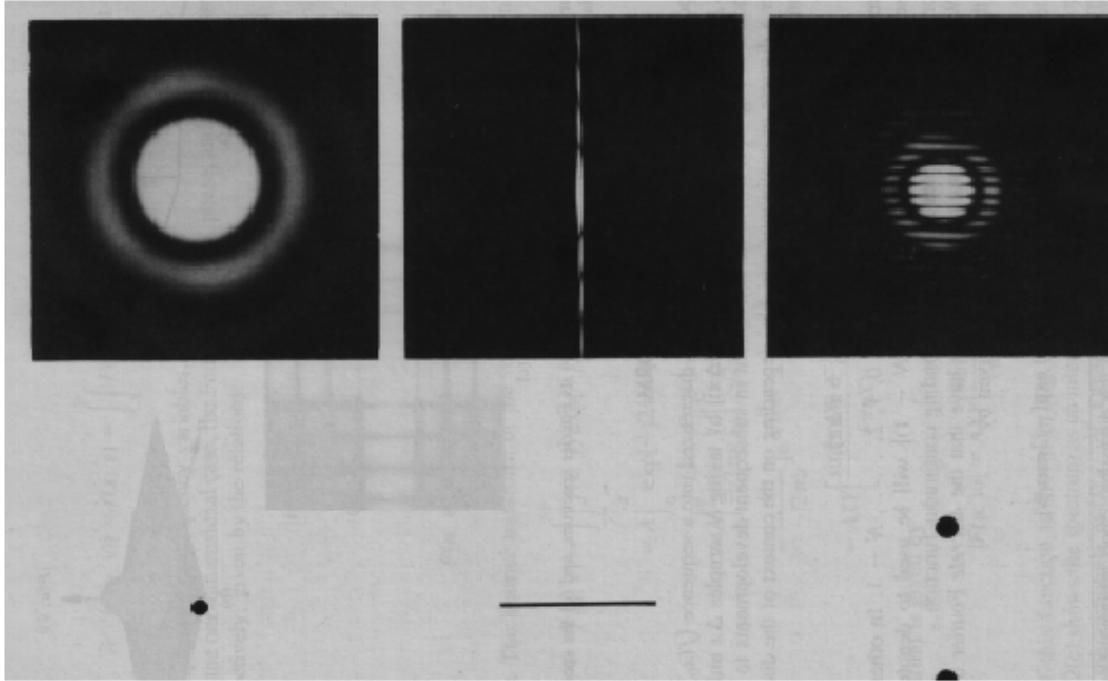
$$DCT[i, j] = \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 \cos(2\pi i(x_i + y_i)) f(x, y)$$

Ας δούμε όμως πως δουλεύει αυτή η σχέση στην πράξη. Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε να δούμε ορισμένες τεχνητές εικόνες και τους μετασχηματισμούς τους.

Στον μετασχηματισμό, μπορούμε να δούμε πως φαίνεται η εικόνα που δώσαμε ως είσοδο. Για παράδειγμα η κάτω αριστερή γωνία του DCT αντιπροσωπεύει την DC συνισταμένη, ενώ οι γωνίες αντιπροσωπεύουν πληροφορία για τις οριζόντιες, κάθετες και λοιπές συχνότητες.

Τέλος σκόπιμο είναι να επισημάνουμε ότι υπάρχει ένας αριθμός γνωστών τεχνικών για την βελτιστοποίηση των συνημιτονικών μετασχηματισμών και των μετασχηματισμών Fourier, που βασίζονται στον κερματισμό στο πεδίο του χρόνου. Αυτές οι τεχνικές ουσιαστικά προέρχονται από το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη συμμετρία στον μετασχηματισμό και η σχέση $x=2, i=1$, μας δίνει την ίδια τιμή συνημίτονου με την σχέση $x=1, i=2$.





3.4.7 Τεχνικές συμπίεσης ψηφιακής εικόνας

Τα αναλογικά σήματα video ψηφιοποιούνται για να μπορούν να επεξεργαστούν από τον υπολογιστή. Κάθε video frame γίνεται ένας δύο διαστάσεων πίνακας από pixels. Η ολοκληρωμένη εικόνα του χρώματος έχει συντεθεί από τρία frame της εικόνας μία για κάθε συστατικό χρώματος. Οι ασυμπίεστες εικόνες είναι αρκετά μεγάλης χωρητικότητας για να τις χειριστούμε και έτσι χρειάζεται συμπίεση για αποθήκευση και μετάδοσή τους. Σημαντικό μέτρο της συμπίεσης είναι η σχέση αυτής και τα bits ανά pixel (ο αριθμός των bits που απαιτούνται για να παρουσιαστεί ένα pixel στην οθόνη).

Η συμπίεση του video είναι συνήθως με απώλειες (lossy), εννοώντας ότι κάποιες πληροφορίες χάνονται κατά την διάρκεια των βημάτων της συμπίεσης. Αυτό είναι αποδεκτό γιατί οι αλγόριθμοι κωδικοποίησης έχουν σχεδιαστεί να αφαιρούν τις πληροφορίες οι οποίες είναι ούτως ή άλλως μη αντιληπτές από τους ανθρώπους ή αυτές που είναι πλεόνασμα. Υπάρχουν μερικές βασικές τεχνικές γνωστές σε πολλούς αλγόριθμους συμπίεσης εικόνας, συμπεριλαμβανομένων των τμημάτων χρώματος, της δειγματοληψίας και της ελάττωσης του πλεονάσματος (redundancy reduction).

Η δειγματοληψία των τμημάτων του χρώματος είναι μία αποτελεσματική τεχνική που έχει χρησιμοποιηθεί για την ελάττωση της μεγάλης ποσότητας των δεδομένων που χρειάζονται για να κωδικοποιηθούν. Εάν μία εικόνα έχει κωδικοποιηθεί σε YUV τμήματα, το U και το V στοιχείο μπορούν να υποδειγματοληπτηθούν γιατί το ανθρώπινο μάτι είναι λιγότερο ευαίσθητο σε πληροφορίες σχετικά με το chrominance.

Η ελάττωση του πλεονασμού είναι μία άλλη τεχνική που χρησιμοποιείται για να ελαττώσει την ποσότητα των κωδικοποιημένων πληροφοριών. Η κωδικοποίηση intraframe επιτυγχάνει την συμπίεση με την μείωση του πλεονάσματος των τμημάτων μέσα σε μία εικόνα. Αυτή η τεχνική δουλεύει γιατί τα γειτονικά pixels σε μία εικόνα είναι συνήθως ίδια. Η κωδικοποίηση Interframe επιτυγχάνει την συμπίεση με την μείωση του προσωρινού πλεονάσματος σε μία εικόνα. Αυτή η τεχνική δουλεύει γιατί τα γειτονικά frames σε μία σειρά από εικόνες είναι συνήθως ίδια.

Ακολουθούν μερικές σημαντικές τεχνικές κωδικοποίησης και συμπίεσης σχετιζόμενες με την videoconference.

3.4.7.1 JPEG κωδικοποίηση

Το JPEG είναι ένα πρότυπο κωδικοποίησης για συνεχόμενες εικόνες που αναπτύχθηκε από το Joint Photographic Experts Group. Το JPEG έχει σαν στόχο να αναπτυχθεί μία μέθοδος για συμπίεση τόσο σε έγχρωμες όσο και σε ασπρόμαυρες εικόνες. Το πρωτόκολλο καθορίζει τέσσερις μεθόδους συμπίεσης:

- Διαδοχική (sequential). Με αυτή τη μέθοδο κάθε εικόνα κωδικοποιείται με μία απλή σάρωση από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Αυτή η μέθοδος είναι η πιο απλή και η πιο συχνά εφαρμοζόμενη τόσο σε hardware όσο και software.
- Εξελικτική (progressive). Με αυτή την μέθοδο η εικόνα κωδικοποιείται μετά από πολλαπλές σαρώσεις. Αυτό είναι χρήσιμο για εφαρμογές κατά τις οποίες η ώρα εκπομπής της εικόνας είναι αρκετά μεγάλη και ο θεατής προτιμά να βλέπει την εικόνα να σχηματίζεται σιγά-σιγά.

- Χωρίς απώλειες (lossless). Αυτή η μέθοδος εγγυάται ότι μπορεί να γίνει ακριβής ανάκτηση κάθε τιμής δείγματος της εικόνας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό σε εφαρμογές που ακόμα και η παραμικρή απώλεια δεδομένων από τα δείγματα της εικόνας είναι σημαντικά (όπως πχ. ιατρικές εφαρμογές).
- Ιεραρχική (hierarchical). Εδώ η εικόνα κωδικοποιείται σε πολλαπλές αναλύσεις, ούτως ώστε οι εκδόσεις των χαμηλών αναλύσεων να μπορούν να αποκωδικοποιηθούν χωρίς να χρειάζεται να αποκωδικοποιηθεί η υψηλής ανάλυσης έκδοση. Αυτή η μέθοδος είναι ιδιαίτερα επικερδής κατά την μετάδοση σε δίκτυα packet switched. Μόνο τα δεδομένα τα οποία θεωρούνται απαραίτητα από μία εφαρμογή μπορούν να εκπέμπονται, επιτρέποντας κατ'αυτό τον τρόπο περισσότερες εφαρμογές να μοιράζονται τους ίδιους πόρους του δικτύου. Σε περιπτώσεις μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο, ένα δίκτυο μπορεί να αρχίσει να αποβάλλει πακέτα τα οποία περιέχουν πληροφορία υψηλής ανάλυσης αποδίδοντας τελικά μία εικόνα χαμηλότερης ανάλυσης αλλά δεν προκαλεί καθυστέρηση στην μετάδοση.

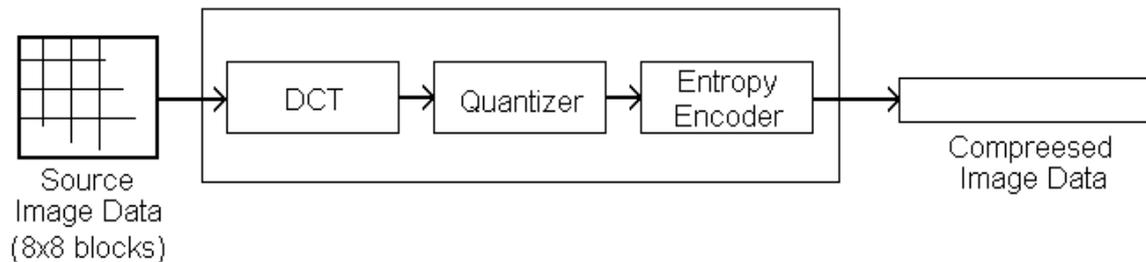
Το πρωτόκολλο JPEG χρησιμοποιεί τον Διακριτό Συνημιτονικό Μετασχηματισμό για να συμπιέσει τον πλεονασμό του χώρου μέσα σε μία εικόνα σε όλες τις μεθόδους εκτός από την μέθοδο μηδενικών απωλειών όπου εκεί χρησιμοποιείται μία μέθοδος πρόβλεψης.

Εφόσον το JPEG σχεδιάστηκε για την συμπίεση ακίνητης εικόνας, δεν κάνει καμία χρήση της τεχνικής συμπίεσης του χρονικού πλεονασμού το οποίο είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο σχεδόν σε όλες τις τεχνικές συμπίεσης κινούμενης εικόνας (βίντεο). Έτσι παρά την διαθεσιμότητα hardware συμπίεσης που μπορεί να δώσει JPEG βίντεο σε πραγματικό χρόνο, η χρήση του είναι αρκετά περιορισμένη εξαιτίας της χαμηλής ποιότητας στην κινούμενη εικόνα.

3.4.7.1.1 Πως επιτυγχάνεται η JPEG κωδικοποίηση

Το JPEG χρησιμοποιεί μία interframe τεχνική συμπίεσης την DCT (Discrete Cosine Transform). Αυτή η τεχνική έχει χρησιμοποιηθεί και από άλλες μεθόδους κωδικοποίησης όπως το H.261. Τα βασικά βήματα της βασισμένης στην DCT κωδικοποίησης φαίνονται στην επόμενη εικόνα. Η συζήτηση για JPEG υποθέτει την κωδικοποίηση μιας απλής εικόνας με διαβαθμίσεις του γκρι (grayscale). Η JPEG κωδικοποίηση είναι ανεξαρτήτων χρωματικών τμημάτων αν και τα συστήματα για videoconference μπορούν να διαλέξουν να ενώσουν αν

θέλουν τις εικόνες σε τμήματα του YUV και μετά να υποδειγματοληπτήσουν τα chrominance στοιχεία.



Το πρώτο βήμα της διαδικασίας κωδικοποίησης είναι να εκτελεστεί ο DCT μετασχηματισμός σε τμήματα 8x8 των δειγμάτων. Αυτό το βήμα μετατρέπει την πληροφορία σε συχνότητα. Η έξοδος αυτού του βήματος είναι 64 DCT συντελεστές. Το DCT έχει σαν αποτέλεσμα τη συγκέντρωση των περισσότερων πληροφοριών σε ένα μπλοκ 8x8 μέσα στην υψηλότερη αριστερή γωνία. Ο μέσος όρος του μπλοκ ονομάζεται DC στοιχείο και είναι ο υψηλότερος αριστερός συντελεστής. Οι εναπομείναντες συντελεστές ονομάζονται AC συντελεστές. Καμία πληροφορία δεν χάνεται κατά την διάρκεια του DCT βήματος καθώς τα δεδομένα μετατρέπονται μόνο στο επόμενο κομμάτι και μπορούν αργότερα να επανακτηθούν με εκτέλεση του αντίστροφου DCT.

Το επόμενο βήμα της διαδικασίας κωδικοποίησης είναι ο κβαντισμός (quantization). Οι DCT συντελεστές είναι χωρισμένοι από έναν 8x8 πίνακα κβαντισμένων στοιχείων. Αυτός ο πίνακας έχει σχεδιαστεί για να ελαττώσει το πλάτος αυτών των συντελεστών και να αυξήσει τον αριθμό των μηδενικών συντελεστών. Αυτό το βήμα ποσοτισμού είναι αυτό που συντελεί στις απώλειες της διαδικασίας κωδικοποίησης.

Μετά τον ποσοτισμό, μία συνεχής ακολουθία bits διαμορφώνεται από το μπλοκ. Ο DC συντελεστής είναι κωδικοποιημένος σαν τη διαφορά μεταξύ του τρέχοντος DC συντελεστή και του DC συντελεστή του προηγούμενου μπλοκ. Οι AC συντελεστές είναι κωδικοποιημένοι σε μία zig-zag σειρά από την ψηλότερη αριστερή πάνω πλευρά του μπλοκ προς την χαμηλότερη δεξιά, όπως φαίνεται και στη ακόλουθη εικόνα. Οι AC συντελεστές είναι run-length και entropy κωδικοποιημένοι. Η run-length κωδικοποίηση αφαιρεί τους long-runs συντελεστές με μηδενική αξία, ενώ η entropy (Huffman) κωδικοποιεί την πληροφορία βασιζόμενη σε

- Στοχεύει στο ISDN, πρακτικά σε οποιαδήποτε ταχύτητα από 64kbps μέχρι 2Mbps.
- Χρησιμοποιείται και σε συνδυασμό με άλλα πρότυπα για έλεγχο επικοινωνιών και διασκέψεων.

3.4.7.2.1 Πολυπλεξία με το H.261

Ο πολυπλέκτης δομεί τα συμπιεσμένα δεδομένα σε μία ιεραρχική ακολουθία bits η οποία μπορεί να μεταφραστεί από οποιοδήποτε μηχάνημα. Η ιεραρχία αυτή έχει 4 επίπεδα:

- Επίπεδο εικόνας (picture layer): αντιστοιχεί σε μία εικόνα από βίντεο (frame, πλαίσιο).
- Ομάδα μπλοκ (group of blocks): αντιστοιχεί στο 1/12 των CIF εικόνων ή στο 1/3 των QCIF. Οι εικόνες CIF είναι ανάλυσης 288x352 pixels ενώ οι εικόνες QCIF είναι ανάλυσης 144x176 pixels.
- Macroblocks: αντιστοιχεί σε 16x16 pixels φωτεινότητας και όσον αφορά το χώρο σε τμήματα 8x8.
- Blocks: αντιστοιχούν σε 8x8 pixels.

Το H.261 χρησιμοποιεί μαζί το intraframe και το interframe. Στην intraframe μορφή κωδικοποίησης ο DCT χρησιμοποιείται στην συμπίεση, ενώ στην Interframe μορφή, η κινητική αντιστάθμιση εκτελείται για να υπολογίσει τις διαφορές μεταξύ των frames. Οι διαφορές, κυρίως μικρού μεγέθους, είναι τότε DCT κωδικοποιήσιμες.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο εικόνες με format CIF (Common Intermediate Format) και QCIF (Quarter CIF). Η λειτουργία της QCIF είναι αναγκαία, ενώ η λειτουργία της CIF είναι προαιρετική. Η QCIF χρησιμοποιείται συνήθως για bit με χαμηλό εύρος όπως $p < 3$. Οι εικόνες αποτελούνται από τρία έγχρωμα στοιχεία, Y' και δύο έγχρωμες διαφορές, Cb, Cr (Y'CbCr που αντιστοιχούν σε ένα μετασχηματισμό των τμημάτων YUV). Τα έγχρωμα διαφορετικά στοιχεία αποτελούν την μισή ποσότητα των πληροφοριών του luminance στοιχείου (για κάθε 4 μπλοκ της luminance κωδικοποιούμενων διαφορών μόνο δύο μπλοκ των chrominance πληροφοριών έχουν κωδικοποιηθεί. Ο ακόλουθος πίνακας δείχνει τις γραμμές ανά frame και τα pixels ανά γραμμή για CIF και QCIF.

	CIF lines/frame	CIF pixels/line	QCIF lines/frame	QCIF pixels/line
Luminance (Y)	288	352	144	176
Chrominance (Cb)	144	176	72	88
Chrominance (Cr)	144	176	72	88

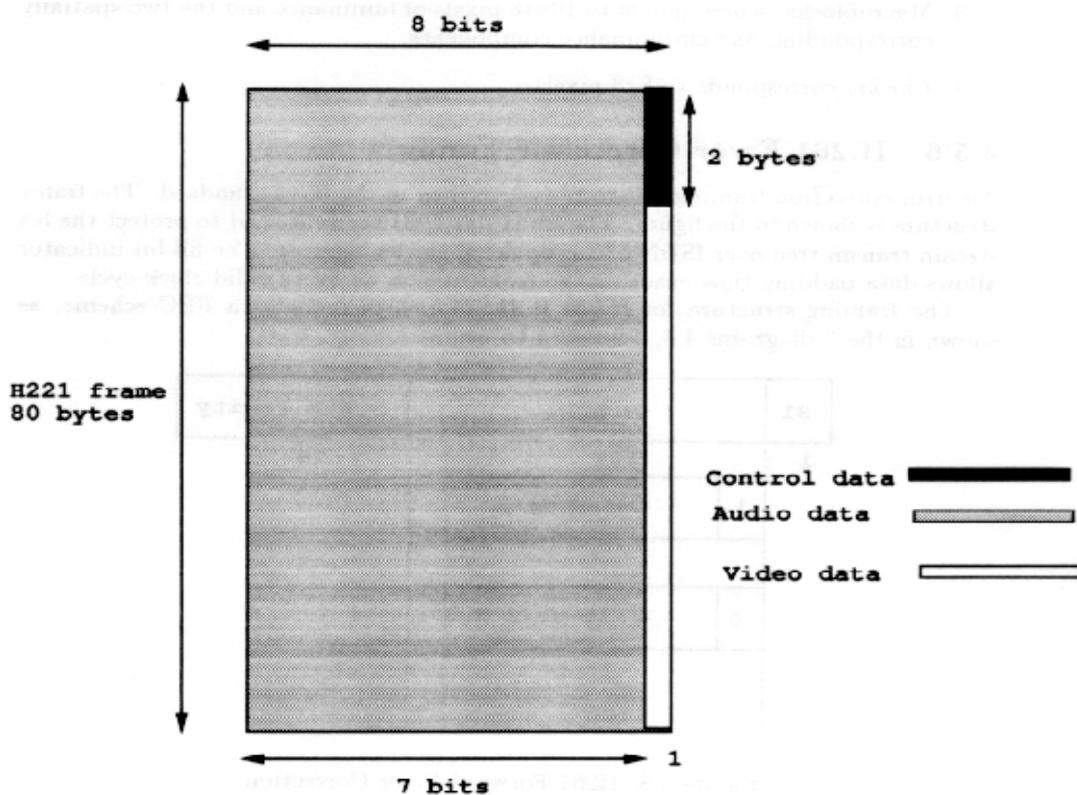
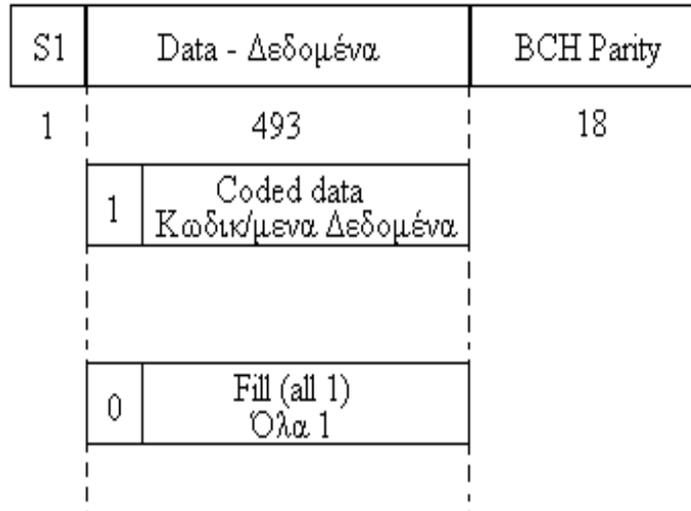
Η Intraframe κωδικοποίηση δουλεύει κυρίως όπως το JPEG. Τα 8x8 μπλοκ έχουν μετασχηματιστεί με DCT, έχουν κβαντιστεί και έχουν κωδικοποιηθεί με run-length/entropy. Στην Interframe μορφή κωδικοποίησης η υπόθεση των μπλοκ στο τρέχον frame έχει φτιαχτεί βασισμένη στο προηγούμενο frame. Αν οι διαφορές μεταξύ του τρέχοντος μπλοκ και του προβλεφθέντος μπλοκ είναι κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο τότε κανένα δεδομένο δεν στέλνεται, ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση η διαφορά λαμβάνεται υπόψη, μετασχηματίζεται μέσω DCT, ποσοτίζεται και κωδικοποιείται με run-length/entropy.

Το βήμα ποσοτισμού προσδιορίζει την ποσότητα των πληροφοριών που στέλνονται και περισσότερες πληροφορίες σημαίνει καλύτερη ποιότητα εικόνας. Οι H.261 κωδικοποιητές προσαρμόζουν την ποσοτική αξία για να πετύχουν ένα σταθερό ρυθμό bits. Αν το εκπεμπόμενο buffer σχεδόν γεμίσει, το μέγεθος του ποσοτικού βήματος θα αυξηθεί με αποτέλεσμα λιγότερες πληροφορίες να κωδικοποιηθούν και να έχουμε φτωχότερη ποιότητα εικόνας. Όμοια, όταν το buffer δεν είναι γεμάτο το μέγεθος ποσοτικού βήματος είναι μειωμένο με αποτέλεσμα περισσότερες πληροφορίες να κωδικοποιηθούν και να έχουμε καλύτερη ποιότητα εικόνας. Εξαιτίας αυτής της ποσότητας η γρήγορη αλλαγή σκηνής θα έχει φτωχότερη ποιότητα σε σχέση με την στατική εικόνα.

3.4.7.2.2 Πλαίσιο διόρθωσης λαθών του πρότυπου H.261

Στο πρότυπο H.261 υπάρχει δομή για την διόρθωση λαθών κατά την μετάδοση. Η δομή του πλαισίου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η ισοτιμία (parity) BCH(511,493) χρησιμοποιείται για να προστατέψει την ροή των bit μέσα από ένα κανάλι ISDN και είναι προαιρετική στον αποκωδικοποιητή. Το bit πληρότητας επιτρέπει την προσθήκη δεδομένων έτσι εξασφαλίζεται η μετάδοση σε κάθε κύκλο ρολογιού.

Το πλαίσιο της δομής του H.261 είναι αυτό του H.221, το οποίο περιέχει και δυνατότητα FEC (forward error correction), όπως φαίνεται στα δύο διαγράμματα και στον πίνακα, που ακολουθούν.



H.221 Framing		
CRC Framing	Ήχος	Δεδομένα ελεύθερα για χρήση από τον χρήστη
H.261 Video	(G.711, G.722)	

3.4.7.2.3 Περίληψη του προτύπου H.261

Παρ'ότι το H.261 θεωρείται το πιο διαδεδομένο πρότυπο συμπίεσης βίντεο που χρησιμοποιείται στο πεδίο των τηλεδιασκέψεων σε δίκτυα, έχει και αυτό τους περιορισμούς του όσο αφορά την καταλληλότητα για μετάδοση σε δίκτυα PSDN. Το H.261 δεν ακολουθεί από μόνο του την ιεραρχική κωδικοποίηση. Έχουν γίνει κάποιες προτάσεις στο πως θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε αυτή την κωδικοποίηση αλλά σαν πρότυπο δεν υπάρχει επίσημη υποστήριξη. Η ανάλυση του H.261 είναι αρκετά καλή για εφαρμογές τηλεδιασκέψεων. Αν όμως απαιτείται ακόμα περισσότερη ποιότητα στην συμπιεσμένη κινούμενη εικόνα τότε ακόμα και το όριο των CIF εικόνων παρουσιάζεται ως ανεπαρκές.

3.4.7.3 MPEG (Motion JPEG)

Ο σκοπός του πρωτοκόλλου συμπίεσης βίντεο MPEG-II είναι να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες για την δημιουργία πιο γενικών μεθόδων κωδικοποίησης για κινούμενες εικόνες και για διάφορες εφαρμογές όπως η ψηφιακή αποθήκευση δεδομένων και η επικοινωνία. Έτσι σε αντίθεση με το H.261 που είχε σχεδιαστεί ειδικά για την συμπίεση κινούμενων εικόνων για συστήματα τηλεδιασκέψεων σε ταχύτητες $p \times 64\text{kbps}$, η κωδικοποίηση MPEG βρίσκει εφαρμογή σε ένα μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών. Τα κύρια χαρακτηριστικά του προτύπου MPEG συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Στοχεύει τόσο στην ψηφιακή αποθήκευση όσο και στην επικοινωνία.
- Έχει υψηλότερο κόστος αλλά και ποιότητα από το H.261.
- Απαιτεί μεγαλύτερο ελάχιστο εύρος ζώνης μετάδοσης δεδομένων.
- Ο αποκωδικοποιητής του μόλις που μπορεί να εφαρμοστεί σε επίπεδο λογισμικού (software).
- Στην πραγματικότητα απευθύνεται σε εύρος ζώνης της τάξης των 2Mbps έως 8Mbps.

3.4.7.3.1 Δομή των MPEG εικόνων

Οι αρχικές εικόνες αποτελούνται από τρεις ορθογώνιους πίνακες ακέραιων: έναν πίνακα (Y) φωτεινότητας και δύο πίνακες χρωμάτων (Cb και Cr). Το πρότυπο MPEG υποστηρίζει τρεις τύπους:

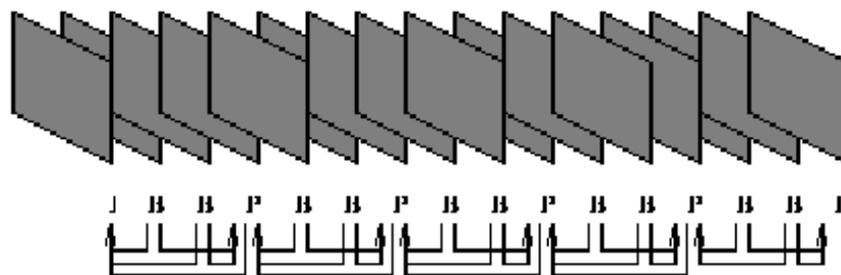
4:2:0 Σε αυτό τον τύπο οι πίνακες Cb και Cr θα είναι το μισό μέγεθος του πίνακα Y τόσο στις οριζόντιες όσο και στις κάθετες διαστάσεις.

4:2:2 Σε αυτό τον τύπο οι πίνακες Cb και Cr θα είναι το μισό μέγεθος του πίνακα Y στις οριζόντιες διαστάσεις και το ίδιο μέγεθος με αυτόν στις κάθετες διαστάσεις.

4:4:4 Σε αυτό τον τύπο οι πίνακες Cb και Cr θα είναι το ίδιο μέγεθος του πίνακα Y τόσο στις οριζόντιες όσο και στις κάθετες διαστάσεις.

3.4.7.3.2 Τα πλαίσια του MPEG

Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αποκωδικοποίησης για ακολουθίες interlaced εικόνων, αποτελείται από μία σειρά πεδίων τα οποία είναι χωρισμένα στον χρόνο με βάση μία περίοδο ενός πεδίου. Τα δύο πεδία ενός πλαισίου (frame) μπορούν να κωδικοποιηθούν ξεχωριστά ή μπορούν να κωδικοποιηθούν ταυτόχρονα. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα πεδία τα οποία υποστηρίζει το MPEG:



Ένας κωδικοποιητής MPEG αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Πρόβλεψη (3 χρόνοι πλαισίων).
- Μετατροπή των block.

- Τεμαχισμός και κωδικοποίηση μεταβλητού μήκους

3.4.7.3.3 Πρόβλεψη MPEG

Το πρότυπο MPEG ορίζει 3 τύπους εικόνων:

Intrapictures (I-pictures) Αυτές οι εικόνες κωδικοποιούνται σε αναλογία με τον εαυτό τους. Σε αυτό τον τύπο η κάθε εικόνα συντίθεται σε μπλοκ των 8x8 pixel τα οποία κωδικοποιούνται μόνο σε σχέση με τον εαυτό τους και οδηγούνται κατευθείαν στο διαδικασία της μετατροπής των block.

Predictive pictures (P-pictures) Αυτές είναι εικόνες οι οποίες κωδικοποιούνται με πρόβλεψη αντιστάθμισης της κίνησης από μία προηγούμενη I-picture ή P-picture. Ένα λάθος στην πρόβλεψη συνυπολογίζεται σε μία περιοχή 16x16 pixel στην εικόνα και στην προηγούμενη της. Ένα διάνυσμα κίνησης χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της φοράς της κίνησης. Για προοδευτικές ακολουθίες εικόνων ή interlaced ακολουθίες με κωδικοποίηση πλαισίου υπολογίζεται μόνο ένα διάνυσμα κίνησης για την πρόβλεψη.

Bi-directional pictures (B-pictures) Αυτές οι εικόνες κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας μεθόδους πρόβλεψης αντιστάθμισης κίνησης από μία προηγούμενη και/ή μία επόμενη I-picture ή P-picture. Ένα λάθος πρόβλεψης υπολογίζεται σε μία περιοχή 16x16 pixel στην τρέχουσα εικόνα καθώς επίσης και στην προηγούμενη καθώς και στην επόμενη I ή P εικόνα που αναφέρεται η τρέχουσα. Προκειμένου να αποφασιστεί η διεύθυνση της κίνησης χρησιμοποιούνται δύο ανύσματα. Ένα για την πρόβλεψη της προηγούμενης εικόνας και ένα για την πρόβλεψη της επόμενης εικόνας. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια B-picture δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πρόβλεψη.

3.4.7.3.4 Πρόβλεψη των block στο πρότυπο MPEG

Στις μετατροπές των block η επεξεργασία γίνεται από μία συνάρτηση DCT (Discrete Cosinus Transform) δύο διαστάσεων.

