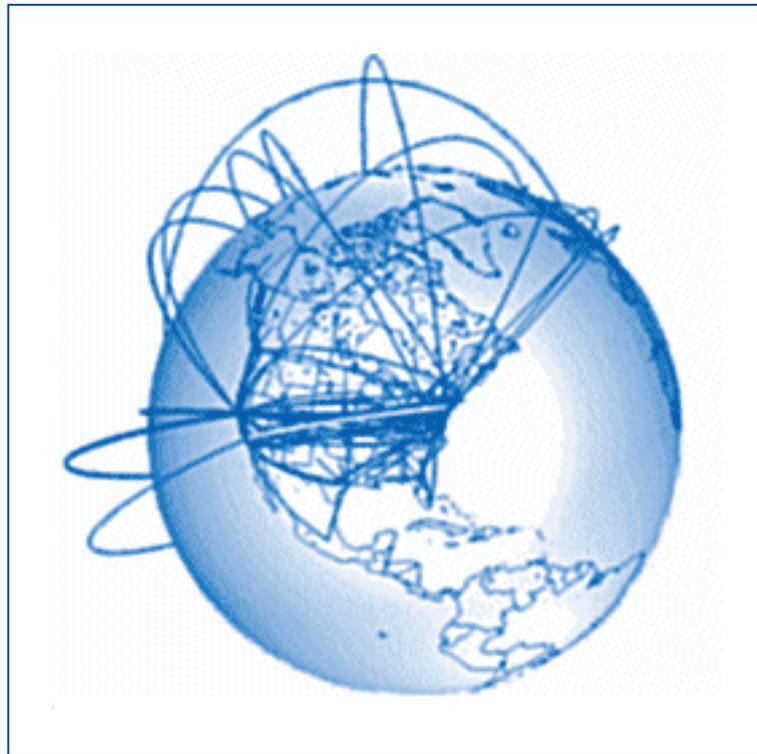




ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΒΟΝΕ ΚΑΙ Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΗΛΕΔΙΑΣΚΕΨΗΣ



ΜΕ ΧΡΗΣΗ AUDIO ΚΑΙ VIDEO

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΠΕΤΡΑΚΗ ΕΥΣΕΒΕΙΑ
ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΣΓΑΡΔΩΝΗ ΒΙΚΤΩΡΙΑ

ΑΡΤΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 Internet	1
1.2 Multimedia	1
1.3 Internet και Multimedia	2
1.4 Τηλεδιάσκεψη	3
1.4.1 Βασικές Αρχές της Τηλεδιάσκεψης.....	3
1.5 Multicasting στο Internet.....	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

2.1 Εισαγωγή	9
2.2 Multicast Networks	9
2.3 Μέγεθος και Τοπολογία του MBONE	10
2.4 Εύρος Ζώνης	11
2.4.1 ADSL	12
2.4.1.1 Συνδεσμολογίες ADSL (splitterless και splitter-based)	14
2.4.1.2 Πλεονεκτήματα του ADSL	15
2.5 Ποιοι λειτουργούν το MBONE	16
2.6 Multicast Tools	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

3.1 Εισαγωγή	18
3.2 Multicast Datagram	18
3.3 Multicast Groups	18
3.4 Group Membership Protocol	19
3.5 Addressing και TTL	20
3.5.1 Δεσμευμένα Πεδία Διευθύνσεων.....	20
3.6 Μετάδοση και Παράδοση των Multicast Datagram.....	21

3.7	Internet Group Management Protocol (IGMP)	21
3.8	IP Multicast Tunnels	22
3.9	Τεχνικές Προώθησης Multicast Πακέτων	24
3.9.1	Flooding	24
3.9.2	Spanning Tree	25
3.9.3	Reverse Path Broadcasting (RPB)	25
3.9.3.1	Λειτουργία	25
3.9.3.2	Πλεονεκτήματα και Περιορισμοί	27
3.9.4	Truncated Reverse Path Broadcasting	28
3.9.5	Reverse Path Multicasting	28
3.9.5.1	Λειτουργία	29
3.9.5.2	Περιορισμοί	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