- **Quantization** (τεμαχισμός) Ο σκοπός αυτού του βήματος είναι να επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερη συμπίεση απεικονίζοντας τους συντελεστές του διακριτού μετασχηματισμού με την απολύτως αναγκαία ακρίβεια για την απαιτούμενη ποιότητα εικόνας.
- **Variable length encoding** (κωδικοποίηση μεταβλητού μήκους) Εδώ η επιπλέον συμπίεση (χωρίς απώλειες) γίνεται με το να ανατίθενται μικρές κωδικές λέξεις σε γεγονότα τα οποία συμβαίνουν συχνά και μεγαλύτερες κωδικές λέξεις σε γεγονότα που εμφανίζονται σπανιότερα.

3.4.7.3.5 Πολυπλεξία MPEG

Ο πολυπλέκτης βίντεο δομεί τα συμπιεσμένα δεδομένα σε μία ιεραρχική συνεχόμενη ροή bits η οποία μπορεί να μεταφραστεί γενικά. Η ιεραρχία αποτελείται από 4 επίπεδα:

Videosequence (ακολουθία βίντεο). Θεωρείται η υψηλότερη δομή του κωδικοποιημένου σήματος. Μπορεί να θεωρηθεί σαν μία μονάδα τυχαίας προσπέλασης.

Group of pictures. Αυτό το επίπεδο είναι προαιρετικό στο MPEG-II. Αυτό το επίπεδο βρίσκει εφαρμογή σε μία σειρά εικόνων. Η πρώτη εικόνα στο κωδικοποιημένο σήμα θα πρέπει να είναι μία I-picture. Το επίπεδο Group of pictures βοηθάει στην τυχαία προσπέλαση. Εφαρμογές που απαιτούν τυχαία προσπέλαση, γρήγορη κίνηση μπροστά ή πίσω ή ακόμα και replay συνήθως χρησιμοποιούν μικρά γκρουπ εικόνων.

Picture (εικόνα). Αυτό το επίπεδο αναφέρεται σε μία εικόνα στην συνολική ακολουθία του βίντεο. Για εικόνες σε interlaced ακολουθίες, η interlaced εικόνα αντιπροσωπεύεται από δύο ξεχωριστές εικόνες στην κωδικοποιημένη ροή. Θα κωδικοποιηθούν με την ίδια σειρά με την οποία θα εμφανιστούν στην έξοδο του αποκωδικοποιητή.

Slice. Αυτό ανταποκρίνεται σε ένα γκρουπ από **Macroblock**. Ο ακριβής αριθμός macroblock σε ένα τμήμα δεν επιδέχεται τυποποίηση. Τα τμήματα (slices) δεν χρειάζεται να καλύπτουν ολόκληρη την εικόνα. Είναι απαίτηση σε περίπτωση που η εικόνα χρησιμοποιείται επακόλουθα για προβλέψεις, η πρόβλεψη να γίνεται μόνο από τα τμήματα των εικόνων τα οποία εσωκλείονται από τα τμήματα.

Macroblock. Για τα macroblock μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

1. Ένα macroblock περιέχει ένα τμήμα από την περιοχή των στοιχείων που ορίζουν την φωτεινότητα και τα αντίστοιχα τμήματα τα οποία αποτελούν την χρωματική επιλογή για την εικόνα. Για παράδειγμα ένα macroblock 4:2:0 αποτελείται από 6 μπλόκ (4Y, 1Cb, 1Cr).
2. Ένα macroblock μπορεί (όπως και στο H.261) να αντιστοιχεί σε ένα μπλοκ 8x8 pixels.

3.4.7.4 MPEG III και IV

Το πρότυπο MPEG III υποσχόταν ακόμα μεγαλύτερη ποιότητα στην κωδικοποίηση σε δίκτυα ακόμα υψηλότερων ταχυτήτων. Με βάση όμως κάποιες μετρήσεις αποδείχτηκε ότι το MPEG II είναι αρκετά καλό σε υψηλές ταχύτητες και για αυτό το λόγο το MPEG III παραγκωνίστηκε.

Το MPEG IV στοχεύει ακριβώς στο αντίθετο από το MPEG III δηλαδή στην εφαρμογή του σε δίκτυα χαμηλών ταχυτήτων και σε περιβάλλοντα που οι αποθηκευτικές μονάδες είναι μικρές. Κατά κύριο λόγο στοχεύει σε εφαρμογή σε δίκτυα μέχρι 64kbps.

3.4.7.5 CellB συμπίεση

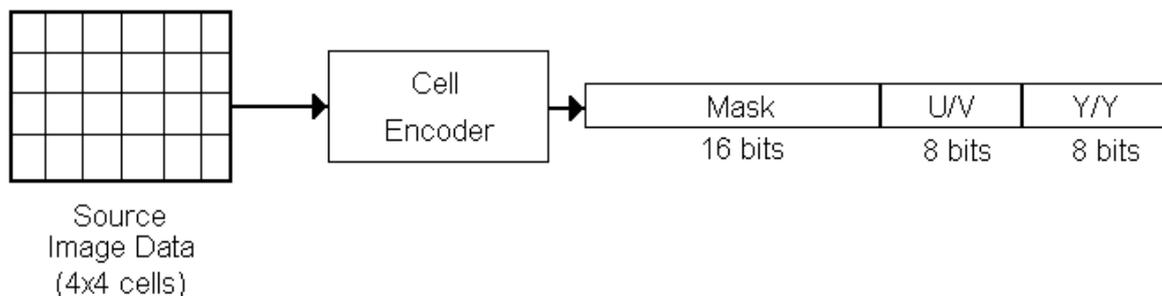
Η Cell είναι μία δευτερεύουσα τεχνική συμπίεσης αναπτυγμένη από την SUN Microsystems. Υπάρχουν δύο τύποι συμπίεσης του Cell, η CellA και η CellB. Η CellA είναι μία ασύμμετρη τεχνική που χρειάζεται περισσότερους υπολογισμούς για την συμπίεση από ότι για την αποσυμπίεση. Η CellB είναι ίδια με την CellA αλλά είναι περισσότερη συμμετρική υπολογιστικά, κάνοντας την χρήση της εφαρμόσιμη σε προγράμματα πραγματικού χρόνου, αφού βασίζεται σε τεχνικές περικοπής block και τεχνικές κβαντισμού διανυσμάτων.

Η CellA δέχεται σαν είσοδο σήμα RGB, ενώ η CellB σήμα YUV. Το καθένα απαιτεί το εύρος και το ύψος της εικόνας διαιρεμένο σε τέσσερα κομμάτια. Η εικόνα που εισάγεται είναι χωρισμένη σε 4x4 ομάδες pixel που ονομάζονται cell. Η τεχνική κωδικοποίησης του Cell βασίζεται σε μία μέθοδο που ονομάζεται Block Truncation Coding (BNC). Οι 16 κουκκίδες σε κάθε Cell έχουν κωδικοποιηθεί από μία 16bit μάσκα και δύο 8bit εντάσεις. Η CellA και η

CellB διαφέρουν στον τρόπο της έντασης που διαλέχτηκε. Στη CellA οι τιμές είναι δείκτες σε έναν πίνακα χρωμάτων, ενώ στη CellB οι τιμές είναι δείκτες σε έναν πίνακα διανυσματικών ποσοτήτων.

Στον κβαντισμό των διανυσμάτων, η εικόνα χωρίζεται σε μπλοκ και οι συντελεστές που περιγράφουν αυτά τα μπλοκ χρησιμοποιούνται ως διανύσματα. Καθώς ο χώρος των διανυσμάτων στον οποίο υπάρχουν τα διανύσματα των μπλοκ δεν είναι κατειλημμένος το ίδιο σε όλα τα σημεία του, ο χώρος των διανυσμάτων αυτών μπορεί να μοιραστεί σε άλλα υποδιαστήματα με σκοπό να παρέχεται η ίδια πιθανότητα ένα τυχαίο διάνυσμα να βρίσκεται σε ένα οποιοδήποτε υποδιάστημα. Ένα πρότυπο διάνυσμα θα χρησιμοποιηθεί για να αντιπροσωπεύει όλα τα μπλοκ των οποίων τα διανύσματα ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο υποδιάστημα.

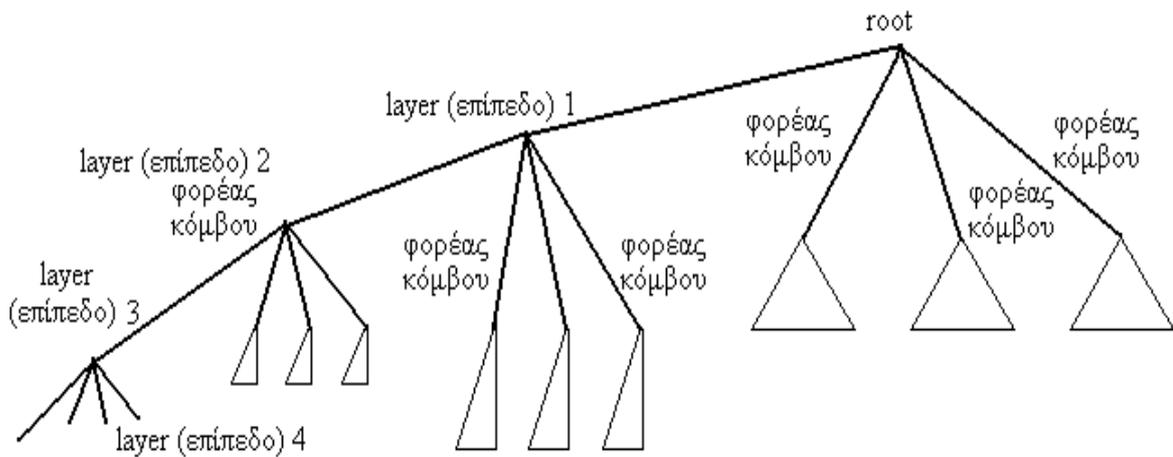
Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει τον πυρήνα του CellB και τον κωδικό του με τον οποίο είναι διαμορφωμένος μετά την κωδικοποίηση. Το U/V πεδίο αντιπροσωπεύει το chrominance



στοιχείο, ενώ το Y/Y δύο luminance. Αν ένα bit pixel έχει σταλεί σε μία bit μάσκα, τότε το pixel έχει αναλυθεί σαν $\langle Y1, U, V \rangle$, ενώ αν το bit δεν έχει σταλεί τότε το pixel έχει αναλυθεί σε $\langle Y2, U, V \rangle$. Αυτό σημαίνει πως για κάθε κωδικοποιημένο cell υπάρχουν δύο πιθανά στοιχεία luminance και ένα πιθανό στοιχείο chrominance. Η CellB κωδικοποιεί 16 pixels (384 bits) χρησιμοποιώντας 32 bits. Αυτό είναι σχέση συμπίεσης 1:12.

Η CellB είναι βασικά μία Intraframe τεχνική κωδικοποίησης. Παρόλα αυτά, υποστηρίζει μία απλή μορφή της Interframe κωδικοποίησης καθορίζοντας έναν κωδικό παράλειψης ο οποίος δηλώνει ότι, ένας καθορισμένος αριθμός cell θα πρέπει να παραληφθεί, εννοώντας ότι η τιμή τους δεν έχει μεταβληθεί.

Ένα πλεονέκτημα της Cell κωδικοποίησης είναι ότι η διαδικασία αποκωδικοποίησης είναι όμοια με την διαδικασία εμφάνισης ενός χαρακτήρα σε ένα framebuffer. Η διαδικασία εμφάνισης του χαρακτήρα για ένα framebuffer παίρνει σαν είσοδο ένα foreground χρώμα, ένα background χρώμα και την ενδεικτική μάσκα για ποιο χρώμα θα χρησιμοποιήσει στο pixel. Από την στιγμή που αυτή η λειτουργία είναι πολύ σημαντική σε ένα παραθυρικό σύστημα συχνά εκτελείται σαν ένα μέρος των συστημάτων των γραφικών επιταχυντών. Για τον λόγο αυτό η Cell κωδικοποίηση αποκτά πλεονεκτήματα εξαιτίας του υπάρχοντος hardware για κάρτες γραφικών, αφού έτσι γλυτώνει το μεγαλύτερο στάδιο της αποκωδικοποίησης.



Όπως βλέπουμε στο σχήμα, κάθε κόμβος έχει έναν φορέα αναπαράστασης, όπως επίσης και οι κλάδοι έχουν από έναν. Μπορούμε συνεπώς να χρησιμοποιήσουμε μόνο κωδικοποίηση δευτέρου επιπέδου με την βοήθεια του κεντρικού φορέα εκείνου του κόμβου.

3.4.8 Προγράμματα και προτυποποίηση

Στην συνέχεια εξετάζουμε τον αλγόριθμο που χρησιμοποιείται σε ορισμένα βιομηχανικά πακέτα για να διαπιστώσουμε αν όντως ακολουθείται η προτυποποίηση στην πράξη.

3.4.8.1 Network Video (NV)

Το Network Video είναι ένα εργαλείο για videoconference μέσω του Internet που αναπτύχθηκε στη Xerox/Parc. Είναι το κυριότερο εργαλείο video στο Internet Mbone. Η τεχνική

κωδικοποίησης του προγράμματος αυτού χρησιμοποιεί Intraframe και Interframe συμπίεση. Το πρώτο βήμα του αλγόριθμου συγκρίνει το τρέχον frame με το προηγούμενο και μαρκάρει τις περιοχές που έχουν παρουσιάσει σημαντική μεταβολή. Κάθε περιοχή που έχει μεταβληθεί, έχει συμπιεστεί χρησιμοποιώντας κωδικοποίηση κάποιου είδους μετασχηματισμού. Τόσο ο DCT όσο και ο Haar μετασχηματισμός μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ο κωδικοποιητής του προγράμματος διαλέγει δυναμικά ποιος μετασχηματισμός θα χρησιμοποιηθεί, βασισμένος στο αν το bandwidth του δικτύου, οπότε χρησιμοποιεί τον DCT, ή στο αν η τοπική επεξεργασία, οπότε χρησιμοποιεί τον Haar, είναι οι αιτίες για την μειωμένη απόδοση. Ο DCT είναι ο επιθυμητός μιας και συνήθως διπλασιάζει την σχέση συμπίεσης. Η έξοδος της μετατροπής ποσοτίζεται και κωδικοποιείται με την μέθοδο run-length. Θεωρητικά το πρόγραμμα μπορεί να φτάσει σε σχέση συμπίεσης 1:20 και περισσότερο.

3.4.8.2 CU-SeeMe

Το Cu-SeeMe είναι ένα εργαλείο για videoconference μέσω του Internet που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Cornell. Χρησιμοποιεί Intraframe και Interframe τεχνική συμπίεσης με μερικές παραλλαγές ώστε να χρησιμοποιείται και σε συστήματα Macintosh πάνω στα οποία πρωτοσχεδιάστηκε. Το Cu-SeeMe αναπαριστά είσοδο video με 16 αποχρώσεις του γκριζου χρησιμοποιώντας 4 bits/pixel. Η εικόνα για να αναλυθεί έχει χωριστεί σε 8x8 μπλοκ pixels. Τα νέα frames έχουν συγκριθεί με τα προηγούμενα frame και αν ένα μπλοκ έχει αλλαχθεί σημαντικά, τότε αυτό ξαναμεταδίδεται. Τα μπλοκ επίσης ξαναμεταδίδονται σε περιοδική βάση ώστε να υπολογίζονται οι απώλειες που ίσως να έχουν συμβεί στο δίκτυο. Τα μεταδιδόμενα δεδομένα έχουν συμπιεστεί με έναν αλγόριθμο χωρίς απώλειες που αναπτύχθηκε στο Cornell. Το συμπιεσμένο μέγεθος είναι περίπου το 60% του αρχικού. Ο αλγόριθμος της Cu-SeeMe κωδικοποίησης έχει σχεδιαστεί να τρέχει αποτελεσματικά σε Macintosh λειτουργικό σύστημα, αφού λειτουργεί σε σειρές των 8x4 bit pixels σαν 32 bit λέξεις, οι οποίες δουλεύουν καλά σε 680x0 κώδικα assembly. Το πρόγραμμα απαιτεί bandwidth 80 kbps και ο ρυθμός αυτός είναι αυτόματα προσαρμοζόμενος με βάση τις αναφορές απώλειας πακέτων από κάθε χρήστη που λαμβάνει σήμα video. Για την μετάδοση κανονικής κίνησης video χρειάζονται περίπου 100Kbps.

3.4.8.3 Indeo (DVI)

Η Indeo είναι μία τεχνική συμπίεσης που σχεδιάστηκε από την Intel και εξελίχθηκε από την DVI (Digital Video Interactive) Technology. Η Indeo λαμβάνει στην είσοδο YUV σήμα με τα U και V σήματα υποδειγματοληπτημένα τόσο στον κάθετο όσο και στον οριζόντιο άξονά τους, με σχέση συμπίεσης 1:4. Η τεχνική Indeo υποστηρίζει την πρόβλεψη της κίνησης, χρησιμοποιώντας το προηγούμενο frame για να προβλέψει τις τιμές του τρέχοντος frame και μεταδίδει δεδομένα μόνο όταν οι διαφορές είναι σημαντικές. Κάθε εικόνα χωρίζεται σε τομείς που ο κάθε τομέας με την σειρά του χωρίζεται σε υποτομείς, μέχρι οι τομείς αυτοί να μπορούν να αντιστοιχιστούν σε βασικά σχήματα τα οποία μπορούν να ικανοποιήσουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης μετάδοσης και την επιθυμητή ποιότητα. Τα επιλεγμένα σχήματα μπορούν να αναπαρασταθούν πολύ καλά στον αποκωδικοποιητή. Τα δεδομένα που στέλνονται είναι μία περιγραφή της διάταξης των τομέων και των διακλαδώσεων και της μορφής αυτών. Αυτή η τεχνική είναι μία ασύμμετρη τεχνική συμπίεσης η οποία απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο επεξεργασίας κατά την συμπίεση και πολύ λιγότερο χρόνο κατά την αποσυμπίεση. Η κωδικοποίηση γίνεται με την χρησιμοποίηση ενός 8x8 FST (Fast Slant Transform) στον οποίο όλες οι λειτουργίες είναι είτε μετατοπισμένες είτε προστιθέμενες (αλλά όχι πολλαπλασιασμένες). Ο ποσοτισμός και η κωδικοποίηση με run-length ή entropy χρησιμοποιούνται όπως στα προηγούμενα προγράμματα. Η Indeo τεχνική υποστηρίζει ότι η κωδικοποιημένη ροή των bit είναι το περισσότερο από το 60% των δεδομένων εισόδου και έτσι η συμπίεση είναι σίγουρο ότι το λιγότερο θα είναι της τάξης 1:1.7.

Το DVI αν και δεν είναι ακόμα επίσημα ένα πρότυπο συμπίεσης, είχε αρχίσει να παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αγορά. Μία πρότυπη κάρτα της SUN χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο DVI για συμπίεση και προγραμματιζόταν από την ίδια τη SUN στις επόμενες γενιές καρτών βίντεο να έχει ενσωματωθεί το DVI. Τελικά όμως αυτό δεν απεδείχθει αληθινό αφού και η Intel αποφάσισε να σταματήσει την ανάπτυξη του DVI V3. Έτσι οι επόμενες γενιές καρτών της SUN δεν υποστηρίζουν την συμπίεση DVI και τελικά το μέλλον αυτής της τεχνικής φαντάζει αμφίβολο.

3.4.8.4 Quicktime και VFW (Video For Windows)

Η Apple και η Microsoft σαν εταιρίες έχουν ορίσει πρότυπα για τα αντίστοιχα λειτουργικά τους συστήματα τα οποία υποστηρίζουν το βίντεο. Ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις αυτό που πραγματικά επιθυμούν είναι να δημιουργήσουν ένα εύχρηστο interface με το οποίο οι προγραμματιστές να μπορούν να φτιάξουν εφαρμογές οι οποίες θα λειτουργούν γρήγορα και αποδοτικά. Έτσι το βίντεο για Windows (VFW) και το Quick Time Video ορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να παρουσιαστεί και να επεξεργαστεί η κινούμενη εικόνα μέσα στα πλαίσια του γραφικού περιβάλλοντος τόσο σε συστήματα με Windows όσο και σε συστήματα με Apple λειτουργικό. Παρ'όλα αυτά καμία από τις δύο εταιρίες δεν διευκρινίζει κάποιο είδος κωδικοποίησης που πρέπει να ακολουθηθεί. Εκτιμούν ότι όλων των ειδών οι κωδικοποιήσεις θα είναι διαθέσιμες μέσω hardware CODEC ή μέσω λογισμικού και το μόνο που παρέχουν οι παραπάνω εταιρίες είναι η δυνατότητα στον προγραμματιστή να ορίσει αυτός το είδος της συμπίεσης και να παρέχει και πληροφορίες για το πως δουλεύει αυτή η συμπίεση.

4.1 Εισαγωγή

Τα πρωτόκολλα μεταφοράς πολυμέσων δεν χρειάζεται να είναι πολύπλοκα ή “βαριές” εφαρμογές όπως είναι ένα πρωτόκολλο για πολλές χρήσεις σαν το TCP/IP.

Ο σκοπός των πρωτοκόλλων μεταφοράς είναι να προσφέρουν υπηρεσίες οι οποίες είναι συγκεκριμένες σε ένα λογικό εύρος εφαρμογών και να προσφέρουν υπηρεσίες οι οποίες είναι εξειδικευμένες και δεν είναι κοινές σε όλες τις εφαρμογές, συνεπώς δεν είναι απαραίτητα στις γενικές υπηρεσίες δικτύων.

Από αυτή την σκοπιά τα πρωτόκολλα για μεταφορά πολυμέσων πρέπει να προσφέρουν υπηρεσίες για ένα κοινό σετ υπηρεσιών πολυμέσων, οι οποίες υπηρεσίες θα μπορούν εύκολα να διακριθούν σε σχέση με απλές υπηρεσίες μεταφοράς δεδομένων. Για παράδειγμα:

- Μία βασική υπηρεσία πλαισίου είναι απαραίτητη, που θα ορίζει την μονάδα μεταφοράς, τυπικά κοινό με την μονάδα συγχρονισμού.
- Μπορεί να είναι απαραίτητη η πολυπλεξία μιας και μπορεί να θέλουμε να δώσουμε διαφορετικά μέσα σε διαφορετικά κανάλια δεδομένων, αλλά μπορεί απλά να επιθυμούμε να προσκολλήσουμε όλων των ειδών τα μέσα (ήχο, βίντεο, κείμενο) στο ίδιο IP πακέτο.
- Έγκαιρη παράδοση των πακέτων είναι απαραίτητο να γίνεται ακόμα και αν στον βωμό του χρόνου θυσιάζεται η αξιοπιστία. Αυτό σημαίνει ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν χρησιμοποιείται κάποιο πρωτόκολλο εντοπισμού και διόρθωσης λαθών. Αντί για αυτό χρησιμοποιείται κάποια τεχνική FEC (forward error recovery).
- Ο συγχρονισμός είναι μία συνηθισμένη ανάγκη σε δικτυωμένα πολυμέσα συνεπώς το να παρέχεται ένα κοινό πλαίσιο χρόνου είναι κάτι απαραίτητο σε ένα τέτοιο πρωτόκολλο μεταφοράς, ειδικά όταν πρόκειται για τον αποστολέα του πακέτου (που ξέρει ακριβώς την διάρκεια και την σειρά των δεδομένων) και τον παραλήπτη που πρέπει να αναπαράγει τα πακέτα χωρίς διακοπές, αρρυθμίες ή λάθος σειρά στα πακέτα. Ο συγχρονισμός είναι επίσης απαραίτητος μεταξύ διαφορετικών μέσων (εικόνα, ήχος κλπ.).

Η βασική μονάδα μέτρησης μεταφοράς στο Internet είναι το πακέτο IP, το οποίο μεταφέρει δεδομένα εφαρμογών, και ένας τίτλος ενός πρωτοκόλλου μεταφοράς που προηγείται από τον

τίτλο του IP πακέτου. Τα πακέτα αποπλέκονται στο μηχανήμα του παραλήπτη βασισμένα στα νούμερα που δίνουν τα πρωτόκολλα μεταφοράς και κατευθύνονται στις διευθύνσεις δικτύων που ορίζουν οι IP διευθύνσεις.

Το RTP, το πρωτόκολλο το οποίο προτιμάται ως φορέας/πλαίσιο για κίνηση πακέτων πολυμέσων, δουλεύει πάνω από το UDP. Έχει την δυνατότητα για ακόμα μεγαλύτερη πολυπλεξία μια και μεταφέρει δείκτες του κώδικα. Το άλλο βασικό στοιχείο του RTP είναι ο χρονικός προσδιορισμός για το μέσο το οποίο μεταφέρει ο οποίος είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν μεταφέρει ήχο ή εικόνα ή βίντεο. Αυτή η πληροφορία χρησιμοποιείται για αλγορίθμους αναπαραγωγής και συγχρονισμού. Το RTCP (real time control protocol) χρησιμοποιείται για να μεταβιβάζει επιπλέον πληροφορίες όπως λεπτομέρειες για τους συμμετέχοντες και ποσοστά άφιξης και απωλειών πακέτων στο δίκτυο. Συνήθως αυτές οι πληροφορίες στέλνονται σε μία πόρτα του UDP που είναι μεγαλύτερη από την πόρτα του UDP που χρησιμοποιεί το RTP.

4.2 Αλγόριθμοι αναπαραγωγής

Για μια πληθώρα αιτιών, τα δείγματα μπορεί να φτάνουν σε διαφορετικό χρόνο από τον χρόνο που στάλθηκαν. Αυτή η μικρή μεταβολή μπορεί να αντιμετωπιστεί όσο ο μέσος ρυθμός παράδοσης των δειγμάτων παραμένει σταθερός και η μεταβλητότητα παραμένει δευτερεύουσας σημασίας σε σχέση με την καθυστέρηση στην παράδοση.

Ένα buffer μπορεί να αντέξει και να διορθώσει μια μικρή παραλλαγή στην άφιξη των πακέτων. Αν όμως και η ταχύτητα με την οποία φτάνουν τα πακέτα μεταβάλλεται τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί buffer το οποίο προσαρμόζεται δυναμικά στις συνθήκες ανάλογα με τους ρυθμούς κίνησης των πακέτων.

Αυτή την στιγμή το Internet δεν δίνει καμία εγγύηση για την κίνηση των πακέτων. Η απόδοση και οι καθυστερήσεις σε μία διαδρομή μπορεί να διαφέρουν σημαντικά καθώς η κίνηση του δικτύου αυξάνεται ή μειώνεται. Όταν το δίκτυο είναι υπερφορτωμένο αρκετά πακέτα χάνονται στον δρόμο αφήνοντας κενά στην ροή της πληροφορίας προς τον δέκτη.

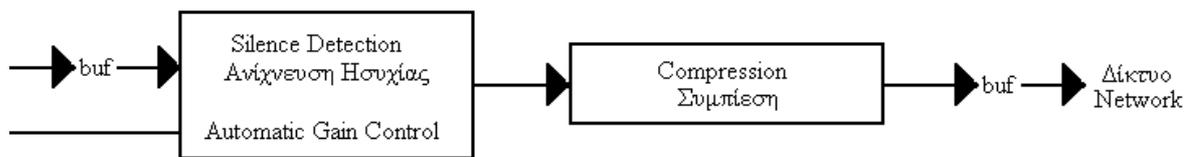
Δύο βασικές τεχνικές έχουν εμφανιστεί για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα.

1. Οι δέκτες ήχου, βίντεο και άλλων υπηρεσιών που απαιτούν αλληλεπίδραση συνήθως χρησιμοποιούν ένα μοντέλο δυναμικού επαναπροσδιορισμού της αναπαραγωγής των δεδομένων.
2. Οι αποστολές γενικότερα προσαρμόζονται στις συνθήκες που επικρατούν στο δίκτυο και αν χρειαστεί μειώνουν την ποιότητα όταν υπάρχει συμφόρηση στο δίκτυο και με επιφυλάξεις αυξάνουν την ποιότητα όταν το δίκτυο θεωρείται ότι είναι ελεύθερο και έχει μεγαλύτερη χωρητικότητα πακέτων.

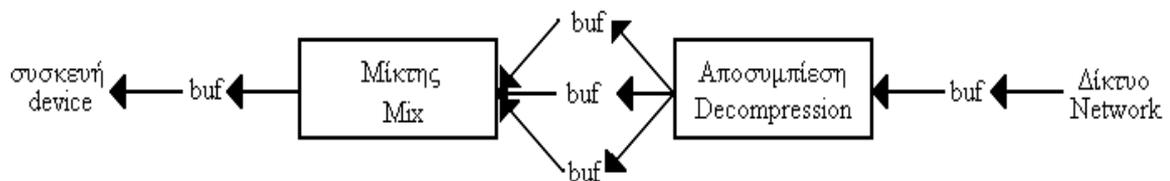
Ο τρόπος με τον οποίο δουλεύουν αυτές οι δύο τεχνικές είναι ευφυής αλλά αρκετά απλός αν τον δει κανείς. Όλες οι πηγές οι οποίες παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την δομή του χρονισμού χρησιμοποιούν το RTP (real time protocol) το οποίο βάζει μία “σφραγίδα” χρόνου και μέσου σε κάθε πακέτο που στέλνεται. Όλοι οι δέκτες χρησιμοποιούν αυτή την “σφραγίδα” για δύο σκοπούς:

1. Υπολογίζεται ο χρόνος άφιξης μεταξύ των πακέτων. Αν η καθυστέρηση στο κανάλι είναι μεταβλητή, το πιο πιθανό είναι ότι θα μεταβάλλεται αρκετά ομαλά, με μία λογική προβλεψιμότητα. Παρακολουθώντας την μέση διαφορά άφιξης των πακέτων και προσθέτοντας αυτή την διαφορά σε ένα buffer αναπαραγωγής το οποίο χρησιμοποιείται για να καθυστερήσει την αποστολή των δεδομένων από το μηχάνημα του παραλήπτη στην συσκευή εξόδου (οθόνη, κάρτα ήχου) ο δέκτης μπορεί να εξασφαλίσει σε ένα μεγάλο βαθμό την πιθανότητα ότι δεν θα έχει διακοπές στην ροή των δεδομένων του. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται τα τμήματα ενός buffer αναπαραγωγής. Αυτά περιλαμβάνουν και την ανάμιξη των καναλιών που προέρχονται από διαφορετικές πηγές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συγχρονιστούν διαφορετικά μέσα.
2. Οι δέκτες ανιχνεύουν τα κενά μεταξύ των αφίξεων των πακέτων (τα οποία αντιστοιχούν σε χαμένα δεδομένα). Περιοδικά εφαρμογές του Mbone αναφέρουν στατιστικά για συγκεκριμένες πηγές με το να κάνουν πολλαπλή αποστολή της αναφοράς στο ίδιο γκρουπ. Ο αποστολέας/δέκτης χρησιμοποιούν αυτές τις αναφορές για να υπολογίζουν αν υπάρχει ή όχι συμφόρηση στο δίκτυο. Το σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται για να προσαρμόζεται ο ρυθμός μεταφοράς είναι βασικά αυτό που χρησιμοποιείται και στο TCP, αλλά εφαρμόζεται με το να μειώνεται η ποιότητα της εισόδου από τα διάφορα μέσα εικόνας και ήχου. Αρκετά

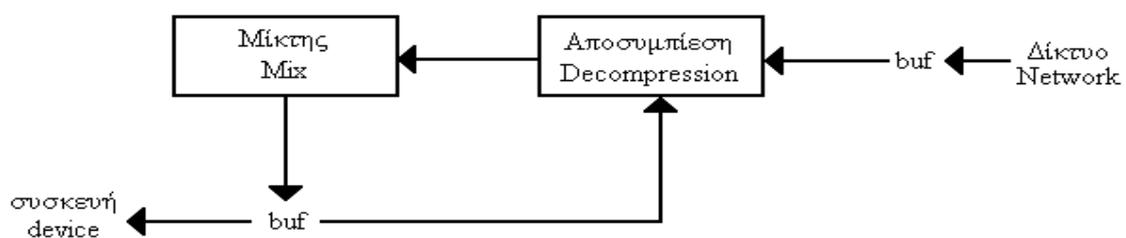
μοντέλα συμπίεσης βίντεο μπορούν εύκολα να αλλάξουν προκειμένου να επιτρέπουν μείωση στην ποιότητα. Ο συνολικός όγκος της κίνησης που δημιουργείται από αυτά τα πακέτα αναφοράς της ποιότητας του δικτύου είναι αναγκασμένος να καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο ποσοστό κάθε τηλεδιάσκεψης. Οι δέκτες χρησιμοποιούν τις αποδείξεις από τις αναφορές άλλων δεκτών για να δώσουν μία εκτίμηση του αριθμού των συνολικών δεκτών και έτσι να μειωθεί η συχνότητα με την οποία στέλνουν αναφορές σε πλήρη διανομή.



Read device and transmit on net
Διάβασμα συσκευής και εκπομπή στο δίκτυο



Λήψη από το δίκτυο καθυστέρηση και εκτέλεση των δεδομένων
Receive from net mix late and play

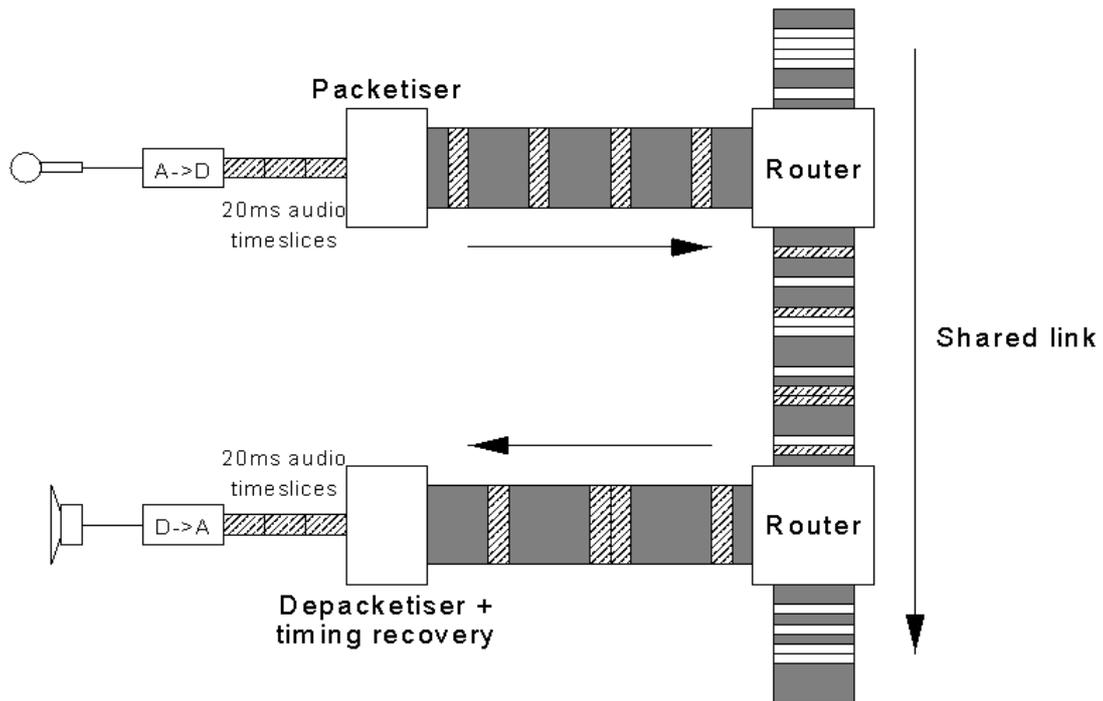
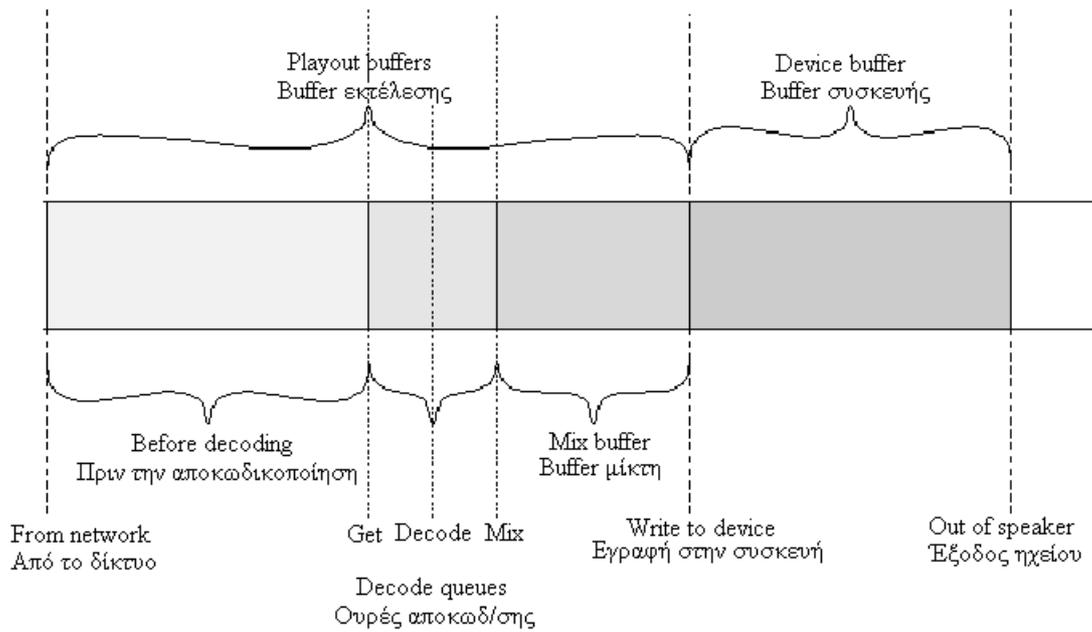


Λήψη από το δίκτυο νωρίτερα και εκτέλεση
Receive from net mix early and play

Τα παραπάνω επεκτείνονται περισσότερο στην εικόνα που ακολουθεί καθώς και στην επόμενη της που μπορούμε να κατανοήσουμε τον λόγο για αυτή την απαίτηση, αφού αναπαριστάται γραφικά η παρέμβαση από άλλη κίνηση του δικτύου.

Sum of data in decode queues + mix buffers = data in device buffer

Το άθροισμα των δεδομένων στις ουρές αποκωδικοποίησης + στο buffer του μίκτη = δεδομένα στο buffer της συσκευής



Υπάρχει ένας αριθμός εργαλείων τα περισσότερα δωρεάν τα οποία κάνουν ευρεία χρήση του Mbone (πχ.vic, Cu-SeeMe, nv, IVS, Webcast). Τα εργαλεία για βίντεο και ήχο είναι ανεκτικά στις απώλειες και μπορούν να προσαρμοστούν στις μεταβολές της απόδοσης του δικτύου (μέχρι ενός σημείου) και στις καθυστερήσεις.

Υπήρχε ο ισχυρισμός ότι δεν μπορούσε κάποιος να κάνει μετάδοση ήχου ή βίντεο μέσω του Internet για τους εξής λόγους:

- Η μεταβολή των καθυστερήσεων εξαιτίας της κίνησης του κάθε κόμβου διαμέσω των router.
- Απώλειες εξαιτίας δικτυακής συμφόρησης που μπορεί να είναι μικρής, μέσης ή μεγάλης διάρκειας.

Στην πραγματικότητα και οι δύο αυτοί λόγοι μπορούν να είναι ανεκτοί μέχρι κάποιο σημείο. Η καθυστέρηση για υποφερτή αλληλεπίδραση συχνά τίθεται στα 200ms. Ωστόσο για την μετάδοση ενός σεμιναρίου οποιοδήποτε ποσό καθυστέρησης δεν θα έπαιζε ρόλο. Η απαίτηση κλειδί στην προκειμένη περίπτωση είναι να προσαρμοστεί το σύστημα στην μεταβολή των καθυστερήσεων παρά στην καθυστέρηση της μετάβασης των πακέτων.

Έχοντας δεδομένο ότι ο αποστολέας και ο παραλήπτης έχουν κοινούς ρυθμούς εισόδου εξόδου στο δίκτυο ή ακόμα και αν απέχουν λίγο, ένας συνδυασμός ενός buffer προσαρμογής και συμπίεσης της “σιωπής” στο κανάλι από την πλευρά του αποστολέα μπορεί να λύσει το πρόβλημα.

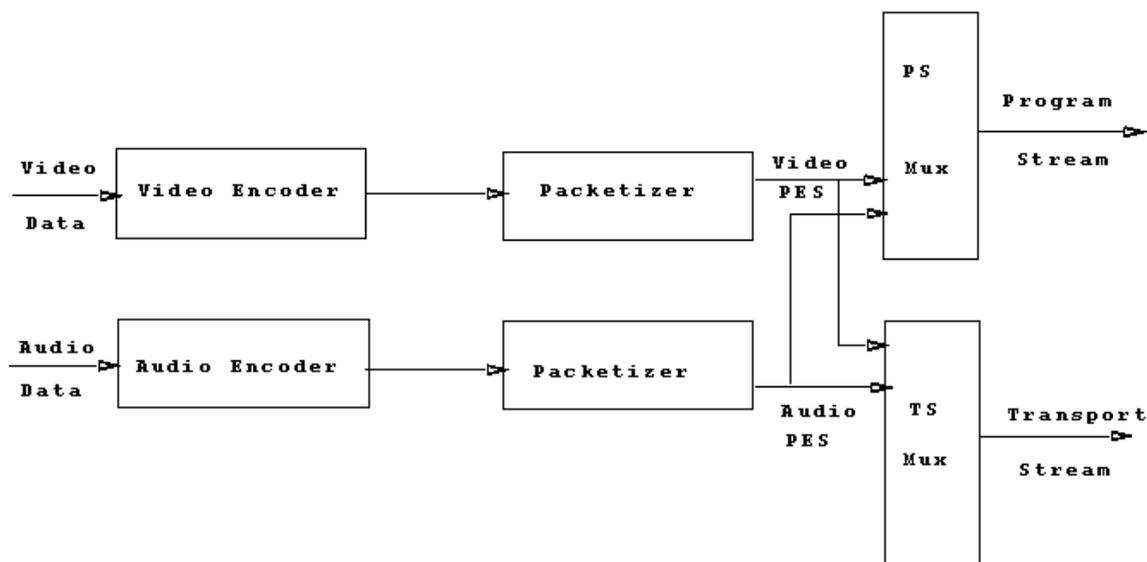
Ο δέκτης εκτιμά τον χρόνο άφιξης μεταξύ των πακέτων χρησιμοποιώντας ακριβώς την ίδια τεχνική που το TCP χρησιμοποιεί για να υπολογίζει το RTT. Ένας εκθετικός μέσος όρος που υπολογίζεται από:

1. Τον χρόνο άφιξης του τρέχοντος πακέτου και την “σφραγίδα” του μέσου και του χρόνου.
2. Τον χρόνο άφιξης και την σφραγίδα του μέσου και χρόνου του προηγούμενου πακέτου.

Ένας παρόμοιος τρόπος για τις καθυστερήσεις μεταξύ πακέτων χρησιμοποιείται για τους δέκτες βίντεο για να προσαρμοστούν σε έναν αποστολέα που είναι πολύ γρήγορος, ή σε έναν αποκωδικοποιητή συμπιεσμένου ήχου ή βίντεο όπου οι χρόνοι στην επεξεργασία είναι εξαρτώμενοι από το περιεχόμενο του πακέτου του ήχου.

4.3 Συστήματα MPEG

Τα συστήματα MPEG χρησιμοποιούνται για να κατευθύνουν συνδυασμένα κανάλια ενός ή περισσοτέρων σημάτων βίντεο και ήχου καθώς και την ροή άλλων δεδομένων, σε απλά ή πολλαπλά κανάλια ροής τα οποία είναι κατάλληλα για αποθήκευση ή για μετάδοση. Η εικόνα που ακολουθεί δείχνει μία απλουστευμένη άποψη του συστήματος ελέγχου MPEG.



4.3.1 Κανάλια ροής πληροφορίας

Υπάρχουν δύο ειδών κανάλια συνεχούς ροής δεδομένων. Το κανάλι μεταφοράς (Transport stream) το οποίο μεταφέρει πολλαπλά προγράμματα ταυτόχρονα και το οποίο έχει την βέλτιστη συμπεριφορά σε εφαρμογές που η απώλεια δεδομένων είναι κάτι το πιθανό (πχ. μετάδοση σε ένα αργό δίκτυο με απώλειες) και το κανάλι προγράμματος (Program stream), το οποίο παρουσιάζει βέλτιστη συμπεριφορά σε εφαρμογές πολυμέσων και παρουσιάζει συμβατότητα με το MPEG I.

4.3.2 Συγχρονισμός σε MPEG σύστημα

Η βασική αρχή της κωδικοποίησης MPEG είναι η χρήση σημάτων χρόνου τα οποία προσδιορίζουν την ώρα της αποσυμπίεσης και της παρουσίασης του βίντεο και του ήχου καθώς και τον χρόνο της παραλαβής των πολυπλεγμένων κωδικοποιημένων δεδομένων από τον αποκωδικοποιητή, όλα αυτά με βάση ένα ρολόι συστήματος των 90kHz. Αυτή η μέθοδος προσφέρει ένα μεγάλο ποσοστό προσαρμοστικότητας και ευελιξίας σε περιοχές όπως η σχεδίαση αποκωδικοποιητών, το μήκος των πολυπλεγμένων πακέτων σε ρυθμούς μετάδοσης βίντεο, σε ρυθμούς μετάδοσης ήχου, σε ρυθμούς μετάδοσης κωδικοποιημένων δεδομένων, σε μέσα ψηφιακής αποθήκευσης και στην απόδοση του δικτύου. Επίσης προσφέρει προσαρμοστικότητα στην επιλογή της βασικής μονάδας συγχρονισμού, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει την εγγύηση ότι ο συγχρονισμός και η διαχείριση του ενδιάμεσου buffer θα γίνουν με σωστό τρόπο.

4.4 Το RTP - RTCP πρωτόκολλο

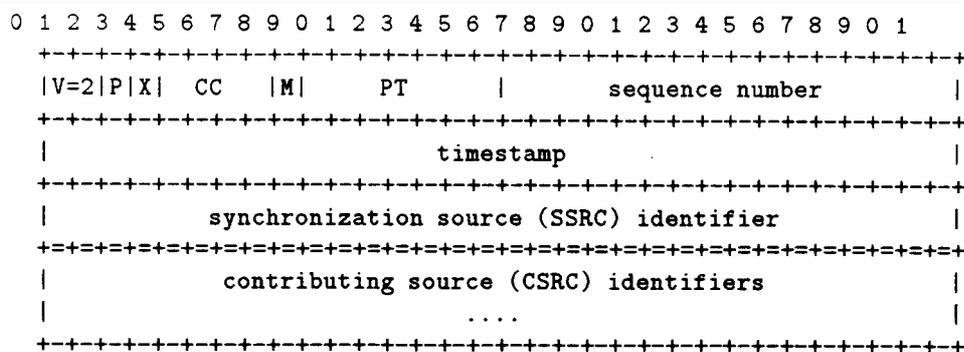
Το RTP Real Time Protocol είναι το πρότυπο που χρησιμοποιείται στο Internet για να μεταβιβάζεται η ροή ενός καναλιού πολυμέσων μεταξύ διαφόρων κόμβων που συμμετέχουν σε μία διάσκεψη. Το RTCP (real time control protocol) χρησιμοποιείται για να μεταβιβάζει επιπλέον πληροφορίες όπως λεπτομέρειες για τους συμμετέχοντες και ποσοστά άφιξης και απωλειών πακέτων στο δίκτυο.

4.4.1 Δομή των πακέτων RTP

Οι πρώτες 12 οκτάδες υπάρχουν πάντα σε κάθε RTP πακέτο, ενώ οι προσδιορισμοί για το CSRC υπάρχουν στο πακέτο μόνο αν αυτό προέρχεται από κάποιο μίκτη. Η δομή είναι:

version (V)	2bit Αυτό το πεδίο ορίζει την έκδοση του RTP.
padding (P)	1bit Αν το bit αυτό είναι 1 τότε το πακέτο περιέχει μία ή περισσότερες οκτάδες στο τέλος που δεν αποτελούν τμήμα του ωφέλιμου φορτίου του πακέτου.
extension (X)	1bit Αν αυτό το bit είναι 1 τότε η σταθερή επικεφαλίδα του πακέτου ακολουθείται από μία ακριβώς προέκταση της επικεφαλίδας.

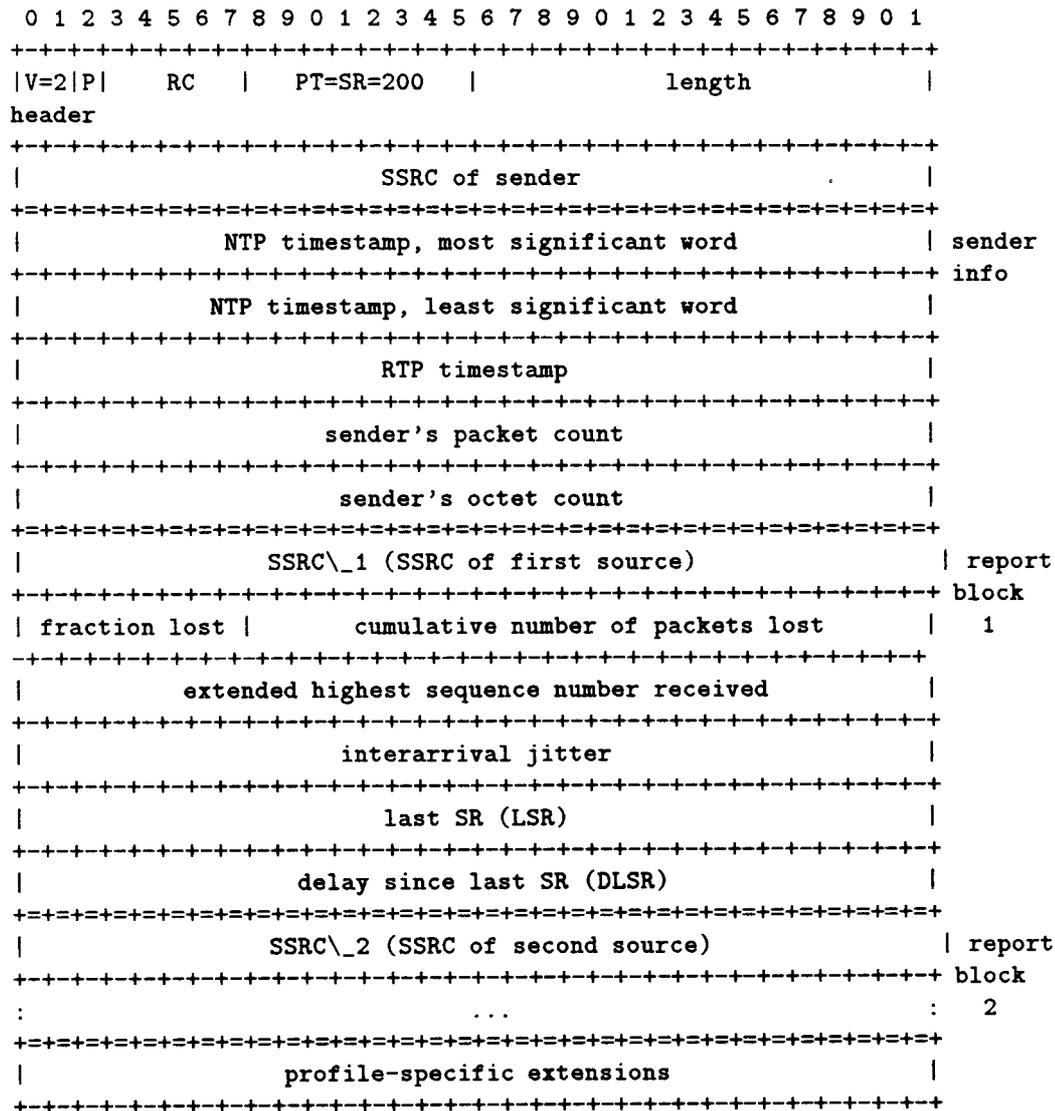
CSRC count (CC)	4bit Ο αριθμός στο CSRC περιέχει το πλήθος των προσδιοριστών CSRC που ακολουθούν την σταθερή επικεφαλίδα.
Marker (M)	1bit Το πως θα μεταφραστεί το marker bit εξαρτάται από ένα προφίλ. Είναι προμελετημένο να επιτρέπεται να σημειώνονται σημαντικά γεγονότα όπως τα όρια ενός πλαισίου μέσα στην ροή των πακέτων.
payload type (PT)	7bit Αυτό το πεδίο προσδιορίζει την μορφή του ωφέλιμου φορτίου του RTP και αποφασίζει τον τρόπο με τον οποίο θα μεταφραστούν τα δεδομένα του RTP από την εφαρμογή.
sequence number	16bit Αυτός ο αριθμός αυξάνεται κάθε φορά που ένα πακέτο RTP στέλνεται στο δίκτυο και χρησιμοποιείται από τον δέκτη για να εντοπίζει απώλειες πακέτων και για να επανορθώνει την ακολουθία των πακέτων.
timestamp	32bit Το timestamp (δείκτης χρόνου) αντικατοπτρίζει το πρώτο στιγμιότυπο της πρώτης οκτάδας στο πακέτο δεδομένων RTP. Το αντιπροσωπευτικό δείγμα πρέπει να προκύψει από ένα ρολόι το οποίο αυξάνει γραμμικά σε συνάρτηση με τον χρόνο για να επιτραπούν υπολογισμοί για τον συγχρονισμό.
SSRC	32bit Το πεδίο SSRC προσδιορίζει την πηγή του συγχρονισμού.
CSRC list	0 μέχρι 15 τμήματα, 32 bit το καθένα Η λίστα CSRC προσδιορίζει τις πηγές οι οποίες συμμετέχουν στα καθαρά δεδομένα που περιέχονται στο πακέτο. Ο αριθμός των προσδιοριστών δίνεται από το πεδίο CC. Αν υπάρχουν πάνω από 15 πηγές που συνεισφέρουν στο πακέτο μόνο οι 15 θα προσδιοριστούν. Οι CSRC προσδιοριστές εισάγονται από μίκτες χρησιμοποιώντας τους SSRC δείκτες των πηγών που συνεισφέρουν στο πακέτο.



Δομή RTP πακέτου

4.4.2 Δομή των πακέτων RTCP

SR ή RR	Το πρώτο RTCP πακέτο στο συνδυασμένο πακέτο πρέπει να είναι ένα πακέτο αναφοράς για να διευκολύνει την επικύρωση της επικεφαλίδας (τίτλου,header) του πακέτου. Αυτό αληθεύει ακόμα και αν δεν στέλνονται ή δεν λαμβάνονται καθόλου δεδομένα, οπότε στέλνεται ένα άδειο RR, ή ακόμα και αν το μοναδικό RTCP πακέτο στο σύνθετο πακέτο είναι ένα BYE πακέτο.
Επιπρόσθετα RR	Αν το πλήθος των πηγών για τις οποίες γίνεται αναφορά στατιστικών ξεπερνάει το 31 (το νούμερο που χωράει σε ένα SR ή RR πακέτο) τότε το αρχικό πακέτο αναφοράς το ακολουθεί ένα επιπρόσθετο πακέτο RR.
SDES	Ένα πακέτο SDES που περιέχει ένα στοιχείο CNAME πρέπει να περιλαμβάνεται σε κάθε σύνθετο RTCP πακέτο. Άλλα στοιχεία τα οποία προσδιορίζουν την πηγή μπορεί να περιλαμβάνονται προαιρετικά αν θεωρούνται απαραίτητα από κάποια εφαρμογή, σε σχέση πάντα με τους περιορισμούς του bandwidth του δικτύου.
BYE ή APP	Άλλα RTCP πακέτα μπορεί να ακολουθούν το πακέτο αναφοράς με οποιαδήποτε σειρά, εκτός από το πακέτο BYE το οποίο πρέπει να είναι το τελευταίο πακέτο που στέλνεται με δεδομένο το SSRC/CSRC. Διαφορετικοί τύποι πακέτων μπορεί να εμφανιστούν παραπάνω από μία φορά.



Δομή RTCP πακέτου

4.5 Ωφέλιμο φορτίο ή δεδομένα (payload)

Υπάρχουν διαφορετικών ειδών φορτία τα οποία μπορεί να μεταφερθούν μέσω RTP πακέτων. Κυμαίνονται από αυτά που είναι σχεδιασμένα για την μεταφορά βίντεο και ήχου, τα οποία παλαιότερα ήταν διαθέσιμα μόνο σε hardware CODEC, όπως το MPEG, το H.261 και τα διάφορα μοντέλα κωδικοποίησης της CCITT/ITU, μέχρι κάποια πιο γενικά φορτία που είναι σχεδιασμένα για να μεταφέρουν κωδικοποιημένο ήχο όπως αυτά που χρησιμοποιούνται από το πακέτο INRIA freephone και το πακέτο UCL Rat Tool.

4.6 Αποφυγή συμφόρησης για αξιόπιστες multicast εφαρμογές

Ένα από τα θέματα το οποίο απασχολεί τους ερευνητές είναι το πως θα πετύχουν έλεγχο της ροής και αποφυγή της συμφόρησης στα δίκτυα για αξιόπιστη λειτουργία των multicast εφαρμογών.

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών λύσεων όταν έχουμε να αντιμετωπίσουμε ένα κόμβο που ανήκει σε δίκτυο υπό συμφόρηση. Εξαρτάται από την φύση της εφαρμογής ποια θα είναι η καλύτερη λύση που πρέπει να επιλέξουμε. Αυτές οι επιλογές μπορούν να εκτιμηθούν λαμβάνοντας όλο το εύρος ενός φάσματος και ξεκινώντας να στέλνουμε από τις χαμηλότερες ταχύτητες, μετά στέλνοντας στις ενδιάμεσες ταχύτητες και μετά στις υψηλότερες δυνατές.

Εξαρτάται από τη φύση του συστήματος διόρθωσης λαθών, από το πλαίσιο χρόνου της διάσκεψης και από την συμφόρηση του δικτύου για το ποιο σημείο του φάσματος θα επιλέξουμε προκειμένου να εφαρμόσουμε τον αλγόριθμο μας.

Για παράδειγμα, ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο multicast που χρησιμοποιείται για να φέρνει προκαταβολικά δεδομένα για λόγους cache είναι μόνο μία βελτίωση στην κανονική πρόσβαση του δικτύου, έτσι ώστε μπορεί απλά να τρέχει σε μέσους ρυθμούς και απλά να παραλείπει τους αργούς δέκτες. Στην πραγματικότητα, μια τέτοια εφαρμογή μπορεί να επιδείξει μεγάλη ανεκτικότητα στην μεταβολή της δομής των συμμετεχόντων γκρουπ κατά την διάρκεια μιας διάσκεψης.

Η συνολική άποψη για την συμφόρηση που επικρατεί στα δίκτυα σε όλο τον κόσμο δεν είναι ακόμα ξεκαθαρισμένη για αξιόπιστη εφαρμογή multicast διασκέψεων. Για παράδειγμα ο κλασσικός αλγόριθμος για τον έλεγχο της συμφόρησης στο TCP πρωτόκολλο πετυχαίνει μία σχετικά δίκαιη κατανομή των πόρων του δικτύου και κατορθώνει να εκμεταλλεύεται τους πόρους του δικτύου σε υψηλό επίπεδο.

Για ένα σετ multicast συνδέσεων δεν είναι βέβαιο ότι αυτή η μέθοδος θα είναι αρκετά σταθερή, αφού υπάρχουν πολλαπλοί αποστολείς και ακόμα περισσότεροι δέκτες με αποτέλεσμα να υπάρχουν φαινόμενα πολλαπλασιασμού της συμφόρησης συνεπώς θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα πιο προσεκτικό σύστημα αποφυγής της συμφόρησης από αυτή του TCP.

4.7 Δίκτυα

Υπάρχουν διάφοροι τύποι δικτύων τα οποία είναι διαθέσιμα να μεταφέρουν δεδομένα για videoconference μέσω H/Y. Αυτά τα δίκτυα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σαν “circuit switched” και “packet switched”. Κάθε τύπος δικτύου έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όταν εκτιμάται η καταλληλότητά του στο να μεταφέρει τα δεδομένα μίας τηλεδιάσκεψης.

Διαφορετικοί τύποι δεδομένων έχουν διαφορετικές απαιτήσεις υπηρεσιών. Μερικοί τύποι δεδομένων είναι ευαίσθητοι στην καθυστέρηση όταν άλλοι τύποι είναι ευαίσθητοι στην αξιοπιστία. Ο ακόλουθος πίνακας δίνει τις γενικές γραμμές για διαφορετικούς τύπους δεδομένων και την ευαισθησία τους όσον αφορά την καθυστέρηση και την αξιοπιστία. Ο όρος “ΝΑΙ” υποδηλώνει ότι οι τύποι δεδομένων είναι πολύ ευαίσθητοι και δεν επιδέχονται μεγάλη απόκλιση, ενώ το “ΟΧΙ” ότι κάποια απόκλιση είναι ανεκτή.

	Δεδομένα	Ομιλία	Εικόνα	Video
Ευαισθησία στην Καθυστέρηση	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Ευαισθησία στην Αξιοπιστία	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ/ΟΧΙ

Τα δεδομένα δεν είναι ευαίσθητα στην καθυστέρηση αλλά είναι ευαίσθητα στην αξιοπιστία. Ένα παράδειγμα είναι το αρχείο δεδομένων το οποίο μεταφέρεται μέσω του δικτύου. Δεν ενδιαφέρει τόσο πολύ πόσο χρόνο κάνει το αρχείο για να φτάσει στον προορισμό του όσο οι πληροφορίες του αρχείου να είναι σωστές. Τα δεδομένα ήχου όμως είναι ευαίσθητα στην καθυστέρηση αλλά όχι στην αξιοπιστία καθώς δύναται να φτάσουν στον δέκτη με ελάχιστη μεταβολή που παρόλα αυτά είναι κατανοητά και έτσι δεν μεταβάλλουν την πληροφορία που θέλει ο πομπός να στείλει. Τα δεδομένα στατικής εικόνας δεν είναι ευαίσθητα στην καθυστέρηση αλλά στην αξιοπιστία και τα δεδομένα του video είναι ευαίσθητα στην καθυστέρηση και μεγάλες καθυστερήσεις είναι εμφανής με απότομες κινήσεις - εικόνες. Τα ασυμπιεστα δεδομένα video δεν είναι ευαίσθητα στην αξιοπιστία, αφού αν ένα frame χαθεί αμέσως θα αντικατασταθεί από ένα άλλο frame. Παρόλα αυτά, συμπίεσμένη εικόνα που χρησιμοποιεί Intraframe και Interframe τεχνικές κωδικοποίησης είναι ευαίσθητη στην αξιοπιστία, αφού το πλεόνασμα έχει μετατοπιστεί και οι απώλειες θα είναι αισθητές από τον δέκτη. Αυτό είναι ένα σημαντικό σημείο μελέτης, όταν στέλνουμε δεδομένα video μέσω αναξιόπιστων μορφών δικτύων. Μερικές τεχνικές συμπίεσης εικόνας αντισταθμίζουν αυτή την

ευαισθησία των χαμένων δεδομένων στέλλοντας περιοδικά ολοκληρωμένες πληροφορίες όσον αφορά το frame. Για παράδειγμα τα προγράμματα NV και CU-SeeMe, τα οποία έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν πάνω στο Internet μη σταθερού bandwidth, έχουν έναν μηχανισμό που στέλνει περιοδικά ένα μπλοκ δεδομένων ακόμα και αν τα δεδομένα σε αυτά τα μπλοκ δεν έχουν αλλάξει. Αυτό επιτρέπει στους δέκτες να καλύψουν τα χαμένα μπλοκ τα οποία μπορούν να υφίστανται από χαμένα πακέτα. Επίσης, επιτρέπουν στους δέκτες που έχουν ενωθεί σε μία διάσκεψη να δέχονται μία ολοκληρωμένη εικόνα.