4.1	Εισαγωγή	31
4.2	IP Multicast Routing	32
4.2.1	To Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)	32
4.2.2	Multicast Open Shortest Path First (MOSPF)	35
4.2.3	Core Based Trees (CBT)	36
4.2.4	Protocol-Independent Multicast (PIM)	38
4.2.4.1	Protocol-Independent Multicast Dense-Mode (PIM-DM)	38
4.2.4.2	Protocol-Independent Multicast Sparse-Mode (PIM-SM)	38
4.2.5	Διαλειτουργικότητα ανάμεσα στα Multicast Routing Protocols	40
4.3	Real Time Multimedia	41
4.3.1	Real Time Protocol (RTP)	41
4.3.2	Real-Time Control Protocol	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

5.1	Εισαγωγή	44
5.2	Εργαλεία Λογισμικού	44

5.3	Εγκατάσταση	46
5.4	Περιγραφή Multicast Εργαλείων	47
5.4.1	Οδηγίες χρήσεις του SDR	47
5.4.1.1	Βοήθεια	49
5.4.1.2	Balloon Help	49
5.4.1.3	Που μπορώ να δω ποια session υπάρχουν;	49
5.4.1.3.1	Κύριο Παράθυρο	49
5.4.1.3.2	Daily Listings Window.....	50
5.4.1.4	Συμμετοχή σε ένα session	51
5.4.1.4.1	Συμμετοχή σε ένα session από το Κύριο Παράθυρο	51
5.4.1.4.2	Συμμετοχή σε ένα session από το Session Information Window	51
5.4.1.4.3	Ανεξάρτητο Ξεκίνημα των Εργαλείων	51
5.4.1.5	SDR Session Information Window.....	51
5.4.1.6	Δημιουργία ενός session announcement	55
5.4.1.7	Δημιουργία Quick Call	60
5.4.2	Οδηγίες χρήσεις RAT.....	62
5.4.2.1	Πριν ξεκινήσετε.....	62
5.4.2.2	RAT Main Window.....	63
5.4.2.3	RAT Options Window	64
5.4.3	Οδηγίες χρήσεις VIC	66
5.4.3.1	Πριν ξεκινήσετε.....	66
5.4.3.2	VIC Main Window	66
5.4.3.3	VIC Menu Window.....	70
5.5	Υλοποίηση Διασκέψεων	73
5.6	ΕΔΕΤ	75
5.6.1	Σύνδεση με το ΕΔΕΤ	77
5.6.1.1	Ανακοίνωση δικτύων multicast συνδεδεμένων φορέων	77
5.6.2.1	Πρωτόκολλα Πυκνής Δρομολόγησης (Dense Mode)	79
5.6.1.2.2	Πρωτόκολλα Αραιής Δρομολόγησης (Sparse Mode)	79
5.6.1.3	Διασύνδεση περιοχών PIM-SM.....	82
5.6.1.4	Υλοποίηση της Τρίτης Διάσκεψης	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

6.1 Software.....	84
6.2 Απαιτούμενες Περιφερειακές Μονάδες	85
6.3 Network Bandwidth.....	85

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	88
7.2 Το MBONE και οι επιχειρήσεις	88
7.2.1 Συνεργασία	88
7.2.2 Πωλήσεις	89
7.2.3 Υπηρεσίες	90
7.3 Το MBONE και η Ψυχαγωγία.....	90
7.3.1 Ζωντανές Μεταδόσεις	91
7.3.2 Ραδιόφωνο και Τηλεόραση	93
7.3.3 Παιχνίδια	93
7.4 Το MBONE και η Εκπαίδευση	94
7.4.1 Εκπαίδευση εξ Αποστάσεως	94
7.4.2 Διασκέψεις	94
 BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 Internet