Η τηλεδιάσκεψη μέσω υπολογιστών εμπλέκει όλους τους τύπους δεδομένων που αναφέραμε παραπάνω όπου δεδομένα ήχου και video στέλλονται μεταξύ συμμετεχόντων σε μία διάσκεψη. Υποστηρίζονται όμως και άλλοι τύποι δεδομένων όπως τα δεδομένα του whiteboard και τα δεδομένα των shared applications. Μερικά από τα δεδομένα αυτά απαιτούν αξιόπιστη μετάδοση, ενώ άλλα απαιτούν έγκαιρη - σύγχρονη μετάδοση.

4.7.1 Δίκτυα circuit switched

Τα circuit switched δίκτυα είναι μία μέθοδος μεταφοράς δεδομένων όπου ο δρόμος της επικοινωνίας έχει εγκατασταθεί και παραμένει ανοικτός κατά την διάρκεια της διάσκεψης και το bandwidth έχει παραχωρηθεί για αποκλειστική χρήση της διάσκεψης. Όταν η διάσκεψη ολοκληρωθεί, το bandwidth είναι ελεύθερο και διαθέσιμο για άλλες διασκέψεις ή χρήσεις.

Τα πλεονεκτήματα του circuit switched δικτύου για videoconference είναι ότι το bandwidth είναι πάντα διαθέσιμο και ο συγχρονισμός της μετάδοσης των δεδομένων είναι προβλεπόμενος εκ των προτέρων. Το μειονέκτημα του circuit switched δικτύου είναι ότι η διάσκεψη είναι κυρίως point - to - point και απαιτούνται ακριβές multiconferencing μονάδες (MCU's) για να έχουμε διασκέψεις πολλών χρηστών μαζί. Επίσης το bandwidth που δίνεται αποκλειστικά στην διάσκεψη είναι σπατάλη κατά την διάρκεια των περιόδων υψηλής κίνησης του δικτύου.

4.7.2 Δίκτυα packet switched

Το packet switched είναι μία μέθοδος μετάδοσης δεδομένων στην οποία οι πληροφορίες έχουν χωριστεί σε πακέτα, καθένα από τα οποία έχει μία αναγνωριστική διεύθυνση και μία διεύθυνση προορισμού. Τα πακέτα έχουν σταλεί ατομικά διαμέσου του δικτύου και εξαρτώμενα από τις συνθήκες του δικτύου και μπορούν να πάρουν διαφορετικές πορείες φτάνοντας στον προορισμό τους σε διαφορετικό χρόνο και εκτός λειτουργίας. Δεν υπάρχει επίσης αποκλειστική χρήση του bandwidth από την διάσκεψη καθώς αυτό πρέπει να μοιράζεται με οποιονδήποτε άλλο βρίσκεται εκείνη την στιγμή στο δίκτυο.

Ένα πλεονέκτημα του packet switched δικτύου είναι η δυνατότητα για εύκολη διευθυνσιοδότηση σε multipoint διασκέψεις. Ένα μειονέκτημα είναι ότι ο συγχρονισμός των δεδομένων που μεταδίδονται δεν αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο αυτού του δικτύου καθώς τα δεδομένα ομιλίας και video που λαμβάνονται σε λάθος σειρά πρέπει να απορρίπτονται. Βέβαια, τα πακέτων δεδομένων ήχου μπορούν να κρατηθούν στην πλευρά του δέκτη να επανατοποθετηθούν και να αποδοθούν κανονικά αν και αυτό επιφέρει μία καθυστέρηση που μπορεί να είναι επιζήμια σε μία τέτοιου είδους επικοινωνία.

4.7.3 Broadband ISDN

Το Broadband ISDN (BISDN) έχει την δυνατότητα να επιλύσει τα προβλήματα που συναντώνται με την τα circuit switched και τα packet switched δίκτυα. Επίσης το ATM (Asynchronous Transfer Mode) είναι το πρωτόκολλο δεδομένων το οποίο συνεργάζεται κυρίως με το BISDN. Το ATM συνδυάζει τα πλεονεκτήματα των circuit switched και packet switched δικτύων υποστηρίζοντας διαφορετικές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, σήματα πολύπλεξης των διαφορετικών δεδομένων και παρέχει καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών. Αυτές οι δυνατότητες μπορούν να ικανοποιήσουν σε σημαντικό βαθμό όλων των ειδών τα δεδομένα με τα οποία το videoconference ασχολείται. Το BISDN και το ATM υπόσχονται πολλά στον τομέα μετάδοσης πολύπλοκων δεδομένων όπως αυτά με τα οποία πραγματεύεται η τηλεδιάσκεψη, αν και αυτήν την χρονική στιγμή η ανάπτυξή τους είναι οριακή.

5.1 Εισαγωγή - Συστήματα videoconference

Πρακτικά οποιοδήποτε υπολογιστής με κάποιο από τα παρακάτω λειτουργικά συστήματα μπορεί να συμμετέχει σε υπηρεσίες εικονοτηλεδιάσκεψης.

1. Οι υπολογιστές βασισμένοι στους Intel επεξεργαστές (Λειτουργικό σύστημα Windows 95 ή WindowsNT ή OS/2)
2. Οι υπολογιστές βασισμένοι στους Apple επεξεργαστές (Λειτουργικό σύστημα Apple Macintosh)
3. Οι υπολογιστές που τρέχουν ένα UNIX λειτουργικό σύστημα με παραθυρικό περιβάλλον (X Windows System)

Δυστυχώς αυτήν την στιγμή λίγες εφαρμογές παρέχουν την δυνατότητα της αλληλολειτουργίας μεταξύ διαφορετικών προϊόντων και μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων

Όλα τα συστήματα απαιτούν μία συσκευή λήψης και αρχικής ψηφιοποίησης της εικόνας και του ήχου (Video Capture Card/Camera - Microphone). Το σήμα video εισάγεται σε NTSC ή PAL format. Τα περισσότερα προγράμματα έχουν ένα είδος γραφικού περιβάλλοντος που συμβάλει στην σύνδεση με τους συμμετέχοντες με μορφή ίδια με την κλήση ενός τηλεφωνικού αριθμού. Πολλές εφαρμογές επιτρέπουν την αποθήκευση των πληροφοριών που αφορούν τους συμμετέχοντες σε ένα κατάλογο όμοιο με τον τηλεφωνικό. Επίσης παρέχουν την δυνατότητα του ελέγχου της διάσκεψης με ρυθμιζόμενη την ένταση του ήχου, την αντίθεση της εικόνας κ.τ.λ. Πολλά προϊόντα videoconference δίνουν την δυνατότητα ρύθμισης του μεταδιδόμενου video ελαττώνοντας την κίνηση του δικτύου.

Επιπρόσθετα, ένα χαρακτηριστικό που παρέχεται σε όλα σχεδόν τα προγράμματα είναι whiteboard. Αυτά επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να δείχνουν άλλα γραφικά σαν γραφήματα και να κάνουν σχόλια. Το whiteboard είναι ένα καλό εργαλείο για απλά διαγράμματα, αλλά καλής ποιότητας πληροφορίες είναι δύσκολο να επιτευχθούν με αυτό. Επίσης ορισμένα συστήματα παρέχουν την δυνατότητα παράλληλης μεταφοράς αρχείων μεταξύ των συμμετεχόντων, όπως επίσης και sharing applications οι οποίες καθιστούν τον χρήστη να

αναλάβει τον έλεγχο της τρέχουσας εφαρμογής στον υπολογιστή του άλλου χρήστη. Η χρησιμότητα των sharing applications αποδεικνύεται με το παράδειγμα μίας sharing εφαρμογής κειμενογράφου που επιτρέπει την ομαδική εργασία και δίνει την δυνατότητα σε έναν άλλο χρήστη να επεμβαίνει στο κείμενο κάνοντας on-line τις αλλαγές που αυτός επιθυμεί.

5.2 Δίκτυα και μορφές διάσκεψης

Η τηλεδιάσκεψη μπορεί να επιτευχθεί μέσω ποικίλων δικτύων όπως φαίνεται και στις επόμενες παραγράφους.

5.2.1 Διάσκεψη μέσω της υπηρεσίας POTS

Η POTS (Plain Old Telephone Service) είναι μία τηλεφωνική υπηρεσία που δίνει πρόσβαση στο κλασικό τηλεφωνικό δίκτυο PSTN. Αυτή η υπηρεσία είναι ευρέως διαθέσιμη αλλά το bandwidth που παρέχει είναι χαμηλό (Ταχύτητα modem 9.6Kbps, 14.4kbps, 28.8kbps). Υπάρχουν ελάχιστα προϊόντα videoconference τα οποία λειτουργούν σε αυτό το εύρος. Με το H.324 στάνταρ οριοθετείται η αλληλοεπεξεργασία δεδομένων μεταξύ προγραμμάτων τα οποία δουλεύουν στο επίπεδο των 28.8kbps.

5.2.2 Διάσκεψη μέσω του Switched 56

Η Switched 56 είναι μία ψηφιακή υπηρεσία που μεταδίδει δεδομένα με εύρος ζώνης 56kbps. Είναι όμοιο με το ISDN εκτός του ότι τα κανάλια του είναι χαμηλότερου bandwidth. Το Switched 56 είναι μία παλιά τεχνολογία και έχει αντικατασταθεί από το ISDN και σε γενικές γραμμές προγράμματα videoconference που λειτουργούν στο Switched 56 δουλεύουν και κάτω από ISDN δίκτυο.

5.2.3 Διάσκεψη μέσω του ISDN

Το ISDN είναι μία ψηφιακή υπηρεσία στην οποία δύο κανάλια ορίζουν την πρόσβαση των χρηστών στο δίκτυο το BRI (Basic Rate Interface) και το PRI (Primary Rate Interface) . Το ISDN παρέχει δύο κανάλια 64Kbps (B-Channels) και ένα κανάλι σημάτων ελέγχου 16kbps (D-Channel). Υπάρχουν πολλά προγράμματα videoconference που χρησιμοποιούν την BRI πρόσβαση στο ISDN, αλλά η πρόσβαση στο ISDN έχει προβλήματα καθώς δεν είναι διαθέσιμη σε όλες τις περιοχές. Η PRI πρόσβαση παρέχει 23 ή 30 B-κανάλια των 64kbps και ένα D-κανάλι εύρους 64Kbps. Η ISDN PRI πρόσβαση δεν είναι πραγματικά διαθέσιμη για videoconference επειδή είναι πολύ ακριβή. Τέλος εξαιτίας του ότι τα ISDN κανάλια λειτουργούν σε 64kbps πολλά πρότυπα κωδικοποίησης και αλγόριθμοι συμπίεσης έχουν σχεδιαστεί με βάση τον αριθμό αυτό.

5.2.4 Διάσκεψη μέσω LAN δικτύου

Τα τοπικά δίκτυα (Local Area Networks - LAN) χρησιμοποιούνται συνήθως στα πανεπιστήμια, στις εταιρείες για να συνδέουν υπολογιστές οι οποίοι βρίσκονται σχετικά κοντά ο ένας με τον άλλο. Στο φυσικό επίπεδο, το LAN αποτελείται είτε από 10Mbps Ethernet είτε από 4 ή 16Mbps τμήματα Token Ring. Η διαφορά μεταξύ Ethernet και Token Ring έγκειται στο πως οι χρήστες αποκτούν πρόσβαση στο δίκτυο. Το Ethernet είναι ένα CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) δίκτυο όπου οι clients εκπέμπουν δεδομένα και παρακολουθούν να δουν αν θα αναφερθεί σύγκρουση. Αν συμβεί, τότε οι clients περιμένουν ένα τυχαίο χρονικό διάστημα πριν προσπαθήσουν να το ξαναστείλουν. Το Token Ring είναι ένα δίκτυο όπου ο token περιφέρεται και οι clients πρέπει να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτό προτού μεταδώσουν. Αρκετά προγράμματα videoconference υποστηρίζουν ποικίλα πρωτόκολλα δικτύων όπως το TCP/IP, το Novell, το IPX/SPX, το Netbios και το AppleTalk.

5.2.5 Διάσκεψη μέσω του Internet

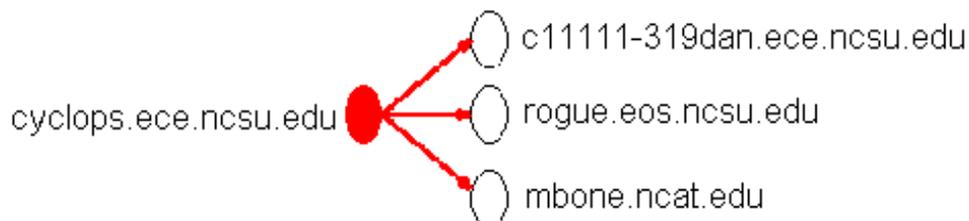
Το LAN παρέχει επικοινωνία σε όλους τους χρήστες ενός τοπικού δικτύου. Το Internet είναι το μέσο που συνδέει το LAN με το άλλο LAN. Το πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε για την διασύνδεση των ποικίλων δικτύων ονομάζεται Internet Protocol (IP). Δύο πρωτόκολλα μεταφοράς έχουν αναπτυχθεί με το IP, το TCP (Transmission Control Protocol) και το UDP

(User Datagram Protocol). Το TCP παρέχει μία αξιόπιστη υπηρεσία end - to - end, με την χρησιμοποίηση μεθόδων ανάκτησης λαθών (Error Recovery) και επαναπροσδιορισμού. Το UDP είναι μία αναξιόπιστη υπηρεσία δεν διαθέτει την μέθοδο της ανάκτησης των λαθών.

Οι εφαρμογές του videoconference οι οποίες λειτουργούν πάνω στο Internet, χρησιμοποιούν κυρίως το UDP για μετάδοση δεδομένων video και ήχου μιας και το TCP δεν είναι πρακτικό εξαιτίας του μηχανισμού ανάκτησης των λαθών που χρησιμοποιεί. Αν τα πακέτα τα οποία έχουν μεταδοθεί χαθούν, θα φτάσουν αρκετά αργά για να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν. Το TCP χρησιμοποιείται από ορισμένα προγράμματα για άλλα δεδομένα τα οποία δεν είναι τόσο ευαίσθητα στο χρόνο όπως τα δεδομένα το whiteboard και των sharing applications.

5.2.6 Διάσκεψη μέσω του Multicast Backbone (MBone)

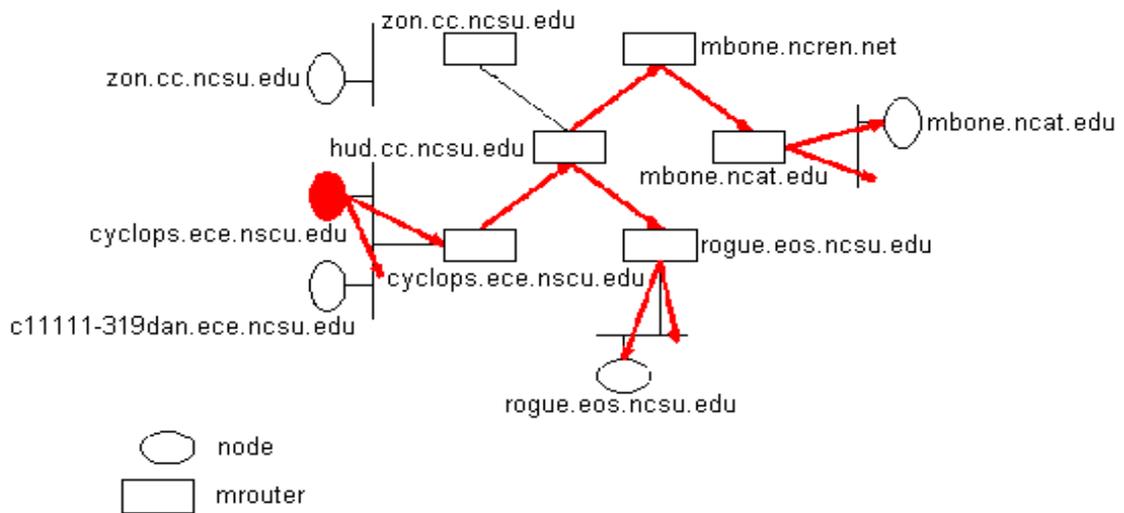
Στο κεφάλαιο 2 του παρόντος, αναλύθηκε το Multicast και το MBone. Παρόλα αυτά κρίνεται σκόπιμο να γίνει αναφορά στο κεφάλαιο αυτό αφού αποτελεί μία εξελιγμένη μορφή διάσκεψης. Για να καταλάβουμε την λειτουργία του MBone είναι σημαντικό να καταλάβουμε την διαφορά μεταξύ του Unicast και του Multicast. Το Unicast είναι μία μετάδοση δεδομένων από σημείο σε σημείο (point - to - point). Για να επιτευχθεί η μετάδοση από ένα σε πολλά, διαχωρίζονται αντίγραφα από τα δεδομένα τα οποία πρέπει να σταλούν από την πηγή σε κάθε προορισμό. Το Multicast επιτρέπει έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο για να μεταδώσει τα ίδια δεδομένα σε πολλούς προορισμούς. Η ακόλουθη εικόνα δείχνει ένα παράδειγμα μίας μετάδοσης από τον πομπό σε τρεις δέκτες.



Το Multicast είχε εφαρμοστεί σε τοπικά δίκτυα όπως το Ethernet και το FDDI (Fiber Distributed Data Interface) για κάποιο χρόνο. Το 1989 ο Steve Deering καθόρισε μία επέκταση στο πρωτόκολλο του Internet ώστε να υποστηρίξει το Multicasting γνωστή και ως RFC

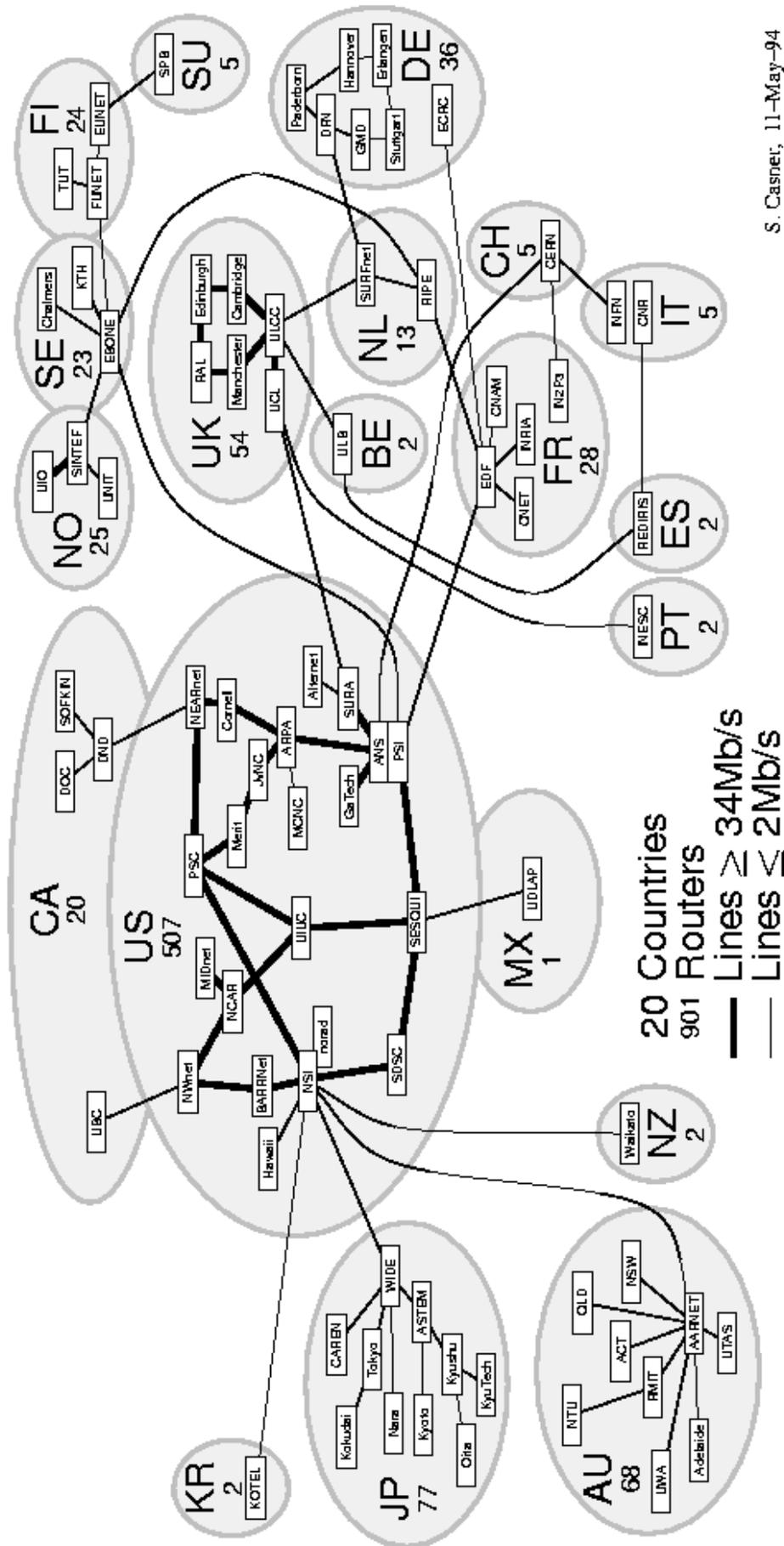
(Request for Comment). Η ιδέα αυτή επέτρεψε στην ιδέα του Multicast να εξαπλωθεί σε όλο το Internet και σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι το Mbone αποτελείται από “islands” που υποστηρίζουν το IP Multicast τα οποία είναι συνδεδεμένα με “tunnels” από σημείο σε σημείο.

Σε παρεμβαλλόμενους routers και δίκτυα τα δεδομένα μοιάζουν με κανονικά unicast πακέτα. Η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει μία πιο ρεαλιστική εικόνα του τι ακριβώς συμβαίνει κατά τη διάρκεια του multicast routing.



Οι πιο σύγχρονες εκδόσεις του Unix υποστηρίζουν το multicast, ενώ οι παλαιότερες απαιτούν μερικές τροποποιήσεις στο εσωτερικό τους. Στο ακόλουθο διάγραμμα φαίνεται η τοπολογία του Mbone κατά την περίοδο του Μαΐου 1994 σε παγκόσμια κλίμακα:

Major MBONE Routers and Links



S. Casner, 11-May-94

5.3 Προγράμματα videoconference που χρησιμοποιήθηκαν

5.3.1 Microsoft NetMeeting 2.0

Το Microsoft NetMeeting 2.0 αποτελεί ένα πλήρες πρόγραμμα για διασκέψεις μέσω του Internet. Οι χρήστες του προγράμματος αυτού έχουν την δυνατότητα να γνωρίσουν από κοντά τα πλεονεκτήματα της επικοινωνίας και της συνεργασίας μέσω του Internet σε πραγματικό χρόνο. Το Microsoft NetMeeting 2.0 παρέχει ισχυρές λειτουργίες στο επίπεδο της τηλεδιάσκεψης είτε μέσω του Internet είτε μέσω του Intranet. Αυτό το προϊόν μπορεί να βοηθήσει πολλών ειδών χρήστες στο σπίτι ή στο σχολείο, σε μικρές επιχειρήσεις ή σε μεγάλους οργανισμούς να επικοινωνούν και να συνεργάζονται αποδοτικότερα σε πραγματικό χρόνο δεδομένου ότι εκμεταλλεύεται την παγκόσμια εξάπλωση του Internet.

5.3.1.1 Δυνατότητες

Οι ακόλουθες δυνατότητες εμπεριέχονται στο πρόγραμμα :

- **Διάσκεψη δεδομένων πολλών χρηστών μαζί (Multipoint Data Conference)**

Με την δυνατότητα που παρέχεται από το πρόγραμμα με τα εργαλεία διάσκεψης δεδομένων, δύο οι περισσότεροι χρήστες μπορούν να συνεργαστούν και να μοιράζονται τις εφαρμογές τους σε πραγματικό χρόνο (sharing applications). Μπορεί κανείς να μοιράζει πληροφορίες από μία ή περισσότερες εφαρμογές του, να ανταλλάσσει γραφικά ή να σχεδιάζει διαγράμματα με το ηλεκτρονικό ασπροπίνακα (whiteboard), να στέλνει ή να δέχεται μηνύματα και πληροφορίες από μία σε μορφή κειμένου εφαρμογή της τηλεδιάσκεψης και τέλος να στέλνει αρχεία σε άλλους χρήστες χρησιμοποιώντας την δυνατότητα δυαδικής (binary) μεταφοράς αρχείων.

- **Internet Telephony / Διάσκεψη μέσω ήχου**

Με μία κάρτα ήχου, ένα μικρόφωνο και ηχεία το πρόγραμμα Microsoft NetMeeting 2.0 δίνει την δυνατότητα να συνομιλούμε με τους φίλους, συγγενείς ή συνεργάτες μας μέσω του Internet σε πραγματικό χρόνο. Κατά την διάρκεια της συνομιλίας μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την διάσκεψη δεδομένων ή video βελτιώνοντας την επικοινωνία.

- **Τηλεδιάσκεψη μέσω video (Videoconference)**

Με μία κάρτα video capture και μία βιντεοκάμερα μπορεί κανείς να στείλει και να λάβει εικόνα video μέσω του Internet για μία επικοινωνία πρόσωπο με πρόσωπο. Δεν είναι απαραίτητο να διαθέτει κανείς βιντεοκάμερα για να λάβει εικόνα video. Επιπροσθέτως, μπορεί κανείς να χρησιμοποιήσει την βιντεοκάμερα και να τραβήξει μία φωτογραφία του και χρησιμοποιώντας το whiteboard να την μεταδίδει ανά πάσα στιγμή αυτός θέλει.

Η λειτουργικότητα του προγράμματος βασίζεται πάνω στα διεθνή επικοινωνιακά στάνταρ και στα σχετικά με την τηλεδιάσκεψη συμπεριλαμβανομένων των: I.T.U. (International Telecommunication Union) T.120 στάνταρ για διάσκεψη δεδομένων πολλών χρηστών παράλληλα (multipoint) και στο H.323 στάνταρ για την διάσκεψη ήχου και video. Το H.323 στάνταρ προσδιορίζει την χρήση του T.120 στάνταρ για την λειτουργικότητα της διάσκεψης δεδομένων, την ενεργοποίηση του ήχου και του video για την εν παραλλήλω λειτουργία τους σε μία διάσκεψη. Η υποστήριξη των στάνταρ αυτών βεβαιώνει ότι μπορεί κανείς να καλέσει, να συνδεθεί και να επικοινωνήσει με ανθρώπους οι οποίοι χρησιμοποιούν προγράμματα με συμβατά στάνταρ διάσκεψης.

5.3.1.2 Πλεονεκτήματα

Το Microsoft NetMeeting 2.0 παρέχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα στους χρήστες του :

- **Οι χρήστες του μπορούν να επικοινωνούν με οποιονδήποτε, οπουδήποτε χρησιμοποιώντας τον ηλεκτρονικό τους υπολογιστή.**

Με την H.323 συμβατή διάσκεψη ήχου, οι χρήστες του προγράμματος μπορούν να καλούν άλλους χρήστες H/Y και να συνομιλούν μέσω του Internet. Επίσης με τις H.323 Gateway υπηρεσίες οι οποίες τώρα δημιουργούνται οι χρήστες του Microsoft NetMeeting 2.0 θα μπορούν να καλούν οποιοδήποτε τηλέφωνο στο κόσμο διαμέσου του τηλεφωνικού δικτύου (PSTN – Public Switched Telephone Networks) με χρέωση μίας αστικής μονάδας (αυτής της σύνδεσης με τον Internet provider).

- **Οι χρήστες του μπορούν να επικοινωνήσουν με πολλούς ανθρώπους την ίδια στιγμή.**

Πολλοί συμμετέχοντες μπορούν να μοιράζονται τα δεδομένα τους χρησιμοποιώντας την τεχνική σχεδίασης του Microsoft NetMeeting 2.0 η οποία βασίζεται πάνω στο T.120 στάνταρ επιτρέποντας υπηρεσίες διάσκεψης δεδομένων με πολλούς χρήστες. Με την δυνατότητα επιλογής ήχου και video, ο χρήστης του προγράμματος μπορεί να κρατήσει ηχητικές και video διασκέψεις με διαφορετικούς ανθρώπους κατά την διάρκεια μίας σύσκεψης. Η συμβατότητα με τις βασισμένες στο H.323 στάνταρ υπηρεσίες όπως οι διασκέψεις πολλών χρηστών εν παραλλήλω οι οποίες τώρα διαμορφώνονται θα επιτρέψουν διασκέψεις μέσω ήχου, δεδομένων και video μεταξύ πολλών ανθρώπων μαζί.

- **Οι χρήστες μπορούν να συνδυάζουν διάσκεψη δεδομένων με πραγματικού χρόνου ήχο και video.**

Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του Microsoft NetMeeting 2.0 οι οποίες είναι βασισμένες πάνω στο T.120 και H.323 στάνταρ οι άνθρωποι μπορούν να παίρνουν μέρος σε πραγματικού χρόνου συνεδριάσεις. Μπορούν να μοιράζονται εφαρμογές του υπολογιστή τους, να ανταλλάσσουν εικόνες, να σχεδιάζουν διαγράμματα στο whiteboard, να επικοινωνούν σε μορφή κειμένου ή να μεταφέρουν αρχεία.

5.3.1.3 Το Microsoft NetMeeting 2.0 είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης

Η έκδοση αυτή του Microsoft NetMeeting πλεονεκτεί για δύο κυρίως λόγους: επειδή είναι μία πλατφόρμα βασισμένη στα υπάρχοντα στάνταρ ή οποία επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν και να συνεργάζονται σε πραγματικό χρόνο και επειδή πάνω σε αυτό το πρόγραμμα μπορεί ένας προγραμματιστής να χτίσει και να υλοποιήσει ένα πακέτο για τηλεδιάσκεψη. Τα παρακάτω στοιχεία διακρίνουν το Microsoft NetMeeting 2.0 :

- **Η συνεχής υλοποίηση του πάνω στα βιομηχανικά στάνταρ**

Με τον τρόπο αυτό το Microsoft NetMeeting 2.0 επιτυγχάνει να είναι πάντα ένα πρόγραμμα το οποίο λειτουργεί μαζί με άλλα ακόμα και διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων αν αυτά ακολουθούν τα βιομηχανικά στάνταρ. Συγκεκριμένα το Microsoft NetMeeting 2.0 εισαγάγει την υποστήριξη του προτύπου I.T.U. H.323. Με την υποστήριξη αυτού καθίσταται το πρώτο πρόγραμμα επικοινωνίας και διάσκεψης σε

πραγματικό χρόνο μέσω του Internet το οποίο παρέχει δυνατότητες διάσκεψης μέσω ήχου, δεδομένων και video. Επίσης το Microsoft NetMeeting 2.0 υποστηρίζει το Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) στάνταρ με το οποίο οι χρήστες του βρίσκουν ανθρώπους τους οποίους ζητούν στο Internet.

- **Η επικοινωνία και διάσκεψη μέσω των ηλεκτρονικών σελίδων.**

Οι χρήστες του Microsoft NetMeeting 2.0 μπορούν να δίνουν την δυνατότητα να μετέχουν άνθρωποι απευθείας από τις ηλεκτρονικές τους σελίδες στην διάσκεψη.

5.3.1.4 Πρότυπα που υποστηρίζονται από το NetMeeting 2.0

- ◆ H.323
 - ◆ Υποστήριξη για *audioconference* (διάσκεψη ήχου) και ομιλίας.
 - ◆ Υποστήριξη για *videoconference*
 - ◆ Λειτουργία μαζί με το T.120 στάνταρ για διάσκεψη δεδομένων
- ◆ H.225.0
- ◆ H.245
- ◆ G.723.1
- ◆ G.711
- ◆ H.263

5.3.2 Summerson V-Fone

Το V-Fone είναι ένα καινούργιο πρόγραμμα που μετατρέπει τον υπολογιστή σε ένα σύστημα ικανό για videoconference. Με το V-Fone μπορεί κανείς να στείλει και να δεχτεί video, ήχο και κείμενο σε πραγματικό χρόνο (real-time) σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου χρησιμοποιώντας το Internet ή ένα τοπικό δίκτυο (LAN). Η πρωτοποριακή τεχνολογία του προγράμματος αυτού παρέχει την δυνατότητα για video συνεχούς κίνησης (μέχρι 15 frames/sec), για υποστήριξη πραγματικών χρωμάτων, για λειτουργία κάτω από τα συστήματα Windows95 ή WindowsNT και για υποστήριξη όλων των μεγάλων on-line υπηρεσιών.

Με το V-Fone ακόμα και αν δεν έχετε κάμερα στον υπολογιστή, μπορείτε να συνδεθείτε με άλλους οι οποίοι έχουν. Είναι ιδανικό για την επικοινωνία μεταξύ συγγενών, φίλων και συναδέλφων, είτε μέσω του Internet είτε σε ένα Intranet. Το V-Fone είναι μία καλή λύση στην δημιουργία τηλεδιασκέψεων οπουδήποτε πάνω στην γη.

5.3.2.1 Χαρακτηριστικά V-Fone

- ◆ Υποστήριξη έγχρωμου video σήματος.
- ◆ Χαμηλό κόστος.
- ◆ Η συμπίεση του video και του ήχου ορίζεται από τον χρήστη.
- ◆ Επιτρέπει την Full – Duplex ηχητική επικοινωνία.
- ◆ Υποστήριξη αμφίδρομου video.
- ◆ Προγραμματισμένο σε κώδικα 32bit.
- ◆ Το μέγεθος του παραθύρου video επιλέγεται από τον χρήστη (μέχρι 320x240).
- ◆ Ήχος υψηλής ποιότητας.
- ◆ Δυνατότητα εξόδου σήματος video μέχρι 15 frames/sec (εξαρτάται από την ταχύτητα της σύνδεσης).
- ◆ Υποστηρίζει όλες τις συμβατές με Video for Windows συσκευές video capture.
- ◆ Εξέταση του e-mail του χρήστη και απευθείας σύνδεση με αυτόν μέσω της διεύθυνσης αυτής.
- ◆ Υποκατάλογοι χρηστών για το κοινό από τον οποίο μπορούν να γίνονται οι συνδέσεις.

- ◆ Ηχητική επισήμανση για κάθε κλήση και κάθε διακοπή σύνδεσης.

5.3.2.2 Ελάχιστες απαιτήσεις συστήματος Η/Υ

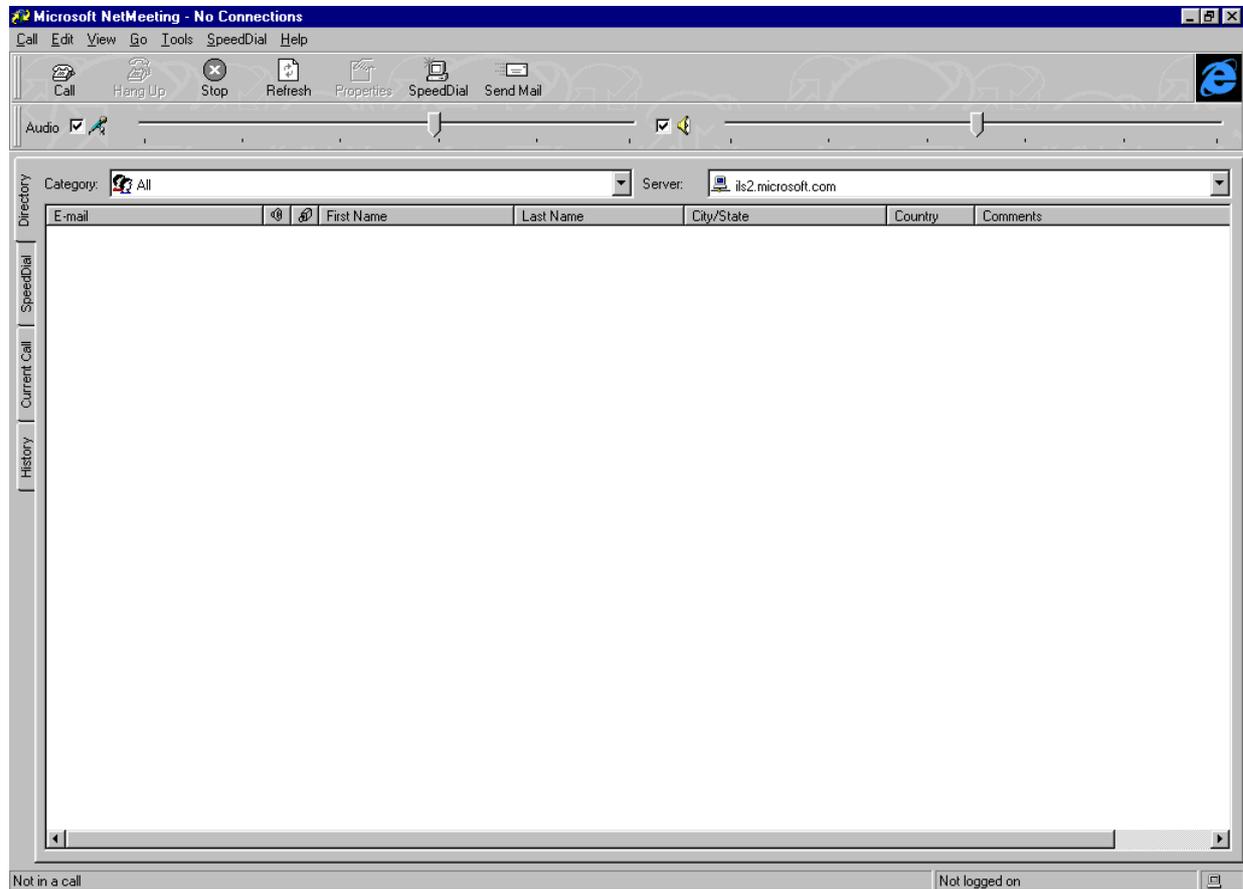
- ◆ Επεξεργαστής 486 στα 50MHz (Συνιστάται Pentium για καλύτερη απόδοση).
- ◆ Λειτουργικό σύστημα Windows95 ή WindowsNT.
- ◆ Μνήμη RAM 8MBytes (Συνιστάται μνήμη των 16 MB για καλύτερη απόδοση).
- ◆ Κάρτα οθόνης SVGA.
- ◆ Σύνδεση στο Internet (14.400bps ή μεγαλύτερη).
- ◆ Για αποστολή ήχου: κάρτα ήχου με μικρόφωνο και ηχεία.
- ◆ Για αποστολή video: κάρτα για video capture ή κάμερα στην παράλληλη θύρα.

5.3.2.3 Κάρτες Video Capture που υποστηρίζονται

- ◆ WinNov Videum.
- ◆ Connectix QuickCam.
- ◆ Connectix Color QuickCam.
- ◆ Logitech MovieMan.
- ◆ Video Spigot.
- ◆ Video Captivator.
- ◆ ComputerEyes/RT.
- ◆ Miro 20TD.
- ◆ Υποστηρίζει όλες τις συμβατές με Video for Windows συσκευές video capture.

5.4 Εφαρμογή στο εργαστήριο - Παραδείγματα

5.4.1 Το Microsoft NetMeeting 2.0 στην πράξη



Αυτή είναι η πρώτη εικόνα που θα δει ο χρήστης καθώς ξεκινά το NetMeeting στην οποία βλέπουμε τα πλήκτρα ελέγχου της διάσκεψης. Αυτά είναι από αριστερά προς τα δεξιά τα:

Call: χρησιμοποιούμε το πλήκτρο όταν αφού επιλέξουμε ένα χρήστη από το directory του server επιθυμούμε να συνομιλήσουμε με αυτόν.

Hang-up: χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να διακόψουμε μία σύνδεση.

Stop: σταματάει την διαδικασία σύνδεσης του προγράμματος στον κεντρικό server.

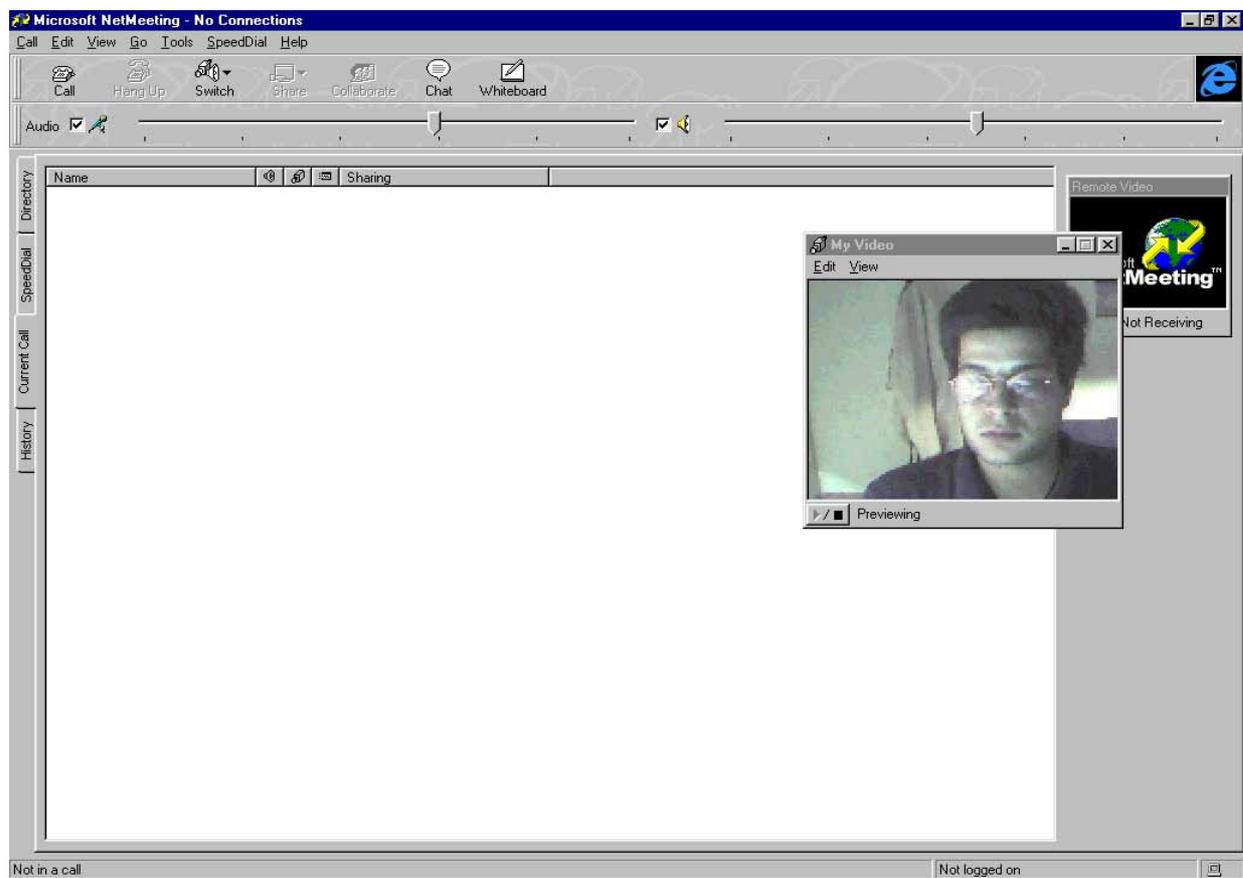
Refresh: χρησιμοποιείται για την ανανέωση της λίστα συνδεδεμένων χρηστών.

Properties: μας δίνει πληροφορίες για τον επιλεγμένο χρήστη πριν την κλήση.

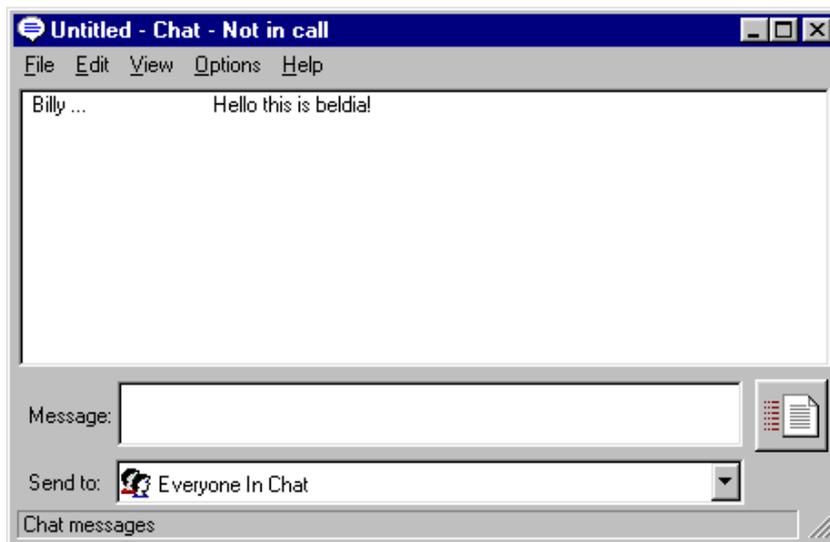
Speed Dial: αν έχουμε καλέσει κάποιον χρήστη στο παρελθόν, με το πλήκτρο αυτό μπορούμε να τον καλέσουμε άμεσα.

Send Mail: Με βάση την e-mail διεύθυνση που δηλώνει ο κάθε χρήστης μπορούμε να στείλουμε μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Ακριβώς από κάτω υπάρχουν τα πεδία για τον έλεγχο της ευαισθησίας του μικροφώνου και της έντασης του ήχου. Επίσης διακρίνουμε τα πεδία **Category** και **Server**. Στο πεδίο Category μπορούμε να επιλέξουμε μία από τις διαθέσιμες κατηγορίες χρηστών που υπάρχουν στον server, ενώ στο πεδίο Server επιλέγουμε σε ποιον **ILS** (Internet Locator Server) επιθυμούμε να συνδεθούμε. ILS server ονομάζουμε κάποιο μηχάνημα το οποίο αφού συνδεθούν οι χρήστες επάνω του αναλαμβάνει να ενημερώνει τους υποψήφιους συνομιλητές για την IP διεύθυνση του κάθε χρήστη. Στο πλαϊνό τμήμα της εικόνας φαίνονται τα πλήκτρα **Directory**, **Speed Dial**, **Current Call**, **History**. Επιγραμματικά το Directory μας πηγαίνει στην κεντρική εικόνα και μας δείχνει ποιοι χρήστες είναι συνδεδεμένοι και ποια είναι τα στοιχεία τους, το Speed Dial μας εμφανίζει την λίστα με τους χρήστες που έχουμε συνδεθεί στο παρελθόν καθώς και αν αυτοί είναι on-line ή όχι, το History δίνει την λίστα με όλους τους χρήστες με τους οποίους έχουμε συνδεθεί στο παρελθόν.



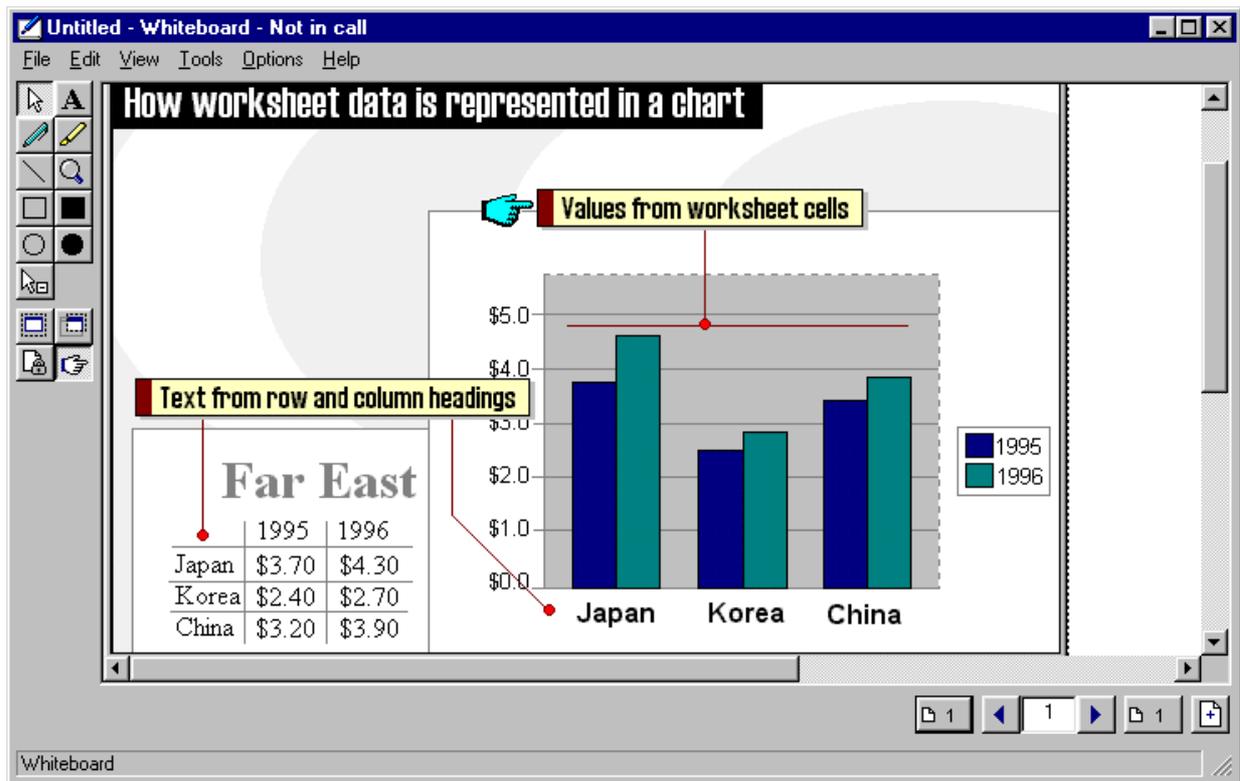
Το Current Call φέρνει το παράθυρο το οποίο εικονίζεται παραπάνω. Εκεί βλέπουμε τον συνομιλητή μας καθώς και το σήμα βίντεο που στέλνουμε εμείς την στιγμή της διάσκεψης. Μπορούμε να μοιραστούμε κάποια εφαρμογή και να δώσουμε τον έλεγχο στον συνομιλητή μας επιλέγοντας την εφαρμογή που θέλουμε από το πλήκτρο **Share**. Επίσης σε περίπτωση που στην διάσκεψη συμμετέχουν περισσότεροι από δύο χρήστες επιλέγουμε σε ποιον θέλουμε να στείλουμε video και ήχο καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση τέτοιων σημάτων σε πάνω από έναν χρήστες. Πρέπει να σημειωθεί ότι μπορούμε να επιλέγουμε να στέλνουμε σε διαφορετικό χρήστη τον ήχο και σε διαφορετικό το video καθώς και να μοιραζόμαστε μία εφαρμογή με κάποιον τρίτο. Τα μόνα τμήματα του προγράμματος που επιτρέπουν ταυτόχρονη χρήση από όλους τους χρήστες που συμμετέχουν στην διάσκεψη είναι το **Chat Box** και το **Whiteboard**, για τα οποία ακολουθεί μία στοιχειώδης περιγραφή.



Το παράθυρο που εικονίζεται είναι αυτό του Chat module του NetMeeting. Σε αυτό βλέπουμε τι γράφουν όλοι οι χρήστες που συμμετέχουν στη διάσκεψη καθώς τα λεγόμενα του καθένα συνοδεύονται από το ψευδώνυμο που έχει επιλέξει. Μπορούμε να

χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε γλώσσα επιθυμούμε μια και υποστηρίζονται οι αντίστοιχες γραμματοσειρές. Αν θέλουμε να συμμετέχουμε στην συζήτηση απλά γράφουμε το μήνυμα μας στο πεδίο **Message** και πατάμε Enter ή εναλλακτικά το πλήκτρο που βρίσκεται στην κάτω δεξιά γωνία. Εάν το επιθυμούμε μπορούμε να στείλουμε προσωπικό μήνυμα προς κάποιο μέλος της διάσκεψης, χωρίς να γίνει αντιληπτό από τα υπόλοιπα μέλη, επιλέγοντας τον παραλήπτη από το πεδίο **Send to**. Κατά την έξοδο από την διάσκεψη μπορούμε να σώσουμε την συνομιλία σε αρχείο. Μπορούμε την στιγμή της συνομιλίας να εκτυπώσουμε τα γραφόμενα των μελών και αν το επιθυμούμε μέσα από το υπομενού **Options** μπορούμε να ζητήσουμε να εμφανίζεται η ώρα και η ημερομηνία δίπλα από κάθε πρόταση των συνομιλητών

μας. Τέλος μέσα από το ίδιο υπομενού είναι δυνατόν να διαμορφώσουμε την εμφάνιση του κειμένου μας.



Το παραπάνω αποτελεί δείγμα εφαρμογής του Whiteboard κατά την διάρκεια μίας διάσκεψης οικονομικού περιεχομένου. Όπως βλέπουμε μπορούμε να μεταδώσουμε μία στατική εικόνα σε όλα τα μέλη και να επιτρέπεται σε αυτά να επεμβαίνουν ή να εντοπίζουν τα σημεία ενδιαφέροντος (στο συγκεκριμένο παράδειγμα το μπλε χεράκι). Με το whiteboard έχουμε τη δυνατότητα μετάδοσης τέτοιας υφής δεδομένων (απλά γραφικά και γενικότερα οτιδήποτε μπορεί να αποθηκευτεί στο clipboard). Μπορούν να ανοιχτούν περισσότερες από μία σελίδες whiteboard και μας δίνεται μεγάλη ποικιλία χρήσης έτοιμων εργαλείων από το υπομενού **Tools**. Μπορεί κάποιος χρήστης πατώντας το πλήκτρο που βρίσκεται κάτω αριστερά (και έχει σαν σύμβολο ένα λουκέτο) να κλειδώσει την εικόνα που έχει στείλει και να μην επιτρέπει να επέμβουν άλλοι. Αν κάποιος θέλει να παρουσιάσει μια δική του εικόνα αρκεί να πατήσει το πλήκτρο που δείχνει το βελάκι δεξιά (στην κάτω δεξιά γωνία) και να ανοίξει μία νέα σελίδα. Ο αριθμός της σελίδας στην οποία βρισκόμαστε καθώς και το συνολικό πλήθος των σελίδων είναι εμφανής στο πλαίσιο στο κάτω μέρος της οθόνης.

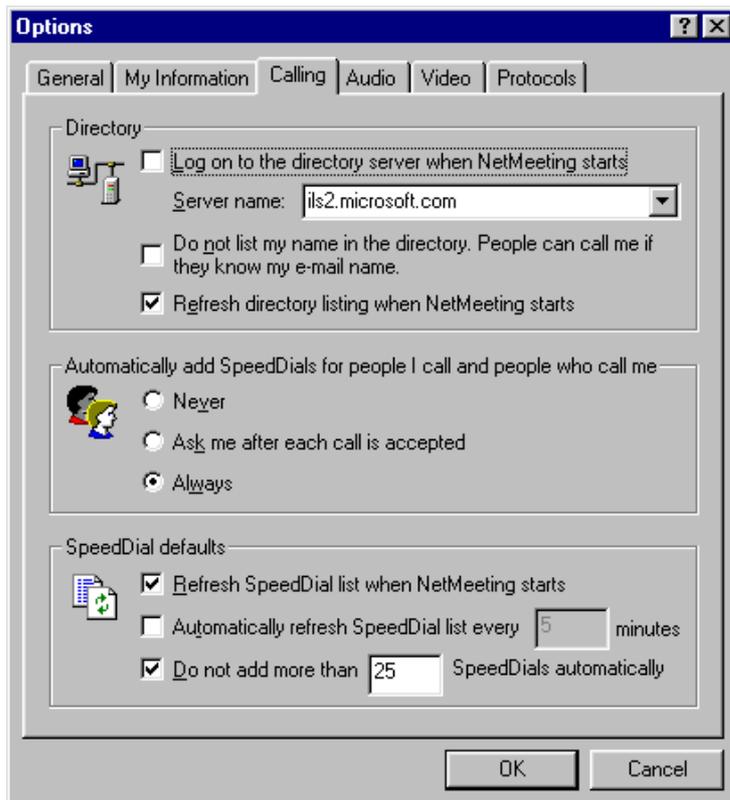
5.4.1.1 Ρυθμίσεις του NetMeeting



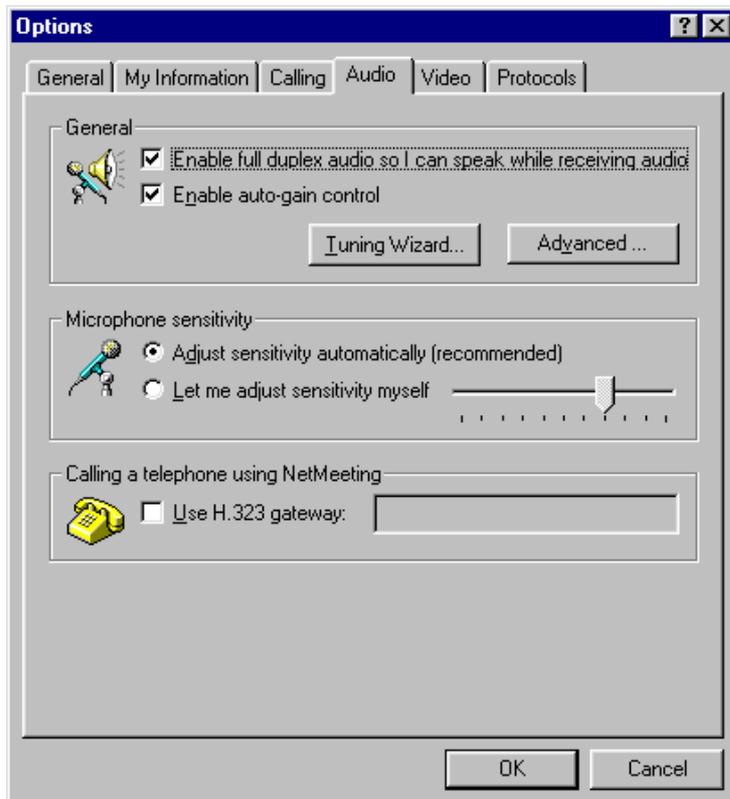
Στις γενικές ρυθμίσεις του προγράμματος επιλέγουμε αν το NetMeeting θα ξεκινάει κάθε φορά αυτόματα με την εκκίνηση του υπολογιστή, αν θα απαντάει αυτόματα τις κλήσεις, αν θα φαίνεται το εικονίδιο του προγράμματος στο **Taskbar** και αν θα τρέχει το πρόγραμμα παρακολούθησης της ροής των δεδομένων **Intel Advisor**. Επίσης επιλέγουμε την ταχύτητα της σύνδεσης με το Internet καθώς και τον υποκατάλογο στον οποίο αποθηκεύονται τα αρχεία που στέλνουν οι συνομιλητές μας.



Στο πεδίο **My Information** δίνουμε τα στοιχεία τα οποία θα δημοσιεύονται στο directory list του ILS server. Επιπρόσθετα επιλέγουμε να κατηγοριοποιήσουμε τις πληροφορίες αυτές.

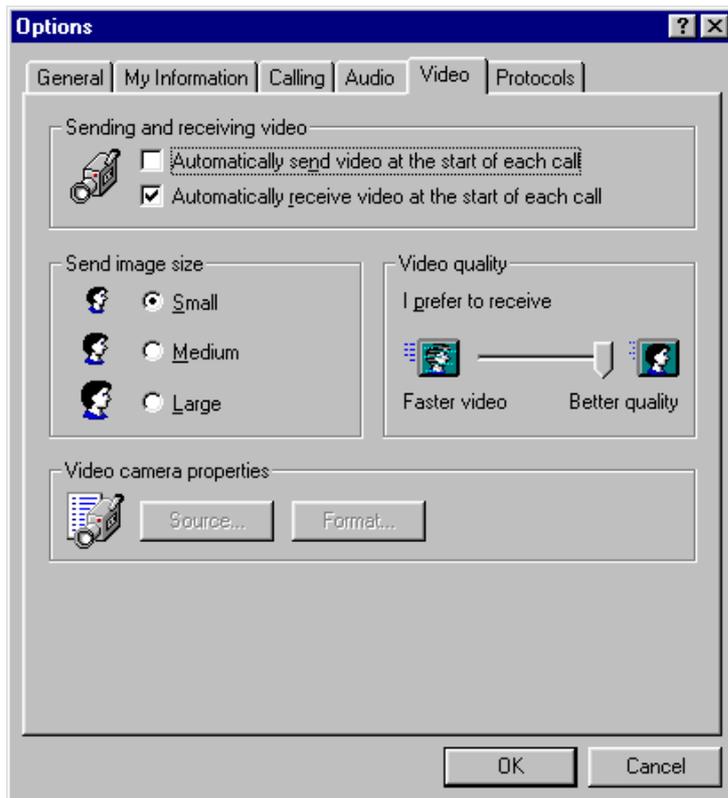


Οι διαθέσιμες επιλογές του υπομενού **Calling** έχουν να κάνουν με το αν θα συνδεόμαστε κατά την εκκίνηση του προγράμματος σε κάποιο συγκεκριμένο server καθώς και αν θα δημοσιεύονται τα στοιχεία μας σε αυτόν. Το δεύτερο πεδίο ορίζει το αν θα προστίθονται αυτόματα ή όχι οι χρήστες τους οποίους έχουμε καλέσει στο παρελθόν στο παράθυρο του **Speed Dial**. Το τρίτο πλαίσιο είναι οι παράμετροι για το Speed Dial (πόσες καταχωρήσεις θα κάνει και κάθε πότε ανανεώνεται).

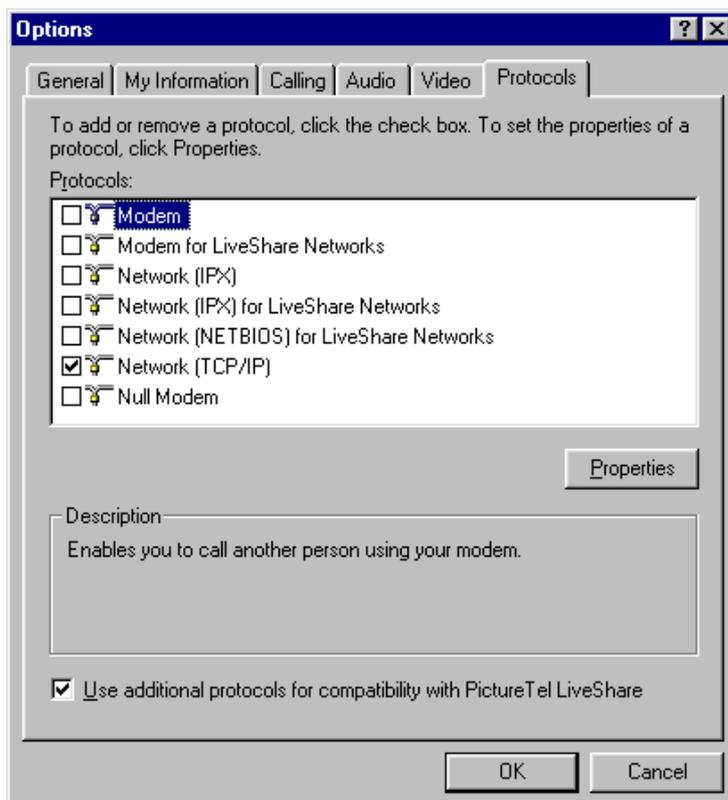


Στο τμήμα **Audio** των ρυθμίσεων μπορούμε να ενεργοποιήσουμε αν αυτό υποστηρίζεται από την κάρτα ήχου την **full-duplex** επικοινωνία καθώς και ειδικό πρόγραμμα για ενίσχυση του ήχου. Για να κάνουμε τις αρχικές ρυθμίσεις ως προς τον ήχο τρέχουμε τον **Tuning Wizard** ο οποίος ρυθμίζει αυτόματα τα επίπεδα ευαισθησίας και ενίσχυσης στον ήχο. Στο δεύτερο πλαίσιο μπορούμε να ορίσουμε την ευαισθησία του μικροφώνου ή να ζητήσουμε από το πρόγραμμα να το κάνει αυτόματα για εμάς. Τέλος μας

δίνεται η δυνατότητα κλήσης αριθμού τηλεφωνικού δικτύου με χρήση του **H.323 gateway**.