Το Διαδίκτυο είναι να παγκόσμιο δίκτυο υπολογιστών και περιφερειακών που είναι άμεσα αναγνωρίσιμοι και διαχωρίσιμοι. Οι υπολογιστές αυτοί έχουν καθιερωμένους (standardized) τρόπους επικοινωνίας με τους οποίους είναι δυνατή η ανταλλαγή πληροφοριών από και προς τον καθένα από αυτούς (τους υπολογιστές) ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους τοποθεσία. Με πιο απλά λόγια είναι μία διεθνής συλλογή από μικρότερα δίκτυα, υπολογιστές, και από τους ανθρώπους που τα χρησιμοποιούν. Από μερικές εκτιμήσεις, τουλάχιστον 35 εκατομμύρια άνθρωποι έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Οι εμπορικές on-line υπηρεσίες (COMPUServe, America Online, Delphi, και τα λοιπά) είναι μέρος του δικτύου. Το συγκρότημα των ηλεκτρονικών υπολογιστών της επιχείρησής σας ή του σχολείου μπορεί να είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο. Ο οποιοσδήποτε μπορεί να έχει λογαριασμό στο διαδίκτυο.

Οι χρήστες του διαδικτύου μπορούν να ανταλλάξουν e-mail ο ένας με τον άλλον, να αντιγράψουν αρχεία από υπολογιστή σε υπολογιστή (ακόμα κι αν αυτοί οι υπολογιστές είναι χιλιάδες μίλια μακριά), να παίξουν παιχνίδια, να έχουν πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων για πληροφορίες και πολλά ακόμα. Στην πραγματικότητα, οι χρήστες του διαδικτύου μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους υπολογιστές τους για να επικοινωνούν, με αμέτρητους καταπληκτικούς τρόπους. Μερικοί άνθρωποι περνούν πολλές ώρες κάθε ημέρα αναζητώντας πληροφορίες στο World Wide Web ή διαβάζοντας και στέλνοντας μηνύματα. Επίσης είναι δυνατόν κάποιος να αγοράσει από το διαδίκτυο από εκτυπωτές μέχρι ρούχα αρκεί να συνδεθεί με αυτό.

1.2 Multimedia

Γενικά, τα πολυμέσα είναι ο συνδυασμός περισσότερων από ενός μέσων όπως κείμενο, γραφική παράσταση, ήχος, ταινίες κ.τ.λ. Η λέξη πολυμέσα υπάρχει εδώ και χρόνια, μέσω του κινηματογράφου και της τηλεόρασης, αλλά ο όρος πολυμέσα αναφέρεται σχεδόν αποκλειστικά στην τεχνολογία των υπολογιστών. Παραδείγματος χάριν, χιλιάδες CD-ROM, παιχνίδια υπολογιστών, και εκπαιδευτικά προγράμματα προσφέρουν επί της οθόνης κείμενο που συνδυάζεται με βίντεο, μουσική και αφήγηση.

Σαν παράδειγμα των πολυμέσων, σκεφτείτε την ταινία Jurassic Park. Η συγκεκριμένη ταινία υπήρξε από τις πρώτες όπου, η τεχνολογία υπολογιστών πηγαίνει τα πολυμέσα δύο βήματα περαιτέρω.

Κατ' αρχάς, κρύβει τον υπολογιστή και δεύτερον, ενσωματώνει την αίσθηση της αφήs. Αισθάνεστε τις εικόνες τόσο όσο ακούτε ή βλέπετε. Σε έναν μικρότερο βαθμό, τα τρισδιάστατα παιχνίδια ολοκληρώνουν τον ίδιο στόχο.