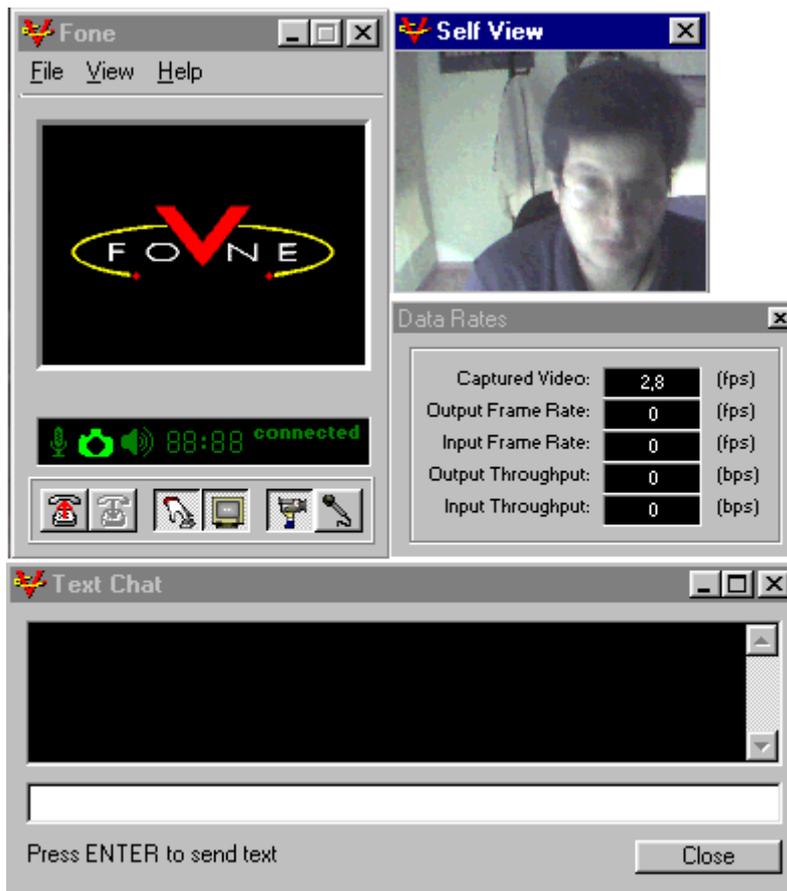


Από το πεδίο **Video** μπορούμε να καθορίσουμε αν θα στέλνουμε και θα λαμβάνουμε σήμα video αυτόματα στην αρχή κάθε διάσκεψης. Μπορούμε να ορίσουμε τι μέγεθος θα έχει το σήμα που στέλνουμε καθώς και ποια θα είναι η ποιότητα που λαμβάνουμε. Καλύτερη ποιότητα συνεπάγεται πιο αργό video και το αντίστροφο. Επίσης μας δίνεται η δυνατότητα να ορίσουμε τις παραμέτρους της συσκευής που χρησιμοποιούμε για capturing.



Το τελευταίο πεδίο ρυθμίσεων αφορά τα διαθέσιμα πρωτόκολλα δικτύων που μπορεί να χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα. Υπάρχει μία πληθώρα επιλογών και δυνατοτήτων παραμετροποίησης από το πλήκτρο **Properties** αν και συνιστάται να μην μεταβάλλονται οι επιλογές αυτές από αρχάριους χρήστες. Με βάση την προσωπική μας εμπειρία το άμεσα εφαρμόσιμο πρωτόκολλο στα Ελληνικά δεδομένα είναι το TCP/IP.

5.4.2 Το Summersoft V-Fone στην πράξη

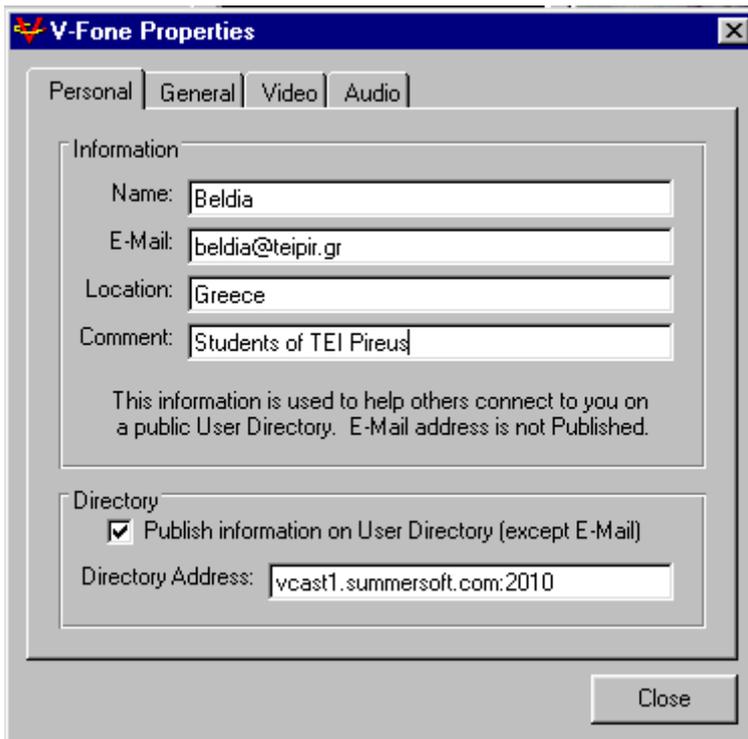


Όπως βλέπουμε και στην διπλανή εικόνα το περιβάλλον του V-Fone είναι ιδιαίτερα εύχρηστο και χωρίς να καταλαμβάνει πολύ χώρο στο Desktop του υπολογιστή μας δίνει σχεδόν όλες τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες. Στο κεντρικό παράθυρο εμφανίζεται η εικόνα από το video που μεταδίδει ο συνομιλητής μας. Στο παράθυρο αυτό υπάρχουν τα πλήκτρα ελέγχου της διάσκεψης τα οποία από αριστερά προς τα δεξιά είναι: κλήση, κλείσιμο διάσκεψης, ενεργοποίηση

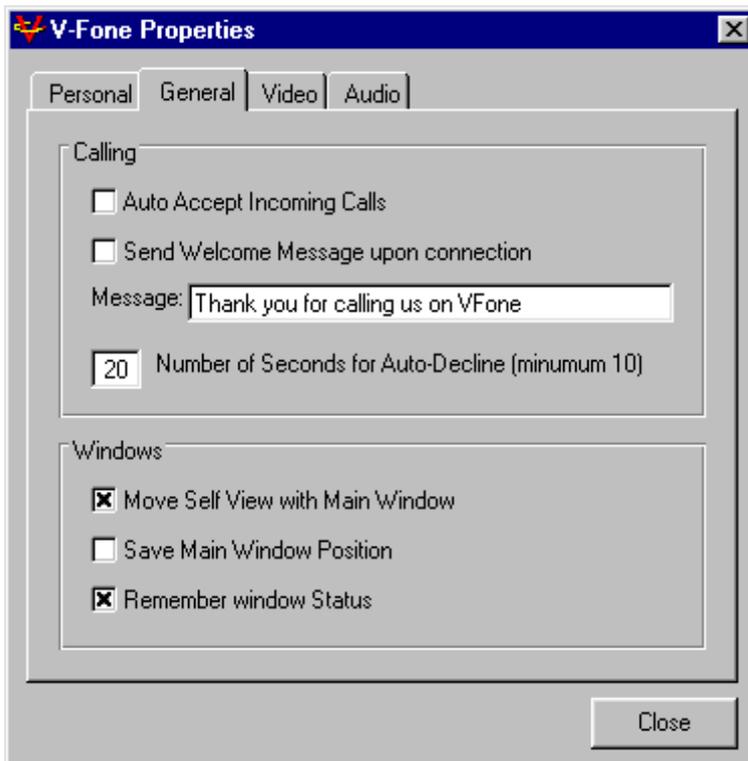
συνομιλίας με text, εμφάνιση ή όχι του βίντεο που στέλνουμε, αποστολή ή όχι του δικού μας video σήματος, επιλογή για μετάδοση ομιλίας. Στο παράθυρο **Self View** εμφανίζεται το τι στέλνουμε στον συνομιλητή μας, ενώ στο παράθυρο **Data Rates** μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κίνηση του δικτύου (ρυθμός εισερχόμενων - εξερχόμενων δεδομένων, καθώς και frame rate του μεταδιδόμενου - λαμβανόμενου video). Τέλος στο **Text Chat** έχουμε την δυνατότητα επικοινωνίας με τον συνομιλητή μας υπό την μορφή κειμένου.

5.4.2.1 Ρυθμίσεις του V-Fone

Στα πλαίσια των ρυθμίσεων του προγράμματος υπάρχουν τέσσερις επιλογές : **Personal**, **General**, **Video** και **Audio**.

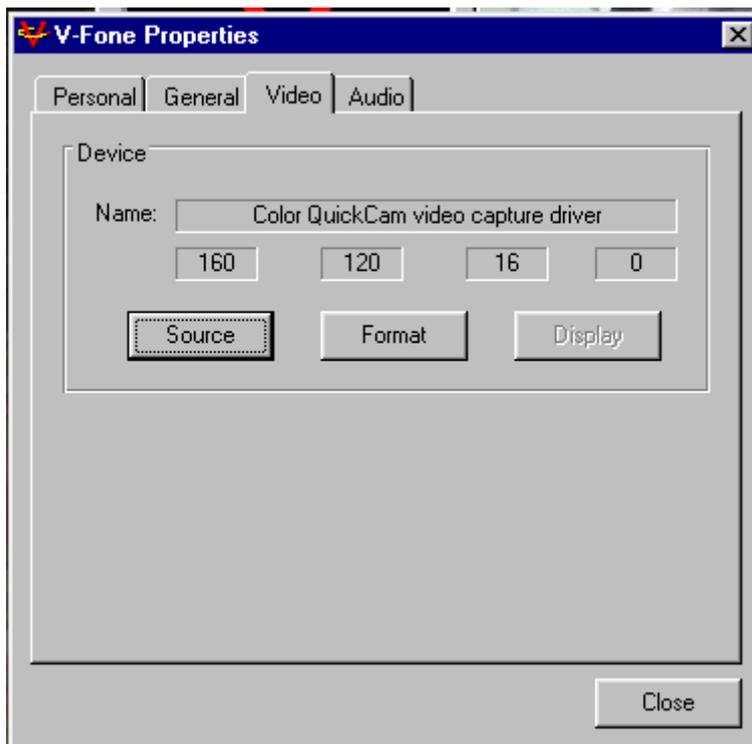


Στις ρυθμίσεις **Personal** επιλέγουμε με τι όνομα θα συνδεθούμε στον server του προγράμματος καθώς και ποια είναι η e-mail διεύθυνση μας, η χώρα προέλευσης και κάποιο σχόλιο που μπορούν να δουν οι υποψήφιοι συνομιλητές μας. Επίσης επιλέγουμε σε ποιον server θα συνδεθούμε και αν θέλουμε να είμαστε ορατοί στους υπόλοιπους χρήστες του προγράμματος.



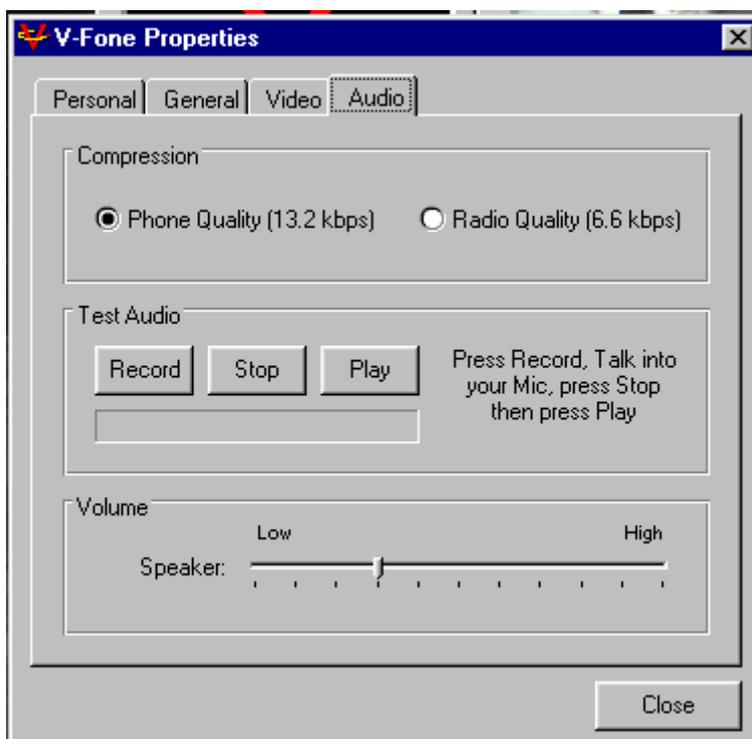
Στις ρυθμίσεις **General** ορίζουμε τον τρόπο έναρξης της συνομιλίας μας (αυτόματη απάντηση ή όχι) καθώς και αν θέλουμε μπορούμε να εισάγουμε κάποιο μήνυμα καλωσορίσματος το οποίο εμφανίζεται στον συνομιλητή μας κατά την έναρξη της σύνδεσης. Επίσης υπάρχουν επιλογές για την εμφάνιση του προγράμματος στην επιφάνεια εργασίας.(πχ. να θυμάται το πρόγραμμα σε ποια θέση θέλουμε να βρίσκονται τα παράθυρα, καθώς και ποια παράθυρα θέλουμε να είναι

ανοιχτά κάθε φορά που ξεκινάμε το πρόγραμμα).



Στο πεδίο των ρυθμίσεων **Video** φαίνεται αυτόματα ποιος driver χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα (στο παράδειγμα μας **QuickCam**) καθώς επίσης δίνονται πλήκτρα τα οποία μέσω των οδηγιών της συσκευής video μεταβάλλουν το μέγεθος, την ανάλυση, την φωτεινότητα και την ποικιλία των χρωμάτων. Ο χρήστης μέσω αυτών μπορεί να προσαρμόσει την εικόνα στις απαιτήσεις του ή να αφήσει το πρόγραμμα να κάνει αυτόματα τις

ρυθμίσεις αυτές.



Στο πλαίσιο των ρυθμίσεων **Audio** μπορεί να επιλεγεί η ποιότητα του ήχου (το οποίο συνεπάγεται μεγαλύτερες ή μικρότερες απαιτήσεις για bandwidth). Επιπροσθέτως ρυθμίζεται η ένταση του εισερχόμενου ήχου και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να γίνουν αυτόματα οι ρυθμίσεις που αφορούν την μετάδοση του ήχου μέσα από ένα στάδιο δοκιμής και αναπαραγωγής αυτού.

6.1 Πρότυπα ελέγχου

6.1.1 H.320 - Τεχνικές συστάσεις

Το H.320 στάνταρ της ITU-T έχει ονομαστεί “Narrow Band Visual Telephone Systems and Terminal Equipment”. Τα narrow - band bits είναι καθορισμένα να δουλεύουν σε εύρος από 64Kbps μέχρι 1920kbps (64kbps x 30). Αυτό σχεδιάστηκε κυρίως για το ISDN δίκτυο. Το H.320 περιέχει μία σειρά από τεχνικές συστάσεις οι οποίες φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα. Το H.261 video απαιτεί bandwidth σε πολλαπλάσιο των 64 kbps. Υπάρχουν επίσης και ορισμένα πρότυπα που αφορούν τον ήχο, με το G.711 να λειτουργεί σε 64kbps το οποίο είναι ολόκληρο το B-κανάλι του ISDN. Αυτό αφήνει μόνο 64kbps για video και άλλα δεδομένα, αν υποθέσουμε ότι έχουμε δίκτυο ISDN BRI. Το G.722 λειτουργεί σε 48, 56, 64kbps και το G.728 σε 16kbps. Το G.711 και το G.728 μαζί υποστηρίζουν συχνότητες των 3kHz, ενώ το G.722 συχνότητες των 7kHz. Τα H.221, H.230 και το H.242 καθορίζουν πώς θα γίνονται οι κλήσεις και πώς τα δεδομένα πολυπλέκονται και μετατρέπονται σε μορφή πλαισίου (frame).

Σύσταση για:	Πρωτόκολλο: Ορισμός
CODEC Video	H.261: Codec video για υπηρεσίες videoconference στα p x 64kbps.
CODEC Ήχου	G.711: Pulse Code Modulation (PCM) των συχνοτήτων ομιλίας. G.722: Κωδικοποίηση ήχου στα 7kHz με bandwidth 64kbps. G.728: Κωδικοποίηση ομιλίας με 16Kbps χρησιμοποιώντας την τεχνική LD - CELP.
Δομή frame	H.221: Δομή frame για videoconference σε κανάλια 64 - 1920kbps.
Έλεγχος	H.230: Έλεγχος συγχρονισμού frame και σημάτων ροής.
Διαδικασία σύνδεσης	H.242: Συστήματα επικοινωνίας μεταξύ videoconference τερματικών σε ψηφιακά κανάλια μέχρι 2Mbps.

6.1.2 H.230

Το πρότυπο αυτό ασχολείται κυρίως με τα σήματα ελέγχου και ενδείξεων για μετάδοση σε σύγχρονη μετάδοση πλαισίου ή σε δίκτυα που απαιτούν ταχεία απάντηση. Τέσσερα είδη σήματος υπάρχουν. Το πρώτο έχει να κάνει με το βίντεο, το δεύτερο με την μετάδοση ήχου, το

τρίτο έχει να κάνει με σκοπούς υποστήριξης και διατήρησης της σύνδεσης και το τέταρτο έχει να κάνει με τον έλεγχο διασκέψεων πολλαπλών συστημάτων.

6.1.3 H.242

Εξαιτίας του αυξανόμενου αριθμού εφαρμογών οι οποίες χρησιμοποιούσαν ταυτόχρονα ομιλία και βίντεο και μετάδοση δεδομένων σε διαφορετικές ταχύτητες, παρουσιάζεται από το H242 ένας τρόπος που θα επιτρέπει σε ένα κανάλι να φιλοξενεί ομιλία και προαιρετικά βίντεο ή δεδομένα σε διαφορετικές ταχύτητες και με διαφορετικές μεθόδους. Σε αυτό το πρότυπο περιγράφονται οι διαδικασίες με τις οποίες επιτυγχάνεται μία μέθοδος επικοινωνίας κατά την διάρκεια της σύνδεσης και ο τρόπος με τον οποίο μεταβάλλεται η μέθοδος αυτή κατά τη διάρκεια της σύνδεσης προκειμένου να εξυπηρετηθούν διαφορετικές υπηρεσίες.

Το κάθε τερματικό μεταφέρει τις δυνατότητες του στα άλλα απομακρυσμένα τερματικά κατά την έναρξη της σύνδεσης. Τα τερματικά μετά οδηγούνται στο να εδραιώσουν ένα κοινό πρωτόκολλο επικοινωνίας. Οι δυνατότητες ενός τερματικού περιγράφονται ως: δυνατότητα μετάδοσης ήχου, βίντεο, δεδομένων, δυνατότητα ύπαρξης τερματικών σε περιορισμένα δίκτυα και δυνατότητες κρυπτογράφησης των δεδομένων.

6.1.4 H.221

Το H.221 είναι το πιο σημαντικό πρότυπο όταν αναφερόμαστε σε εξοπλισμό ο οποίος είναι ειδικά σχεδιασμένος για κωδικοποίηση σε γραμμές ISDN. Ορίζει την δομή των πλαισίων για οπτικοακουστικές υπηρεσίες σε ένα ή περισσότερα Β κανάλια ή H0 κανάλια ή απλά H11 ή H12 κανάλια σε ταχύτητες μεταξύ 64 και 1920kbit/s. Επιτρέπει τον συγχρονισμό πολλαπλών 64 έως 384kbit/s συνδέσεων και δίνει δυναμικό έλεγχο στο μοίρασμα ενός καναλιού μετάδοσης των 64 ως 1920kbit/s σε μικρότερα υποκανάλια κατάλληλα για μετάδοση φωνής, βίντεο, δεδομένων και σημάτων ελέγχου. Έχει κατασκευαστεί κατά κύριο λόγο για χρήση σε εφαρμογές πολυμέσων με συγχρονισμένη αμφίδρομη επικοινωνία όπως είναι οι εικονοτηλεδιασκέψεις.

Το H221 είχε κατασκευαστεί ειδικά για ISDN δίκτυα. Πολλά προβλήματα θα παρουσιαστούν αν προσπαθήσουν να μεταδοθούν H.221 πλαίσια σε δίκτυα PSDN.

6.2 Πρότυπα αλληλολειτουργίας προγραμμάτων

Αλληλολειτουργία σημαίνει ότι προϊόντα από διαφορετικούς κατασκευαστές μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Για να πραγματοποιήσουμε αυτό τον σκοπό απαιτούνται ορισμένα πρότυπα, τα οποία δημιουργούνται από κάποιες ομάδες οι οποίες αναφέρονται στο παράρτημα Α περί οργανισμών προτυποποίησης.

6.2.1 T.120 - Τεχνικές συστάσεις

Το T.120 στάνταρ της ITU-T, έχει ονομαστεί “Transmission Protocols for Multimedia Data” καθορίζοντας την multipoint μετάδοση των multimedia δεδομένων. Το T.120 επιτρέπει στους συμμετέχοντες να μοιράζονται δεδομένα κατά την διάρκεια της διάσκεψης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να είναι στοιχεία του whiteboard ή ένα δυαδικό αρχείο. Το T.120 καθορίζει μία σειρά τεχνικών συστάσεων οι οποίες φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πρότυπο	Ορισμός
T.121	Πρότυπο γενικής εφαρμογής (T.GAT).
T.122	Καθορισμός υπηρεσιών για multipoint διάσκεψη ήχου.
T.123	Πρωτόκολλα εφαρμογών σε διασκέψεις ήχου και video.
T.124	Έλεγχος διάσκεψης (μηχανισμοί - τρόποι σύνδεσης).
T.125	Πρωτόκολλο για διασκέψεις multipoint.
T.126	Μεταφορά στατικών εικόνων και σχολίων σε multipoint διασκέψεις.
T.127	Πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείου σε multipoint διάσκεψη.
T.128	Έλεγχος ήχου και video σε multipoint διασκέψεις.

Το T.123 καθορίζει τις συνδέσεις μεταξύ των ποικίλων τύπων δικτύων (συμπεριλαμβανομένων των POTS, ISDN, LAN). Τα T.122 και T.125 πρότυπα καθορίζουν την επικοινωνία πολλών χρηστών μαζί (multipoint). Το T.124 παράγει τον μηχανισμό εγκατάστασης και λειτουργίας της διάσκεψης, ενώ το T.127 καθορίζει την ανταλλαγή αρχείων και το T.126 τις εικόνες και τα σχόλια που θα δείχνονται σε όλους τους χρήστες σε μία sharing application.

6.2.2 H.324 - Τεχνικές συστάσεις

Το H.324 στάνταρ της ITU-T έχει ονομαστεί “Multimedia Terminal for Low Bitrate Visual Telephone Service over the GSTN”, καθορίζοντας πραγματικού χρόνου ήχο, video και δεδομένα που μεταδίδονται σε V.34 modem στο GSTN. Το πρότυπο αυτό φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Σύσταση για:	Πρωτόκολλο: Ορισμός
CODEC Video	H.263: Κωδικοποίηση video σε δίκτυα με bandwidth μικρότερο των 64kbps.
CODEC Ήχου	G.723: Κωδικοποιητής ομιλίας για διασκέψεις multimedia με 5.3 / 6.3Kbps.
Έλεγχος	H.245: Έλεγχος μίας multimedia διάσκεψης.
Πολύπλεξη	H.223: Πρωτόκολλο πολύπλεξης για τερματικά με low bitrate.

Ένα modem V.34 έχει συνολικό bandwidth 28.8kbps. Το G.723 έχει δύο μεθόδους μεταφοράς ήχου: με 5.3kbps και με 6.4kbps. Με τους παραπάνω υπολογισμούς έχουμε 23.5kbps ή 22.4Kbps για video και για άλλα στοιχεία. Το G.723 χρησιμοποιεί επίσης την μέθοδο της πτώσης όταν δεν υπάρχει ηχητικό σήμα έτσι ώστε το bandwidth που είναι αφιερωμένο στη μετάδοση του ήχου να χρησιμοποιείται από άλλα δεδομένα όταν δεν εκπέμπεται ήχος.

6.2.3 PSC (Personal Conferencing Specification)

Το PCS αναπτύχθηκε από τα μέλη του PCWG και καθορίζει το infrastructure για την αλληλολειτουργία των προγραμμάτων από σημείο σε σημείο (point - to - point) και με πολλούς αποδέκτες ταυτόχρονα (multipoint). Το PCS 1.0 καθορίζει την Indeo συμπίεση video και την GSM κωδικοποίηση του ήχου.

6.3 Πρότυπα επικοινωνιών

6.3.1 H.323 - Τεχνικές συστάσεις

Το H.323 είναι ένα I.T.U. στάνταρ το οποίο δίνει σαφείς προσδιορισμούς για τον εξοπλισμό των τερματικών και των υπηρεσιών για μία multimedia επικοινωνία σε δίκτυα τα οποία δεν παρέχουν μία εγγυημένη ποιότητα υπηρεσιών όπως το bandwidth. Τα τερματικά που υποστηρίζουν το H.323 μπορούν να μεταφέρουν σε πραγματικό χρόνο ήχο, δεδομένα και video ή οποιονδήποτε συνδυασμό αυτών. Προϊόντα που χρησιμοποιούν το H.323 για ήχο επιτρέπουν στους χρήστες με διαφορετικά προϊόντα να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του Internet όπως οι άνθρωποι με διαφορετικούς τύπους τηλεφώνου που μπορούν να επικοινωνούν μέσω του PSTN. Πάνω από 120 εταιρείες έχουν ανακοινώσει ότι θα υποστηρίζουν τα προϊόντα τους το H.323 καθιστώντας το ως την κυρίαρχη λύση για ήχο και video διασκέψεις μέσω του Internet. Το H.323 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

- **Υποστήριξη για audioconference (διάσκεψη ήχου) και ομιλίας.**

Παρέχει τους κλασσικούς μηχανισμούς για κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση του ήχου από ένα μικρόφωνο. Αυτό επιτρέπει σε χρήστες διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων να χρησιμοποιούν προϊόντα διαφορετικών εταιρειών και να μιλούν με άλλους μέσω του δικτύου.

- **Υποστήριξη για videoconference**

Παρέχει τους κλασσικούς μηχανισμούς για κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση των εικόνων από μία πηγή video. Αυτό επιτρέπει σε χρήστες διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων να χρησιμοποιούν προϊόντα διαφορετικών εταιρειών ώστε να επιτυγχάνεται η πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία μέσω του δικτύου.

- **Λειτουργία μαζί με το T.120 στάνταρ για διάσκεψη δεδομένων**

Το T.120 στάνταρ της I.T.U. περιγράφει την μέθοδο διαχείρισης των διασκέψεων με δεδομένα σε πολλούς χρήστες και τα πρωτόκολλα για τον διαμοιρασμό των δεδομένων των εφαρμογών.

Άλλα στάνταρ που αποτελούν μέρος του H.323 :

- **H.225.0**

Το H.225.0 στάνταρ ορίζει ένα επίπεδο το οποίο εκτελεί δύο εργασίες: διαμορφώνει την ροή των εκπεμπόμενων δεδομένων (video, ήχος, δεδομένα, σήματα ελέγχου) για έξοδο στο δίκτυο και επανακτά τα παραπάνω δεδομένα από το δίκτυο. Το H.225.0 στάνταρ χρησιμοποιεί την διάταξη των πακέτων που περιγράφεται από τα RTP και RTCP για την αρίθμηση και διόρθωση λαθών σε σειρά σαν μέρος των εκπομπών ήχου και video. Η υποστήριξη των RTP και RTCP επιτρέπει από την πλευρά του δέκτη να τοποθετήσει τα λαμβανόμενα πακέτα δεδομένων στην σωστή σειρά έτσι ώστε ο χρήστης να ακούσει ή να δει τις εκπεμπόμενες πληροφορίες με την ορθή σειρά.

- **H.245**

Το H.245 στάνταρ παρέχει τον μηχανισμό ελέγχου της κλήσης έτσι ώστε να ενεργοποιήσει τα H.323 συμβατά τερματικά να συνδεθούν το ένα με το άλλο.

- **G.723.1**

Το στάνταρ αυτό καθορίζει την μορφή και τον αλγόριθμο για το χρησιμοποιούμενο codec ήχου στην αποστολή και λήψη ομιλίας σε συνδέσεις δικτύου με χαμηλό εύρος ζώνης.

- **G.711**

Το στάνταρ αυτό καθορίζει την μορφή και τον αλγόριθμο για το χρησιμοποιούμενο codec ήχου στην αποστολή και λήψη ομιλίας σε συνδέσεις δικτύου με υψηλότερο bandwidth.

- **H.263**

Το στάνταρ αυτό καθορίζει την μορφή και τον αλγόριθμο για το χρησιμοποιούμενο codec video στην αποστολή και λήψη video σε συνδέσεις δικτύου με χαμηλό bandwidth.

7.1 Υπηρεσία fax μέσω WWW και e-mail

Στα πλαίσια των ενοποιημένων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών μέσω δικτύων H/Y έχει αναπτυχθεί από ορισμένους παροχείς Internet υπηρεσία αποστολής fax με χρήση ενός απλού WWW browser ή ακόμα και με αποστολή e-mail. Το βασικό πλεονέκτημα της δυνατότητας αποστολής fax με e-mail είναι ότι ακόμα και απλά τερματικά VT-100 που δεν έχουν δυνατότητα γραφικής απεικόνισης μπορούν να αποστείλουν fax σχεδόν σε οποιοδήποτε μέρος της γης που καλύπτεται από την κεντρική υπηρεσία αποστολής (<http://www.tpc.int>) με μοναδική χρέωση αυτή της σύνδεσης με τον ISP.

7.1.1 Αποστολή fax με e-mail

Προκειμένου να στείλουμε fax με την υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ακολουθούμε την κανονική διαδικασία αποστολής e-mail γράφοντας την διεύθυνση με την παρακάτω μορφή:

- 1ος τρόπος:

`rp.Όνομα_Επώνυμο/Όνομα_εταιρίας@CcAcnumber.iddd.tpc.int`

- 2ος τρόπος:

`rp.Όνομα_Επώνυμο/Όνομα_εταιρίας @r.e.b.m.u.n.c.A.c.C.tpc.int`

όπου

<code>rp</code>	υποχρεωτικά (remote printing)
<code>Όνομα_Επώνυμο:</code>	Όνοματεπώνυμο παραλήπτη
<code>/</code>	διαχωριστής πεδίων
<code>Όνομα_εταιρίας:</code>	Επωνυμία εταιρίας
<code>r.e.b.m.u.n:</code>	Ο αριθμός του fax ανεστραμένος
<code>.c.A:</code>	Ο κωδικός περιοχής ανεστραμένος
<code>.c.C:</code>	Ο κωδικός χώρας ανεστραμένος

π.χ. για τον αριθμό +30-1-8228949 η διεύθυνση θα είναι η εξής:

rp.Diamantopoulos/Eidh_Ygieinhs@3018228949.iddd.tpc.int

ή

rp. Diamantopoulos/Eidh_Ygieinhs @9.4.9.8.2.2.8.1.0.3.tpc.int

7.1.2 Αποστολή fax μέσω WWW

Ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την υπηρεσία αυτή θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην συνέχεια με γραφικές απεικονίσεις και τις απαραίτητες διευκρινίσεις. Στο τέλος της ενότητας αυτής παραθέτουμε την λίστα με τις περιοχές κάλυψης της υπηρεσίας όπως έχει διαμορφωθεί μέχρι την 1η Οκτωβρίου 1997.

Please, fill in the form using English ONLY. This service does not support Greek, yet. Sorry for the inconvenience.

To:

Company:

Fax Number:
(must be in form +CC-AC-TELEPHONE where CC= Country Code, AC=Area Code)

From:

Subject:

Write here the fax text.

[Fax Services](#)
FORTHnet Webmasters
Copyright © 1996, FORTHnet S.A. - All rights reserved

Στην φόρμα αυτή εισάγουμε το όνομα του παραλήπτη στο πεδίο **To:**, το όνομα της εταιρίας στο πεδίο **Company:**, τον αριθμό του fax στο πεδίο **Fax Number:** με μορφή +30-1-xxxxxxx

(όπου xxxxxxxx είναι ο αριθμός fax του παραλήπτη). Στα πεδία **Form:**, **Subject:**, εισάγουμε το όνομα του αποστολέα και τον τίτλο του fax αντίστοιχα. Τέλος στο πεδίο **Write here the fax text:** γράφουμε το κείμενο του fax που θέλουμε να στείλουμε.

Μας παρέχεται επίσης η δυνατότητα να ελέγξουμε αν ο αριθμός στον οποίο επιθυμούμε να στείλουμε το fax είναι προσβάσιμος. Απλά εισάγουμε τον αριθμό του fax στο πεδίο της επόμενης εικόνας (με την προαναφερθείσα μορφή) και η υπηρεσία μας πληροφορεί βάσει του πίνακα που ακολουθεί αν έχουμε την δυνατότητα ή όχι να στείλουμε το fax.

Netscape - [FORTHnet FAX Services Utility]
File Edit View Go Bookmarks Options Directory Window Help
Netsite: http://www.forthnet.gr/services/remote_print1.html infoseek

FORTHnet FORTHnet FAX Services Utility

Check if a fax is accessible through the internet
Please keep in mind that incorrect input may produce ambiguous results.
Preferably use the form +xx-yy-zzzzzz
Use the invert tool to get the email you should use.

Enter the fax number:

To check if this fax is accessible, press the button:

To reset the default values, press the button:

[Services](#)
[FORTHnet Webmasters](#)
Copyright © 1996, [FORTHnet S.A.](#) - All rights reserved

Document: Done

Τέλος αν επιθυμούμε να στείλουμε το fax με e-mail μέσα από γραφικό περιβάλλον υπάρχει η αντίστοιχη υπηρεσία εξυπηρέτησης η οποία αφού εισάγουμε τον αριθμό του fax που θέλουμε να στείλουμε δημιουργεί αυτόματα την διεύθυνση την οποία θα πρέπει να εισάγουμε στο πεδίο address του προγράμματος mail που χρησιμοποιούμε (πχ. Netscape Mail, Eudora).

Canada and the United States (+1)

+1-201

(this exchange soon to be replaced by +1-973,

	but in the meantime they both work) Bloomfield, Chatham, Livingston, Millburn, Newark, Orange, South Orange / Maplewood
+1-202	Washington D.C. (complete coverage)
+1-206	Seattle (complete coverage)
+1-209	Fresno, Clovis
+1-212	Manhattan
+1-281	Houston (complete coverage)
+1-301	Maryland ,Montgomery County, Prince Georges County
+1-305	Miami, Miami Beach, Kendall, Hialeah, Homestead, Florida Keys
+1-310	La Habra, Pico Rivera, Whittier
+1-312	Chicago (complete coverage)
+1-313	Monroe, Carleton, Newport, Maybee, Ida University of Michigan - Ann Arbor University of Michigan - Dearborn
+1-314	Antonia, Cedar Hill, Chesterfield, Eureka, Fenton, High Ridge, House Springs, Manchester, Pacific, Pond, Valley Park
+1-330	Alliance, Bolivar, Canal Fulton, Canton, Carrollton, Dellroy, Hartville, Louisville, Magnolia-Waynesburg, Malvern, Marlboro, Massillon, Mineral City, Minerva, Navarre, North Canton, Paris
+1-402	Lincoln
+1-403	Calgary (complete coverage) Surrounding local calling area including Carstairs, Airdrie, Crossfield, Acme, Beiseker, Irricana, Strathmore, Langdon, Blackie, High River, Okotoks, Priddis, Longview, Turner Valley, Bragg Creek, Morley Cochrane, Cremona
+1-408	Northern California, South Bay including San Jose, Sunnyvale, Mountain View, Campbell, Los Gatos, Saratoga, Santa Cruz, Gilroy
+1-409	Bay City, Beaumont, Bryan, Freeport, Galveston, Huntsville, Orange
+1-412	Carnegie Mellon University

	Pittsburgh
+1-415 (to be replaced by 650)	Northern California, North and West Bay including San Francisco, Palo Alto, Millbrae, Sausalito, Redwood City, San Mateo, San Carlos, Mountain View, Los Altos, Corte Madera, Belvedere, Benicia, Sausalito
+1-416	Metro Toronto, University of Toronto, St. George Campus and Scarborough Campus, Royal Conservatory of Music, Victoria College, Aerospace Studies, Mt. Sinai Hospital, Mt. Michael's Hospital, and College Hospital for Sick Children, Sunnybrook Hospital, East General Hospital, Toronto Hospital, Women's College Hospital, Newman Centre, Centre for Health Promotion, St. Joesph's College
+1-423	Knoxville, Bean Station, Bent Creek, Chestnut Hill, Claxton Clinton, Concord, Dandridge, Gatlinburg, Greenback, Halls Cross Roads, Harriman, Jefferson City, Kingston, Lake City, Lenoir City, Loudon, Maryville, Mascot-Strawberry Plains Maynardville, Norris, Oak Ridge, Oliver Springs, Powell, Rockwood, Rutledge, Sevierville, Sharps Chapel, Solway, Sweetwater, Tate Springs, Townsend, Washburn, White Pine
+1-502	Louisville, LaGrange, Crestwood
+1-503	Portland, Gresham, Beaverton, Hillsboro & surrounding areas.
+1-510	Northern California, East Bay including Oakland, Pleasanton, Richmond, Livermore, Concord, Hayward, Walnut Creek, Fremont, Antioch, Clayton, Danville, Lafayette, Martinez, Moraga, Orinda, Pittsburg, Pittsburg West
+1-514	Montreal (Cell closed permanently 26 May - replacement(s) needed)
+1-516	Floral Park, Cedarhurst, Valley Stream, Great Neck, Manhasset, Port Washington
+1-519	Chatham, Blenheim, Merlin, Tilbury
+1-540	Lexington, Buena Vista, Natural Bridge,

	Glasgow, Brownsburg
+1-603	New Hampshire (complete coverage)
+1-604	Coquitlam, New Westminster, North Vancouver, Pitt Meadows, Port Coquitlam, Port Moody, Richmond, Vancouver, West Vancouver, Whalley, Haney
+1-613	Canada's National Capital Region: Ottawa, Gloucester, Nepean, Vanier, Orleans, Almonte, Bourget, Carleton Place, Carp, Casselman, Clarence Creek, Constance Bay, Crysler, Cumberland, Embrun, Jockvale, Kemptville, Manotick, Merrickville, Metcalfe, Navan, North Gower, Osgoode, Pakenham, Plantagenet, Richmond, Rockland, Russell
+1-614	Gambier, Danville, Martinsburg and Mount Vernon
+1-617	O'Reilly and Associates, Inc., MA Cambridge Computer Associates, Inc., MA Arlington, Belmont, Cambridge, Lexington, Medford, Somerville, Winchester, Waltham, Watertown
+1-630	Chicago (complete coverage)
+1-650 (to replace +1-415)	Northern California, North and West Bay including San Francisco, Palo Alto, Millbrae, Sausalito, Redwood City, San Mateo, San Carlos, Mountain View, Los Altos, Corte Madera, Belvedere, Benicia, Sausalito
+1-701	Argusville, Casselton, Christine, Comstock, Dilworth, Fargo, Felton, Glyndon, Hawley, Hickson, Kindred, Leonard, Moorhead, Perley, Sabin, Walcott, West Fargo, Wolverton
+1-703	Northern Virginia, Arlington County, Fairfax County, Loudoun County, Prince William County
+1-706	Athens, Bogart-Statham, Carlton, Colbert Comer, Commerce, Danielsville, Ila, Jefferson, Lexington, Maxeys, Nicholson, Watkinsville, Winterville
+1-707	Marin, Northwest California
+1-708	Chicago (complete coverage)
+1-713	Houston Texas (complete coverage)

+1-714	Brea
+1-718	Cambridge Computer Associates, Inc., NY Queens, Brooklyn, and the Bronx, NY Tinkelman Enterprises, Inc. and Staten Island, NY
+1-765	Battle Ground, Brookston, Buck Creek, Clarks Hill, Lafayette/West Lafayette (Purdue University) Mulberry, Otterbein, Romney, West Point
+1-773	Chicago (complete coverage)
+1-800	Toll-Free (our call will be placed from Nebraska)
+1-801	Kaysville, Farmington, Bountiful, Salt Lake City, Magna, Kearns, Riverton, Draper, Midvale, Murray, Holladay, Cottonwood
+1-810	University of Michigan - Flint
+1-812	NewAlbany, Jeff, Charlestown, Galena, Sellersburg
+1-813	Tampa
+1-818	Arcadia, Azusa, Covina, El Monte, La Puente, Monrovia, San Gabriel Canyon, Sierra Madre
+1-819	Alymer, Buckingham, Chelsea, Gatineau, Low, Luskville, Perkins, Quyon, St. Pierre de Wakefield, Thurso, Wakefield Ecole d'ingenierie de Trois-Rivieres, UQTR Campus, Trois-Rivieres, Ste. Angele de Laval, St. Wenceslas, Maskinonge, Louisville, St. Celestin, St-Gregoire, St. Pierre les Becquets, St. Barnabe, Ste. Marie de Blandford, St. Sylvere, Ste. Sofie de Levrard, Ste. Monique de Nicolet, Becancour, Champlain, Yamachiche, Ste. Gertrude, Gentilly, Shawinigan, St. Mathieu, St. Boniface de Shawinigan, Batiscan.
+1-847	Chicago (complete coverage)
+1-888	Toll-Free (our call will be placed from Nebraska)
+1-904	Alligator Point, Bristol, Carrabelle, Crawfordville, Greensboro, Greenville, Gretna, Gretna, Hosford, Monticello, Panacea, Quincy, St. Marks, Sopchoppy, Tallahassee

+1-905	University of Toronto, Erindale Campus
+1-908	Cranford, Elizabeth, Fanwood, Roselle, Summit, Unionville, Westfield
+1-909	Chino, Claremont, Diamond Bar, Ontario, Pomona, Upland
+1-917	New York City (misc), NY
+1-919	Chapel and Carrboro, Mebane, Hillsborough, Pittsboro, RTP, RDU Airport, University of North Carolina at Chapel Hill
+1-973	(this exchange soon to replace +1-201, but in the meantime they both work) Bloomfield, Chatham, Livingston, Millburn, Newark, Orange, South Orange / Maplewood
South Africa (+27)	
+27-11	Johannesberg
+27-12	Pretoria
+27-13585	Balmoral
+27-1366	Delmas
+27-142	Rustenburg
+27-1461	Ga-Rankuwa/Mabopane
+27-1466	Phokeng
+27-149	Carltonville
+27-157	Delmas
+27-16	Vereeniging
+27-17	Balfour
+27-18	Rysmierbult
+27-31	Durban
+27-322	Tongaat
+27-325	Cato Ridge
+27-568	Parys
+27-80	Toll-free
Greece (+30)	
+30-1	Athens

+30-31	Thessaloniki
+30-321	Serres
+30-661	Corfu
+30-81	Iraklio
+30-831	Rethymno
+30-843	Sitia
+30-897	Hersonissos/Mallia (offline)
The Netherlands (+31 - complete coverage)	
Portugal (+351)	
+351-1-1	Lisbon
+351-1-3	Lisbon
+351-1-5	Lisbon
+351-1-7	Lisbon
+351-1-8	Lisbon
Southern Cyprus (+357 - complete coverage)	
Croatia (+385)	
+385-1	Zagreb
+385-20	Dubrovnik
+385-21	Split
Italy (+39)	
+39-50	Pisa (select CNR institute numbers only)
United Kingdom, IOM, and the Channel Islands (+44 - complete coverage)	
Sweden (+46 - complete coverage, does not support TIFF)	
Germany (+49 - complete coverage, evening delivery only)	
Cuba (+53)	
+53-7	Havana City
Brazil (+55)	
+55-11	Sao Paulo city, Sao Paulo State
+55-192	Campinas city, Sao Paulo State
+55-21	Rio de Janeiro Metropolitan area
+55-92	Manaus
Australia (+61)	

+61-1-800 (currently offline)	Australia-freecall
+61-29	The University of Sydney (internal only) Sydney Metro, Suburbs and Inner West
+61-39	Melbourne
+61-35	Morwell, Traralgon, Lara, Trafalgar, Kilmore, Emerald, Healesville, Mornington, Rosebud, Cranbourne, Pakenham, Bacchus Marsh, Balliang, Gisborne, Romsey
+61-53	Ballarat (currently offline)
+61-8-89	Darwin
Indonesia (+62)	
+62-31	Surabaya, Sidoarjo, Gresik (complete coverage)
New Zealand (+64)	
+64-4	Wellington
+64-508	Freecall
+64-75	Tauranga, Katikati, Mt Maunganui, Te Puke
+64-7823,7824,7825,7827,7829, 783,784,785	Hamilton
+64-800	Freecall
+64-9	Whangarei, North Shore, Auckland, Waitakere, Manukau
Singapore (+65 Complete coverage)	
Russia (+7)	
+7-095	Moscow
Hong Kong (+852 Complete coverage)	
China (+86)	
+86-28	Sichuan Province - Chengdu City
+86-750	GuangDong Province - JiangMen City
+86-755	GuangDong Province - Shenzhen City
Taiwan (+886)	
+886-3	Tauyuan county
+886-2	Taipei
+886-35	HsinChu

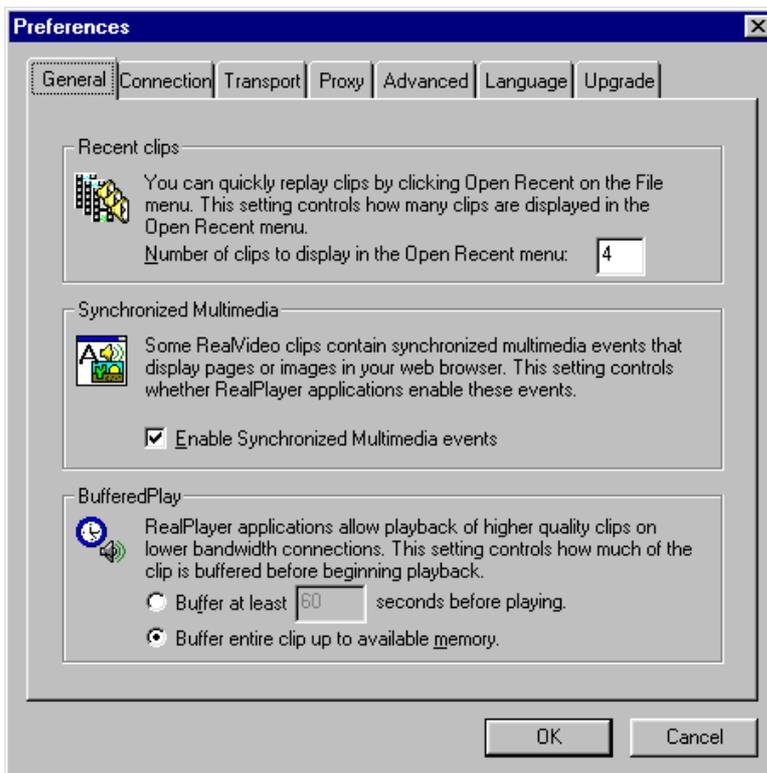
+886-37	Maioli
+886-39	Ilan
Turkey (+90)	
+90-232	Izmir
+90-258	Denizli
+90-236	Manisa
+90-252	Mugla
+90-276	Usak
+90-256	Aydin
+90-272	Afyon
+90-274	Kutahya
India (+91)	
+91-22	Mumbai (Bombay), New Mumbai
+91-44	Madras
United Arab Emirates (+971)	
+971-6	Ajman, Sharjah

7.2 Μετάδοση συνεχούς ροής video και ήχου (streaming video and audio)

Με την ανάπτυξη του Mbone και των multicast εφαρμογών έγινε εφικτή η ταυτόχρονη μετάδοση video και ήχου μέσω του Internet. Μία χαρακτηριστική εφαρμογή που αξιοποιεί τις παραπάνω δυνατότητες είναι το Real Player v4.0 (<http://www.real.com>).

Η συνεργασία αρκετών MME με την εταιρία αυτή προσφέρει στους χρήστες του προγράμματος την ευκαιρία να παρακολουθήσουν σε ζωντανή μετάδοση προγράμματα ποικίλης φύσεως (αθλητικά, νέα, κωμωδίες, πρόβλεψη καιρού κ.α.).

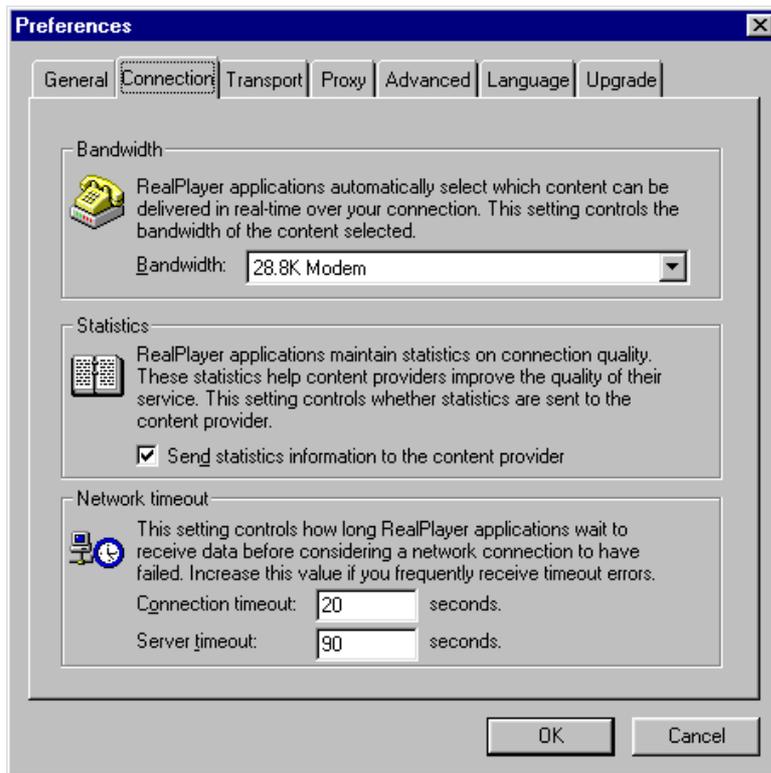
7.2.1 Ρυθμίσεις Real Player



Στις γενικές ρυθμίσεις ορίζουμε τον αριθμό των **links** που κρατάει στην μνήμη του το πρόγραμμα. Τα **links** αυτά θα είναι τα 4 τελευταία **sites** που επισκέφθηκε ο χρήστης.

Η δεύτερη επιλογή αφορά τον συγχρονισμό της μετάδοσης του ήχου και video με ταυτόχρονη παρουσίαση στατικών εικόνων στον γραφικό browser του χρήστη.

Στην τρίτη επιλογή καθορίζεται το ποσό της μνήμης το οποίο θα δεσμευτεί για να αποθηκευτεί τοπικά ένα τμήμα των εισερχόμενων δεδομένων.



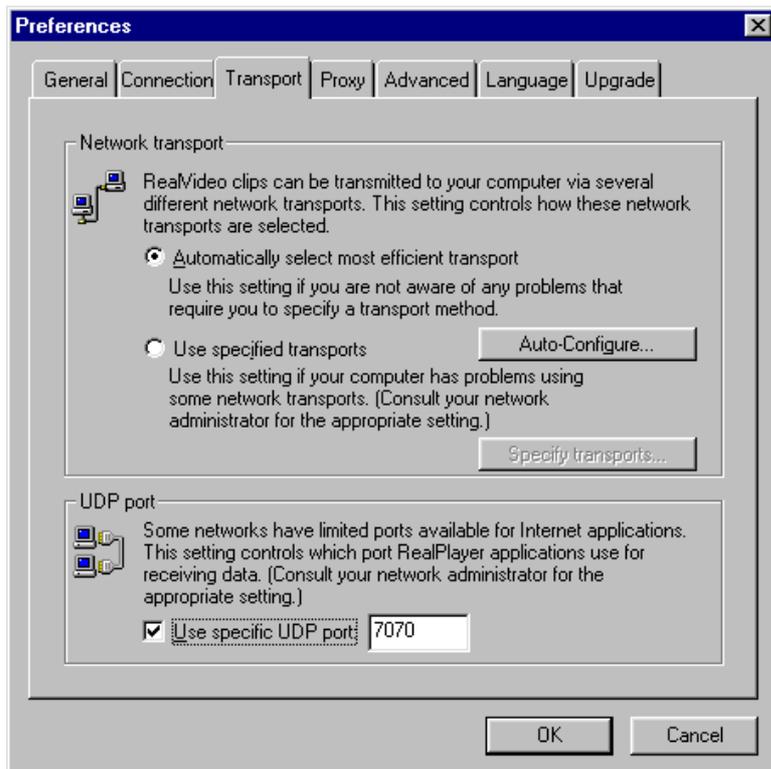
Στις ρυθμίσεις που αφορούν την σύνδεση παρατηρούμε τις εξής τρεις επιλογές:

Bandwidth: Όπου ορίζουμε την ταχύτητα με την οποία το σύστημα είναι συνδεδεμένο στο Internet. Στο παράδειγμα μας έχουμε σύνδεση μέσω 28.8kbps modem.

Statistics: Σε αυτό το πεδίο επιλέγουμε αν επιθυμούμε ή όχι να στέλνονται στατιστικά της σύνδεσης μας στους server που στέλνουν τα δεδομένα

προκειμένου να προσαρμόζονται οι ταχύτητες για βέλτιστη απόδοση.

Network timeout: Μεταβάλλοντας τα πεδία του χρόνου τόσο για το **Connection timeout** όσο και για το **Server timeout** ουσιαστικά μεταβάλουμε τις ανοχές του προγράμματος ως προς τις καθυστερήσεις που μπορεί να προκύψουν από πιθανή συμφόρηση του δικτύου.

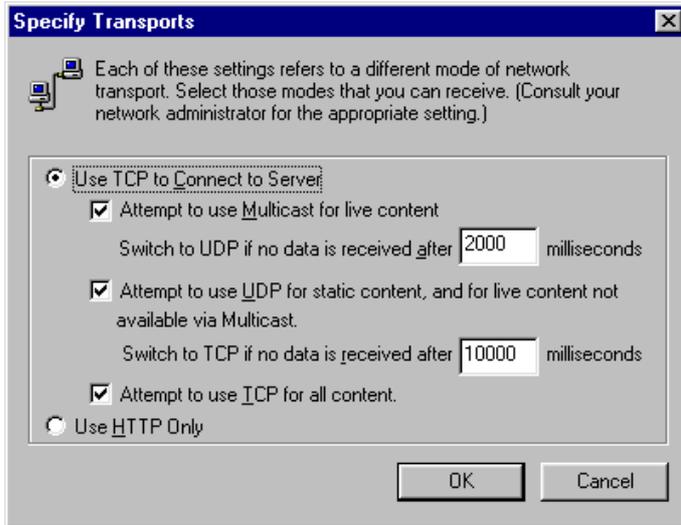


Η επιλογή Transport περιέχει τα εξής:

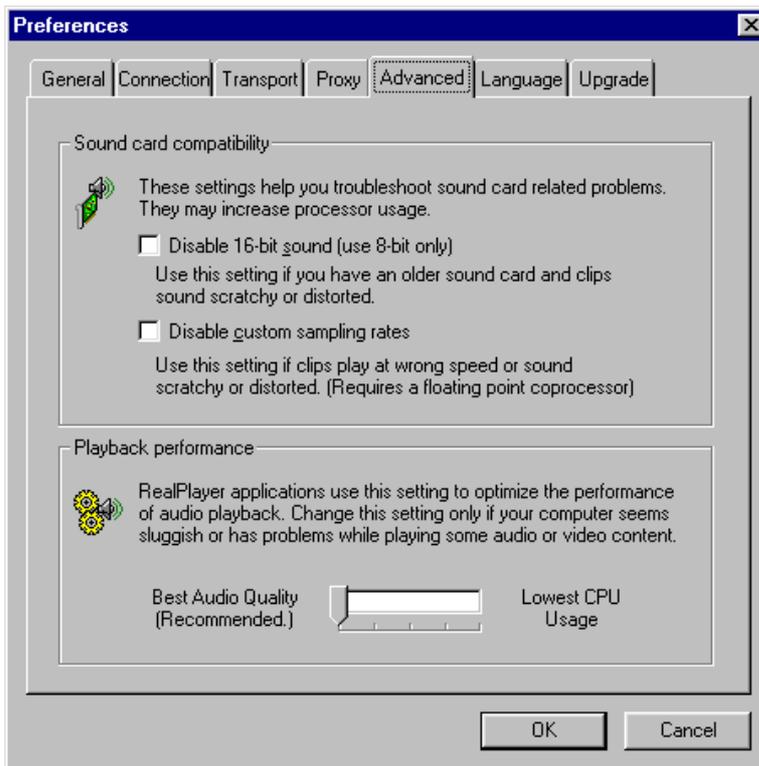
Network Transport: Μας παρέχεται η επιλογή να ζητήσουμε από το πρόγραμμα να εκτιμήσει αυτόματα, με ειδικές διαδικασίες, την ποιότητα των γραμμών μετάδοσης του δικτύου και να προσαρμοστεί στα καταλληλότερα πρωτόκολλα μεταφοράς και συμπίεσης.

UDP port: Σε δίκτυα στα οποία οι πόρτες είναι περιορισμένες πρέπει να ορίσουμε σε ποια

πύρτα του UDP θα “ακούει” το Real Player.



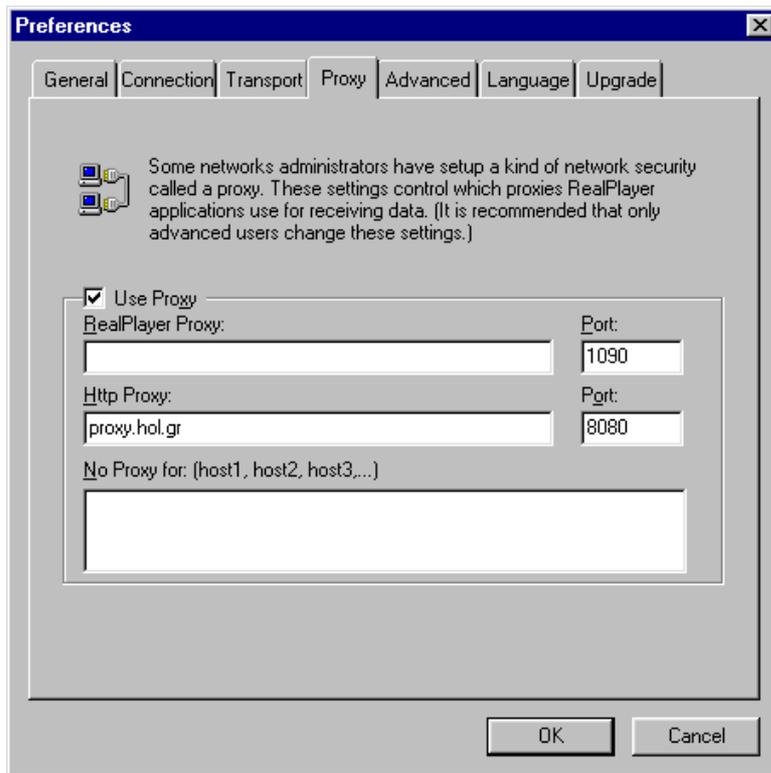
Στην επιλογή Network Transport υπάρχει και η επιλογή **Specify transports** στην οποία όπως φαίνεται και στην εικόνα που παρατίθεται ορίζεται ο τρόπος με τον οποίο λαμβάνουμε τα δεδομένα. Αυτός μπορεί να είναι είτε το **TCP** πάνω στο οποίο μπορεί να βασιστεί το **Multicasting**, ή η μετάδοση με **UDP**, ή το κλασικό **HTTP**.



Στην επιλογή Advanced διακρίνουμε δύο κύριες ρυθμίσεις οι οποίες αποσκοπούν στην καλύτερη απόδοση του ήχου και του video.

Αναλυτικά στο πεδίο **Sound Card compatibility** ορίζεται αν επιθυμούμε να αναπαράγεται ο ήχος στα 16 ή στα 8 bit και αν θέλουμε να χρησιμοποιούμε τα τυποποιημένα **sampling rates** προκειμένου ο ήχος να ακούγεται στην κανονική του ταχύτητα και όχι παραμορφωμένος. Η επιλογή **Playback performance** ορίζει

την ποιότητα του ήχου που λαμβάνουμε και μπορεί να μεταβληθεί για να μειώσουμε τον φόρτο επεξεργασίας στον υπολογιστή.

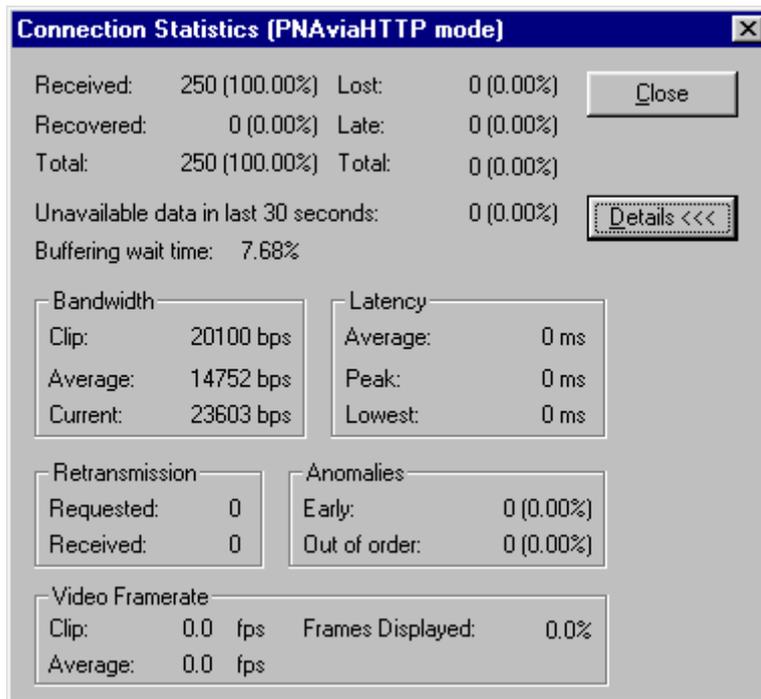


Ο **proxy server** είναι ένας ενδιάμεσος server που χρησιμοποιείται για να αποθηκεύονται τα δεδομένα τοπικά. Στο παράδειγμα μας που το providing γίνεται μέσω της Hellas On Line επιλέγουμε τον proxy server με όνομα **proxy.hol.gr** ο οποίος μεταδίδει στην πόρτα 8080.

7.2.2 Εφαρμογή του Real Player



Η διπλανή εικόνα είναι μία τυπική απεικόνιση του Real Player στην οποία φαίνεται η μετάδοση video από το κανάλι FOX News με θέμα τα αθλητικά. Φαίνονται οι ρυθμίσεις έντασης του ήχου, τα κουμπιά έναρξης και παύσης της αποστολής καθώς επίσης και στοιχεία για το συνολικό μέγεθος του video και την ποιότητα του ήχου. Διακρίνουμε επίσης τα κουμπιά επιλογής άλλων “σταθμών”.



Το πρόγραμμα έχει την δυνατότητα να κρατάει στατιστικά σχετικά με τα εισερχόμενα δεδομένα και με την γενικότερη κίνηση του δικτύου.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα που παρατίθεται αναφέρεται το ποσοστό των frames που χάθηκε κατά την μετάδοση καθώς και ο μέσος ρυθμός μεταφοράς των δεδομένων. Πιθανές ανωμαλίες του δικτύου ή επαναλήψεις μετάδοσης θα εμφανίζονταν στα

αντίστοιχα πεδία.