Το Διαδίκτυο έχει υπάρξει σίτι για τα πολυμέσα-γραφικές παραστάσεις, animation, αρχεία ήχου - για πολλά χρόνια. Επειδή όμως οι γραφικές παραστάσεις, το animation και τα αρχεία ήχου είναι αρκετά μεγάλα σε μέγεθος, παίρνουν αρκετό χρόνο για να τα

κατεβάσει κάποιος. Για αυτόν τον λόγο, η διαθεσιμότητά τους έχει περιοριστεί αισθητά για τους κανονικούς χρήστες.

Τα αληθινά πολυμέσα σημαίνουν, εν μέρει, να κάνουν όλα εκείνα τα πράγματα που μπορούν ήδη να κάνουν, αλλά χωρίς την ατέλειωτη αναμονή. Τα πολυμέσα υποτίθεται ότι είναι μια διαλογική προσπάθεια, αλλά μέχρι τώρα το Διαδίκτυο και τα πολυμέσα δεν είναι τόσο αλληλεπιδραστικά. Τα αληθινά πολυμέσα θα παραδίδουν τις πληροφορίες αρκετά γρήγορα, τόσο ώστε δεν θα έχετε χρόνο να κάνετε οτιδήποτε άλλο ενώ κάποιο αρχείο ήχου διαβιβάζεται στον υπολογιστή σας.

Ο συνδυασμός των πολυμέσων και του Διαδικτύου έχει νόημα. Οι άνθρωποι συμπαθούν τα πολυμέσα στους υπολογιστές τους. Είναι διασκεδαστικά και συχνά καθιστά σύνθετους υπολογιστές λίγο ευκολότερους στην χρήση. Το Διαδίκτυο, χρειάζεται εικόνες και ήχο ώστε να μπορεί να καταστεί πιο κατανοητό στις μάζες.

1.3 Internet και Multimedia

Παλαιότερα οι λέξεις Διαδίκτυο και πολυμέσα σπάνια αναφερόντουσαν μαζί. Αν και μπορούσατε να κατεβάσετε εικόνες GIF ή αρχεία ήχου από ένα FTP site και να δείτε τις εικόνες ή να ακούσετε την μουσική στο PC σας, η ίδια η εμπειρία Διαδικτύου ήταν μακριά από αυτό που γνωρίζουμε σήμερα. Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο ήταν όπως η ανάγνωση μιας εφημερίδας για το χρηματιστήριο, πολλές καλές πληροφορίες αλλά γκρίζες χωρίς εικόνες.

Το 1993, ένα πρόγραμμα υπολογιστών το Mosaic τα άλλαξε όλα αυτά. Το Mosaic είναι ένας φυλλομετρητής ιστού (browser), ένα πρόγραμμα που επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιούν την υπηρεσία World Wide Web του Διαδικτύου. Για πρώτη φορά, τα αληθινά πολυμέσα - η μίξη των διάφορων μέσων όπως κείμενο, εικόνες, ήχοι και ταινίες - ήρθαν στο Διαδίκτυο. Σήμερα, όχι μόνο μπορείτε να κατεβάσετε εκείνα τα είδη αρχείων, αλλά μπορείτε επίσης να τα δοκιμάσετε ενώ είστε on-line. Και εάν έχετε κάτι να πείτε, μπορείτε ακόμη και να παρουσιάσετε τις πληροφορίες σας, πλήρεις με τα μικτά μέσα, στην δικιά σας ιστοσελίδα.

Το World Wide Web συνεχίζει να αυξάνει την δημοτικότητα του, αλλά οι περισσότεροι από μας έχουν περιορισμένους πόρους εύρους ζώνης. Οι μέσες ταχύτητες που χρησιμοποιούνται δεν είναι αρκετά γρήγορες γιατί στον κόσμο των πλήρων πολυμέσων πρόκειται να χρειαστούμε γρηγορότερη πρόσβαση. Με αυτές τις ταχύτητες, τα αρχεία ήχου και video παίρνουν περισσότερη ώρα να κατέβουν από όση χρειάζεται στην πραγματικότητα.