7.3 Αποστολή SMS μηνυμάτων μέσω WWW

Η υπηρεσία SMS (Short Message Service) είναι μία υπηρεσία αποστολής μηνυμάτων σε κινητά τηλέφωνα τεχνολογίας GSM. Τα μηνύματα μέχρι πρωτίνος μπορούσαν να στέλνονται μόνο από κινητό τηλέφωνο προς κινητό. Μία νέα υπηρεσία που αναπτύχθηκε στο WWW είναι η αποστολή SMS μηνυμάτων σε κάποιο κινητό τηλέφωνο μέσω γραφικού browser. Η εταιρία η οποία παρέχει την υπηρεσία είναι η MTN (<http://www.mtn.co.za>) και συνεργάζεται με εταιρίες κινητής τηλεφωνίας από 35 χώρες.

Η αποστολή των SMS μηνυμάτων γίνεται πολύ εύκολα από την κατάλληλη σελίδα της εταιρίας όπως αυτή φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το πεδίο **International Network Prefix Guide** περιέχει του διεθνείς κωδικούς για όλες τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας στους συνδρομητές των οποίων μπορούμε να στείλουμε SMS μήνυμα. Στο πεδίο **To cell number** συμπληρώνουμε τον αριθμό του κινητού τηλεφώνου του συνδρομητή. Το πεδίο **The Message** θα περιέχει το μήνυμα που θέλουμε να στείλουμε το οποίο δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 150 χαρακτήρες. Τέλος το πεδίο **Your E-mail** συμπληρώνεται προαιρετικά και σε αυτό βάζουμε

την διεύθυνση e-mail του αποστολέα. Η διεύθυνση εξυπηρετεί στο να μπορεί ο server να στείλει απόδειξη αποστολής του μηνύματος ή μήνυμα αποτυχίας της αποστολής του. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ότι αν έχει συμπληρωθεί το πεδίο e-mail, ο παραλήπτης του μηνύματος μπορεί να απαντήσει μέσω του κινητού τηλεφώνου και η απάντηση αυτή θα σταλεί σαν μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στον αρχικό αποστολέα.

online global sms messaging



SMS Messaging to over 35 countries all over the world! Free!

Network List Updated 19 September 1997

Welcome to the MTN State-Of-The-Art Global SMS Messaging service provided to you FREE - 24 Hours a day, 7 days a week, to any of our subscribers or [International Roaming Partners!](#)

International Email to SMS disabled
As of 19 September 1997 all International Email to SMS services are disabled. This is due to unauthorised commercial use of the service by International companies and individuals as well as costs and volume/load abuse that the free service cannot maintain.

[International Users Guidelines and Restrictions](#)

[SMS Help Page](#)

Send Message to GSM Mobile Phone:

International Network Prefix Guide

To cell number

The Message

Your Email (Temporarily Unavailable)

Please note:

- If you do not know the international prefix for a network then choose it from our network list to have it automatically added for you.
- No spaces or other characters in the number and remember the first "+" if you are not using the network list
- Example of a number to a MTN subscriber
+2783XXXXXXX
- Only the first 150 characters of your message will be sent.
- Be sure to include your email address for notification purposes
- "*" in the network list indicates problems with the network
- When sending to MTN numbers the 083 prefix may be used instead of +2783

- packages
- services
- coverage
- tariffs
- news
- regulars
- technology
- site map
- home
- contact
- about
- webmaster

Η τηλεδιάσκεψη μέσω υπολογιστή έχει αποκτήσει στις μέρες μας μεγάλη δυναμική στον τομέα της εξ' αποστάσεως μάθησης. Για την επίτευξη αυτού πρέπει να μελετηθούν οι τεχνικές όψεις του ζητήματος. Η συμπίεση των δεδομένων είναι σημαντική, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα δεδομένα ήχου και video χρειάζονται ένα μεγάλο ποσό bandwidth για να μεταδοθούν. Με την συμπίεση των δεδομένων όμως επηρεάζεται η ποιότητα, απαιτείται αξιосέβαστο ποσό bandwidth για την μετάδοση και περίπλοκοι υπολογισμοί. Επίσης μπορούμε να αναφέρουμε τους δύο κυρίως τύπους δικτύων που χρησιμοποιούνται σήμερα για τηλεδιάσκεψη τα δίκτυα "circuit switched" και "packet switched". Τα συστήματα videoconference μέσω Η/Υ έχουν απαιτήσεις σχετικά με την σύγχρονη μετάδοση των δεδομένων και την αξιόπιστη μεταφορά τους. Το BISDN όπως επίσης και το ATM υπόσχονται λύσεις πάνω στα υπάρχοντα "circuit switched" και "packet switched" δίκτυα για μεταφορά δεδομένων videoconference. Επίσης πρότυπα για αλληλοεπεξεργασία που θα επιτρέπουν σε συστήματα να επικοινωνούν μεταξύ τους αν και είναι διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων είναι πολύ σημαντικά για την πρόοδο της τεχνολογίας. Στην εργασία αυτή φαίνεται η λειτουργικότητα του Internet MBone το οποίο χρησιμοποιεί το bandwidth του δικτύου αποδοτικότερα και επιτρέπει συμμετέχοντες να παίρνουν μέρος και να αφήνουν την διάσκεψη ευκολότερα.

Με αυτήν την εργασία θα θέλαμε να δοθεί ένα έναυσμα για την συνεχή εξέταση της τεχνολογίας του videoconference, που παρουσιάζει αλματώδη εξέλιξη στις μέρες μας και θα αποτελέσει το υπόβαθρο πολλών άλλων τεχνολογικών εξελίξεων στο μέλλον. Μελλοντικές εκπομπές δεδομένων videoconference θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων από την άλλη άκρη της σύνδεσης και ίσως μία πραγματική εφαρμογή διδασκαλίας σε αίθουσα με την βοήθεια της τεχνολογίας αυτής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Οργανισμοί προτυποποίησης

Οι ακόλουθοι οργανισμοί είναι υπεύθυνοι για τον καθορισμό, την έγκριση και την ενημέρωση των βιομηχανικών στάνταρ.

♦ Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunications Union ITU πρώην CCITT)

Το ITU είναι ένας παγκόσμιος οργανισμός μέσω του οποίου οι κυβερνήσεις και οι μεγάλες ιδιωτικές εταιρείες συντονίζουν την εγκατάσταση και λειτουργία των τηλεπικοινωνιακών δικτύων και υπηρεσιών. Το ITU-T (Telecommunication Standardization Sector) είναι ο τομέας του ITU που έχει αναπτύξει στάνταρ για μετάδοση ήχου, εικόνας και videoconference αρχικά πάνω στο ISDN δίκτυο. Η ηλεκτρονική διεύθυνση είναι: <http://www.itu.ch/>

♦ Internet Engineering Task Force (IETF)

Το IETF είναι μία οργάνωση μεγάλη και ανοικτή η οποία αποτελείται από την διεθνή κοινότητα των σχεδιαστών δικτύων, χειριστές, κατασκευαστές και ερευνητές οι οποίοι ενδιαφέρονται για την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής του Internet όπως επίσης και για την ομαλή λειτουργία του. Η ηλεκτρονική διεύθυνση είναι: <http://www.ietf.org/>

♦ Διεθνής Κοινοπραξία Multimedia Τηλεδιάσκεψης (International Multimedia Teleconference Consortium Inc. – IMTC)

Το IMTC είναι μία αφίλοκερδής εταιρεία η οποία ιδρύθηκε για να προωθήσει την δημιουργία και την αποδοχή των διεθνών προτύπων για την διάσκεψη δεδομένων με πολλούς αποδέκτες και για το videoconference. Η ηλεκτρονική διεύθυνση είναι: <http://www.imtc.org/>

♦ PCWG (Personal Conferencing Working Group)

Το PCWG είναι ένα άλλο γκρουπ που παράγει πρότυπα για δυνατότητες αλληλολειτουργίας διαφορετικών προγραμμάτων. Το IMTC και το PCWG μοιράζονται πολλά από τα μέλη τους και πολλούς απ'τους ίδιους σκοπούς. Το PCWG αναπτύχθηκε από το PCS (Personal Conferencing Standard) το οποίο βασίζεται στα πρότυπα του ITU-T.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

Συντομογραφίες

ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
API	Application Programming Interface
ARP	Address Resolution Protocol
ARQ	Automatic Repeat Request
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BISDN	Broadband ISDN
BNC	Bayonet, Non-Continuous
bps	bits per second
BRI	Basic Rate Interface
BTC	Block Truncation Coding
CBT	Core Based Trees
CellB	Sun video compression method
CELP	Code Excited Linear Predictive Coding
CIF	Common Intermediate Format
CODEC	Coder - Decoder
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
CST	Constrained Steiner Trees
DCT	Discrete Cosine Transform
DNS	Domain Name Server
DVI	Digital Video Interactive
DVMRP	Distance Vector Multicast Routing Protocol
FDDI	Fiber Dual Distributed Interface
FEC	Forward Error Correction
fps	frames per second
FST	Fast Slant Transform
FST	Fast Slant Transform
ftp	file transfer protocol
GSM	Groupe Speciale Mobile

GSTN	Global Standard Telephone Network
Hz	Hertz
IETF	Internet Engineering Task Force
IGMP	Internet Group Management Protocol
ILS	Internet Locator Server
IMTC	International Multimedia Teleconferencing Consortium
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Service Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector of the ITU
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LAN	Local Area Network
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
LD-CELP	Low Delay CELP
LPC	Linear Predictive Coding
MBone	Multicast Backbone
MCU	Multi point Control Unit
MJPEG	Motion JPEG
MOSPF	Multicast Open Shortest Path First
NTSC	National Television Standards Committee
OSPF	Open Shortest Path First
PAL	Phase Alternation Line
PCM	Pulse Code Modulation
PCS	Personal Conferencing Standard
PCWG	Personal Conferencing Working Group
PIM	Protocol Independent Multicast
PIM - DM	Protocol Independent Multicast Dense Model
PIM - SM	Protocol Independent Multicast Sparse Model
POTS	Plain Old Telephone Service
PRI	Primary Rate Interface
PSDN	Packet Switched Digital Network
PSTN	Public Switched Telephone Network

PVP	Packet Voice Protocol
QCIF	Quarter CIF
RFC	Request For Comments
RIP	Routing Information Protocol
RPB	Reverse Path Broadcasting
RPE-LPC	Regular Pulse Excited Linear Predictive Code
RPM	Reverse Path Multicasting
RTCP	Real Time Control Protocol
RTP	Real Time Protocol
SECAM	Sequential Coleur a Memoire
SMS	Short Message Service
SPT	Shortest Path Trees
S-Video	Separate Video
TCP	Transmission Control Protocol
TRPB	Truncated Reverse Path Broadcasting
ttl	time to live
UDP	User Datagram Protocol
URL	Uniform Resource Locator
VCR	Video Cassette Recorder
WAN	Wide Area Network
WWW	World Wide Web

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

Λίστα προγραμμάτων για videoconference



UNIX Workstations	
Software Title	WWW Address
Avistar Conference	http://www.avistar.com/avistar/#Avistar Conference
Communique!	http://www.mdlcorp.com/Insoft/Products/C/C.html
DECspin	http://www.digital.com:80/info/home.html
Eris Visual Communication System	http://www.rsisystems.com/
ICU Video Services	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/icu.html
InPerson	http://www.sgi.com/Products/inperson_main.html
InterVideo	http://www.visualone.com
IVS(Inria Videoconference System)	http://www.inria.fr/rodeo/ivs
JointX	http://www.sni.de
LANscape	http://www.videoconferencing.com
MediaGate	http://www.mycom-media.com/
MINX	http://www.datapoint.com
MMC (MultiMedia Collaboration)	http://www.prz.tu-berlin.de/docs/html/MMC/
NV (Network Video)	ftp://parcftp.xerox.com/pub/net-research
PictureView	http://www.total.net:8080/~coretech/pv.html
Pronto	http://cybermarche.dmssoft.com/pronto/pronto.html
ShowMe	http://www.sun.com/products-n-Solutions/sw/ShowMe/products/ShowMe_Overview.html
Simplicity	http://www.paradise.com/products.html



Apple Macintosh	
Software Title	WWW Address
Avistar Conference	http://www.avistar.com/avistar/#Avistar Conference
BeingThere	http://www.beingthere.com/
Cameo Personal Video System	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/cameo.html
Connect 918	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/connect.html
Connectix VideoPhone	http://www.connectix.com/html/videophone.html
CorelVIDEO	http://www.corelcomputer.com/products/index.htm
CU-SeeMe	ftp://cu-seeme.cornell.edu/pub/CU-SeeMe/html/Welcome.html
CU-SeeMe (Enhanced)	http://www.cu-seeme.com
DynoVision	http://www.dynacs.com/~dyno
ES+F2F (Electronic Face To Face)	http://www.crosswise.com/CrosswiseMosaic/Version3/Index.html
Eris Visual Communic. System	http://www.rsisystems.com/
Meet-Me	http://www.satusa.com
Meet-Me Light	http://www.satusa.com
MINX	http://www.datapoint.com
MMC (MultiMedia Collaboration)	http://www.prz.tu-berlin.de/docs/html/MMC/
Phonoscope	http://WWW.neosoft.com
QuickTime Conferencing	http://www.quicktime.apple.com/
ShareVision Mac 3000	http://www.creaf.com/
VISIT Video	http://www.nortel.com/visit



Windows, DOS, or OS/2	
Software Title	WWW Address
Acer Axess 100	http://www.acer.com.tw
AETHRA SDV8000	http://www.aethra.com
Audiovision	http://www.smithmicro.com
Avistar Conference	http://www.avistar.com/avistar/#Avistar Conference
Boca VideoPhone	http://www.bocaresearch.com/videophone
Bitfield Video System	http://www.bitfield.fi/products.html
CLI's Desktop 1000/2000	http://www.vtel.com/
CamWiz Works	http://www.cst.com.au
CineVideo/Direct	http://www.cinecom.com
ClearPhone	http://www.clearphone.com
CollabOrator System 4000	http://www.cst.com.au
CommunicatorIII	http://www.eyetel.com
Communique!	http://www.mdlcorp.com/Insoft/Products/C/C.html
Connectix VideoPhone	http://www.connectix.com/html/videophone.html
CorelVIDEO	Http://www.corelcomputer.com/products/index.htm
CU-SeeMe	ftp://cu-seeme.cornell.edu/pub/CU-SeeMe/html/Welcome.html
CU-SeeMe (Enhanced)	http://www.cu-seeme.com
Dwyco Video Conferencing	http://www.dwyco.com/
ELSAvision	http://www.elsa.com
ES+F2F (Electronic Face To Face)	http://www.crosswise.com/CrosswiseMosaic/Version3/Index.html
Eris Visual Communications	http://www.rsisystems.com/
Focus PC	http://www2.emap.com/nww/products/focuspc.html
FreeVue	http://www.freevue.com/
HoneyCom	http://www.honeysw.com/honeycom.htm
ICU Video Services	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/icu.html
Incite Conversational Network	http://www.incite.com/incite
InPerson	http://www.sgi.com/Products/inperson_main.html
InSight 100	http://www.eyetel.com
InSight 300	http://www.eyetel.com
Intel Video Phone	http://www.intel.com/proshare/videophone
Intel Internet Video Phone	http://connectedpc.com/cpc/videophone/
InterVideo	http://www.visualone.com
INTERVu	http://www.zydacron.com

InVision	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/invision.html
LANscape	http://www.videoconferencing.com
Mediaphone	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/mediafone.html
MediaGate	http://www.mycom-media.com/
Meet-Me	http://www.satusa.com
MegaConference	http://www.video-conferencing.com/products/alpha.html
Datapoint MINX Video Systems	http://www.datapoint.com
MMC (MultiMedia Collaboration)	http://www.prz.tu-berlin.de/docs/html/MMC/
Ntv	http://www.peregrine.com/
NetMeeting	http://www.microsoft.com/netmeeting/
Omega MVP	http://www.vsin.com
Panorama PC	http://www.videoconferencing.com
Personal Comm. Computer (PCC)	http://www.olivetti.it
PICFON	http://www.specom.com/prod.htm
PictureTel Live PCS 200 series	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureTel Live PCS 100	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureTel Live PCS 50	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureTel LiveLAN	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
Pronto	http://cybermarche.dmssoft.com/pronto/pronto.html
ProShare Video System 200	http://www.intel.com/proshare/conferencing/products/21data.htm
ProVision Business	http://www.sican.de/homepage/indexe.html
SeeQuest	http://www.sharkmm.com
ShareVIDEO	http://www.gs.com.sg/zen/video.html
ShareVision PC 3000	http://www.creaf.com/
TeamVision	http://www.fujitsu-computers.com/
TeleView 1000C	http://www.videoconf.com/
TeleView Plus	http://www.videoconf.com/
Teleworker Video Conference Kit 2	http://sunflower.singnet.com.sg/~ghuzysin/welcome.htm
V-Fone	http://www.summersoft.com
VC8000	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/vc8000.html
VCON ARMADA Cruiser 50	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 100	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 150	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Escort	http://www.vcon.co.il/
VDOPhone	http://www.vdo.net/
VidCall	http://www.access.digex.net/~vidcall/vidcall.html
VideoPacker Pro II	http://www.vic-corp.com/
VideoVu	http://totw.com/videovu.htm

ViewPoint-FamilyFone	http://www.mmac.com/graphical/index.htm
ViewPoint-PRO	http://www.mmac.com/graphical/index.htm
VISIT Video	http://www.nortel.com/visit
VISTACOM VCI-10	http://www.vistacom.fi/
VISTACOM VCI-100	http://www.vistacom.fi/
Vivo320	http://www.vivo.com/
VTEL Personal Collaborator	http://www.vtel.com
VuFone	http://www.cybertroninc.com
Winnov VideumConf Pro	http://www.winnov.com
XtX I-net Communications Suite	http://www.lamail.com

Capable of Multipoint Conferences	
Software Title	WWW Address
AETHRA SDV8000	http://www.aethra.com
Avistar Conference	http://www.avistar.com/avistar/#Avistar Conference
Bitfield Video System	http://www.bitfield.fi/products.html
CLI's Desktop 1000/2000 System	http://www.vtel.com/
CineVideo/Direct	http://www.cinecom.com
ClearPhone	http://www.clearphone.com
CollabOrator System 4000	http://www.cst.com.au
CommunicatorIII	http://www.eyetel.com
Communique!	http://www.mdlcorp.com/Insoft/Products/C/C.html
Connectix VideoPhone	http://www.connectix.com/html/videophone.html
CorelVIDEO	Http://www.corelcomputer.com/products/index.htm
CU-SeeMe	ftp://cu-seeme.cornell.edu/pub/CU-SeeMe/html/Welcome.html
CU-SeeMe (Enhanced)	http://www.cu-seeme.com
DECspin	http://www.digital.com:80/info/home.html
Dwyco Video Conferencing System	http://www.dwyco.com/
DynoVision	http://www.dynacs.com/~dyno
ELSAvision	http://www.elsa.com
Eris Visual Communication System	http://www.rsisystems.com/
Focus PC	http://www2.emap.com/nww/products/focuspc.html
FreeVue	http://www.freevue.com/
ICU Video Services	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/icu.html
Incite Conversational Network	http://www.incite.com/incite
InPerson	http://www.sgi.com/Products/inperson_main.html
InSight 300	http://www.eyetel.com
InterVideo	http://www.visualone.com
InVision	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/invision.html
IVS(Inria Videoconference System)	http://www.inria.fr/rodeo/ivs
jointX	http://www.sni.de
LANscape	http://www.videoconferencing.com
MediaGate	http://www.mycom-media.com/
Meet-Me	http://www.satusa.com
Meet-Me Light	http://www.satusa.com
Datapoint MINX Video Systems	http://www.datapoint.com
MMC (MultiMedia Collaboration)	http://www.prz.tu-berlin.de/docs/html/MMC/

Ntv	http://www.peregrine.com/
NV (Network Video)	ftp://parcftp.xerox.com/pub/net-research
Omega MVP	http://www.vsin.com
Panorama PC	http://www.videoconferencing.com
Personal Comm. Computer (PCC)	http://www.olivetti.it
Phonoscope	http://WWW.neosoft.com
PICFON	http://www.specom.com/prod.htm
PictureTel Live PCS 100	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureTel Live PCS 50	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureView	http://www.total.net:8080/~coretech/pv.html
Pronto	http://cybermarche.dmssoft.com/pronto/pronto.html
ProShare Video System 200	http://www.intel.com/proshare/conferencing/products/21data.htm
ProVision Business	http://www.sican.de/homepage/indexe.html
QuickTime Conferencing	http://www.quicktime.apple.com/
ShowMe	http://www.sun.com/products-n-Solutions/sw/ShowMe/products/ShowMe_Overview.html
Simplicity	http://www.paradise.com/products.html
TeleView Plus	http://www.videoconf.com/
VCON ARMADA Cruiser 50	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 100	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 150	http://www.vcon.co.il/
VideoVu	http://totw.com/videovu.htm
ViewPoint-FamilyFone	http://www.mmac.com/graphical/index.htm
ViewPoint-PRO	http://www.mmac.com/graphical/index.htm
VISTACOM VCI-10	http://www.vistacom.fi/
VISTACOM VCI-100	http://www.vistacom.fi/
Vivo320	http://www.vivo.com/
VTEL Personal Collaborator	http://www.vtel.com
VuFone	http://www.cybertroninc.com
Winnov VideumConf Pro	http://www.winnov.com
XtX I-net Communications Suite	http://www.lamail.com

H.320/H.323/H.324 Compliant	
Software Title	WWW Address
Acer Axess 100	http://www.acer.com.tw
AETHRA SDV8000	http://www.aethra.com
Boca VideoPhone	http://www.bocaresearch.com/videophone
BVCS (Bitfield Video System)	http://www.bitfield.fi/products.html
CLI's Desktop 1000/2000 System	http://www.vtel.com/
C-Phone	http://www.cphone.com
CollabOrator System 4000	http://www.cst.com.au
CommunicatorIII	http://www.eyetel.com
Communique!	http://www.mdlcorp.com/Insoft/Products/C/C.html
Connect 918	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/connect.html
Connectix VideoPhone	http://www.connectix.com/html/videophone.html
CorelVIDEO	Http://www.corelcomputer.com/products/index.htm
ELSAvision	http://www.elsa.com
Eris Visual Communic.System	http://www.rsisystems.com/
Focus PC	http://www2.emap.com/nww/products/focuspc.html
ICU Video Services	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/icu.html
Incite Conversational Network	http://www.incite.com/incite
InSight 300	http://www.eyetel.com
Intel Video Phone	http://www.intel.com/proshare/videophone
Intel Internet Video Phone	http://connectedpc.com/cpc/videophone/
Interact	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/interact.html
InterVideo	http://www.visualone.com
INTERVu	http://www.zydacron.com
jointX	http://www.sni.de
LANscape	http://www.videoconferencing.com
MediaGate	http://www.mycom-media.com/
Meet-Me	http://www.satusa.com
Datapoint MINX Video Systems	http://www.datapoint.com
NetMeeting	http://www.microsoft.com/netmeeting/
Omega MVP	http://www.vsin.com
Panorama PC	http://www.videoconferencing.com
Personal Comm. Computer (PCC)	http://www.olivetti.it
PictureTel LIve PCS 200 series	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
PictureTel Live PCS 100	http://www.picturetel.com/pcs200.htm

PictureTel Live PCS 50	http://www.picturetel.com/pcs200.htm
ProShare Video System 200	http://www.intel.com/proshare/conferencing/products/21data.htm
ProVision Business	http://www.sican.de/homepage/indexe.html
QuickTime Conferencing	http://www.quicktime.apple.com/
TeamVISION	http://www.fujitsu-computers.com/
TeleView Plus	http://www.videoconf.com/
Teleworker Video Conference Kit 2	http://sunflower.singnet.com.sg/~ghuzysin/welcome.htm
VC8000	http://www.terena.nl/projects/device/databank1/vc8000.html
VCON ARMADA Cruiser 50	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 100	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Cruiser 150	http://www.vcon.co.il/
VCON ARMADA Escort	http://www.vcon.co.il/
VideoPacker Pro II	http://www.vic-corp.com/
ViewPoint - FamilyFone	http://www.mmac.com/graphical/index.htm
VISTACOM VCI-10	http://www.vistacom.fi/
VISTACOM VCI-100	http://www.vistacom.fi/
Vivo320	http://www.vivo.com/
VTEL Personal Collaborator	http://www.vtel.com
VuFone	http://www.cybertroninc.com

MBONE		
Software Title	Platform	WWW Address
ICast Express Media Client	Win95	beta@mbone.com
ICast Express Media Server	Win95,Unix	beta@mbone.com
SDR Session Directory Tool	Win95	ftp://ftp.archive.thepoint.net
Shared Mosaic	Unix	ftp://ftpeit.com
NTE Network Text Editor	Unix	ftp://ftp.hawaii.edu/pacom/imm-3.5a1
VIC Videoconference Tool	Unix	ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/vic
IMM Image Multicaster Client	Unix	ftp://ftp.hawaii.edu/pacom/imm-3.5
IVS Multi audio/videoconferencing	Unix	http://www.inria.fr/rodeo/ivs
MMCC Multimedia Conf. Control	Unix	ftp://ftp.isi.edu/confctrl/mmcc/
NEVOT audioconferencing Tool	Unix	ftp://gaia.cs.umass.edu/pub/hgschulz/nevot
NV videoconferencing Tool	Unix	ftp://parcftp.xerox.com/pub/net-research
SDR Session Directory Tool	Unix	ftp://ftp.parc.xerox.com/pub/net-research/apps/sdr
SD Session Directory Tool	Unix	ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/sd
VAT audioconferencing Tool	Unix	ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/vat
LBL-WB whiteboard Tool	Unix	ftp://ftp.ee.lbl.gov/conferencing/wb

VideoConference and Unix Systems						
AA	Software Title	Win95	Linux	Sun	Irix	HP-UX
1.	IVS	√	√	√	√	√
2.	Show Me Video	–	–	√	–	–
3.	VIC	–	√	√	√	√
4.	MMCC	–	–	√	√	√
5.	NV	–	√	√	√	√
6.	rendez vous	√	√	√	√	√
7.	Picture View	–	√	√	√	√
8.	Pronto	√	√	√	√	√
9.	Communique 4.2	√	√	√	√	√

Βιβλιογραφία

- [1] Περιοδικό “*THAE*” (Εκδόσεις Ο.Τ.Ε.).
- [2] Περιοδικό “*Ο Κόσμος του Internet*” (Εκδόσεις Compupress Α.Ε).
- [3] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.320, “Narrow-Band Telephone Systems and Terminals Equipment” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [4] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.323, “Visual telephone systems and equipment for local area networks which provide a non-guaranteed quality of service” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [5] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.324, “Terminal for low bit rate Multimedia Communication” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [6] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.261, “Video codec for audiovisual services at p x 64 kbit/s” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [7] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.263, Video coding for low bit rate communication“” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [8] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.221, “Frame structure for a 64 to 1920 kbit/s channel in audiovisual teleservices” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [9] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.242, “System for establishing communication between audiovisual terminals using digital channels up to 2 Mbit/s” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [10] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.230, “Frame-synchronous control and indication signals for audiovisual systems” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [11] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.223, “Multiplexing protocol for low bit rate multimedia communication” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [12] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.245, “Control protocol for multimedia communication” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [13] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.200, “Framework for Recommendations for audiovisual services” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [14] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο H.225.0, “Media stream packetization and synchronization on non-guaranteed quality of service LANs” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/h>>.
- [15] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.120, “Data protocols for multimedia conferencing” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.

- [16] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.121, “Generic application template” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [17] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.122, “Multipoint communication service for audiographics and audiovisual conferencing service definition” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [18] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.123, “Network specific data protocol stacks for multimedia conferencing” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [19] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.125, “Multipoint communication service protocol specification” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [20] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.126, “Multipoint still image and annotation protocol” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [21] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο T.127, “Multipoint binary file transfer protocol” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/t>>.
- [22] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.711, “Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [23] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.722, “7 kHz audio-coding within 64 kbit/s” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [24] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.723.1, “Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 and 6.3 kbit/s” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [25] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.725, “System aspects for the use of the 7 kHz audio codec within 64 kbit/s” <www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>.
- [26] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.726, “40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [27] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.727, “5-, 4-, 3- and 2-bits sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM)” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [28] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.728, “Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [29] Τεχνικές συστάσεις της ITU-T για το πρότυπο G.764, “Voice packetization - packetized voice protocols” <<http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/rec/g>>.
- [30] D. Bertsekas and R. Gallager, *Data Networks*, Prentice-Hall, Inc., 1992.

- [31] S. Casner, "Frequently Asked Questions (FAQ) on the Multicast Backbone (MBONE)," December 22 1994, <<ftp://isi.edu/mbone/faq.txt>>.
- [32] S. Casner, "Getting on the MBone: Videoconferencing Over the Internet," slides from a presentation given at the NLUUG Spring Conference, April 13 1995, <<ftp://ftp.isi.edu/mbone/nluug-slides.ps.Z>>.
- [33] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting," Internet Request For Comment 1112, August 1989, <<http://ds.internic.net/rfc/rfc1112.txt>>.
- [34] R. Frederick, "Experiences with real-time software video compression," July 22 1994, <<ftp://parcftp.xerox.com/pub/net-research/nv-paper.ps>>.
- [35] E. Isaacs et al., "A Forum for Supporting Interactive Presentations to Distributed Audiences," *Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW) '94*, Chapel Hill NC, October 1994, pp. 405-416, <<http://www.sun.com/tech/projects/coco/papers.html>>.
- [36] V. Jacobson, "The MBone - Interactive Multimedia on the Internet," slides from a presentation given at U.C. Berkeley (and on the MBone), February 17 1995, <<ftp://ftp.ee.lbl.gov/talks/vj-ucb-feb17.ps.Z>>.
- [38] M. Macedonia and D. Brutzman, "MBone Provides Audio and Video Across the Internet," *Computer*, <<ftp://taurus.cs.nps.navy.mil/pub/mbmg/mbone.html>>.
- [39] Sun Microsystems, Inc., *SunVideo Users's Guide*.
- [40] D. Pan, "Digital Audio Compression," *Digital Technical Journal*, Vol. 5 No. 2, Spring 1993, pp. 28-40, <<ftp://ftp.digital.com/pub/Digital/info/DTJ/mm-05-audio-compress.ps>>.
- [41] C. Poynton, "Frequently Asked Questions about Colour," May 28 1995, <<http://www.inforamp.net/~poynton/Poynton-colour.html>>.
- [42] M. Sattler, "CU-SeeMe Desktop Videoconferencing," WWW page, June 1995, <<http://www.cu-seeme.cornell.edu/>>.
- [43] G. van Rossum, "Frequently Asked Questions: Audio File Formats," January 2, 1995, <<ftp://cwi.nl/pub/audio/AudioFormats.part1>>
<<ftp://cwi.nl/pub/audio/AudioFormats.part2>>.
- [44] Microsoft Documentation for NetMeeting 2.0, <<http://www.microsoft.com/netmeeting>>.
- [45] Summersoft V-Fone Documentation, <<http://www.summersoft.com>>.
- [46] Multimedia Integrated Conferencing Europe - The MICE project,

- <<http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/mice>>.
- [47] Videoconferencing FAQ, <<http://www.bitsout.com/faqtoc.htm>>.
- [49] Videoconferencing Newsgroup, <comp.dcom.videoconf>.
- [50] Schulzrinne H., “Personal Mobility for Multimedia Services in the Internet” IMDS ’96, March 1996, <<ftp://ftp.fokus.gmd.de/pub/step/papers/Schu9603:Personal.ps.gz>>.
- [51] Schooler, E.M., “Case Study: Multimedia Conference Control in a Packet-switched Teleconferencing System” Journal of Internetworking: Research and Experience, June 1993 <<ftp://ftp.isi.edu/pub/hpcc-papers/mmc/joi.ps>>.
- [52] Todd Montgomery, NASA/Berkeley, Concurrent Engineering Research Center <<http://research.ivv.nasa.gov/projects/RMP/RMP.html>>.
- [53] Sun Microsystems Computer Corporation, “Cell image - compression”.
- [54] Jon Crowcroft, Ian Wakeman, Mark Handley, Stuart Clayman and Paul White, “Internetworking Multimedia” UCL Press, 1996