Οι σημαντικές τεχνολογίες παίρνουν το χρόνο να αναπτυχθούν. Μερικές φορές, μια τεχνολογία είναι τόσο σύνθετη που έτη έρευνας απαιτούνται για να λειτουργήσει. Άλλες φορές, η τεχνολογία απαιτεί τόσες σχετιζόμενες τεχνολογίες όπου λίγοι άνθρωποι στον κόσμο έχουν τον απαραίτητο εξοπλισμό για να καταλάβουν την συγκεκριμένη τεχνολογία. Τα τελευταία χρόνια, κάτι αποκαλούμενο MBONE έχει κάνει την εμφάνιση του στο Διαδίκτυο αργά και πειραματικά. Αλλά η χρήση του πρόκειται να αυξηθεί εκθε-

τικά, επειδή σύντομα θα έχουμε πρόσβαση σε τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για να φέρουν το MBONE στα σπίτια και τα γραφεία μας.

1.4 Τηλεδιάσκεψη

Η τηλεδιάσκεψη σε ειδικά εξοπλισμένα δωμάτια έχει χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές σαν ένας τρόπος συνομιλίας μεταξύ ανθρώπων σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. 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.

1.4.1 Βασικές Αρχές της Τηλεδιάσκεψης

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 μετρείται 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.

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 μεγαλύτερα σε bandwidth δίκτυα της εποχής μας είναι το Ethernet, το ISDN, το ATM, το DSL κ.α. 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.

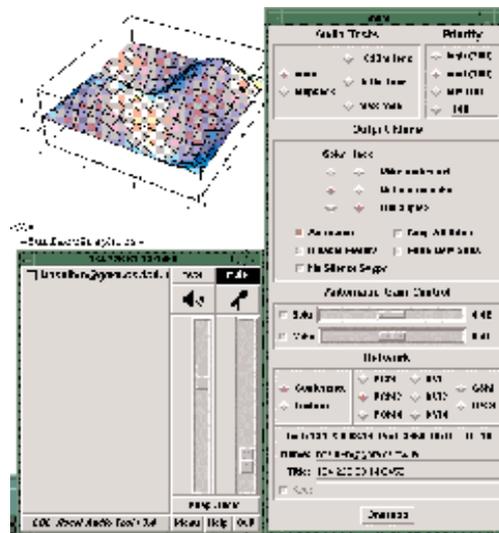
Ποιο όμως είναι το καλύτερο δίκτυο για videoconference; Θεωρητικά από την στιγμή που η τηλεδιάσκεψη τροφοδοτεί το δίκτυο με μία συνεχή ροή δεδομένων και το "packet switched" δεν εγγυάται ότι το απαιτούμενο bandwidth είναι πάντα διαθέσιμο τότε το "circuit switched" δίκτυο είναι καλύτερο. Όμως αυτό δεν 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, τοπικής εμβέλειας, 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.

1.5 Multicasting στο Internet

Στη σύντομη ιστορία του, το Διαδίκτυο έχει δει πολλές επαναστάσεις. Αρχικά ήρθε η επανάσταση στις παγκόσμιες επικοινωνίες με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και το USENET. Μετά από αυτό, το FTP και ο Gopher έφεραν την επανάσταση στην διανομή πληροφοριών. Τα τελευταία χρόνια, το World Wide Web καινοτόμησε στην παρουσίαση των πληροφοριών. Οι κυβερνήσεις, τα περιοδικά, τα τηλεοπτικά δίκτυα, οι επιχειρήσεις, απευθύνονται στον Ιστό για να πλησιάσουν το ακροατήριό τους.

Αλλά η σημαντικότερη επανάσταση από όλες είναι το MBONE. Μέσω αυτού θα μπορούν να πραγματοποιούνται στο Διαδίκτυο πολυμεσικές επικοινωνίες σε πραγματικό χρόνο. Στην ουσία, θα γίνει το μέσο για την λειτουργία διαλογικής αίθουσας συνεδριάσεων, σχολικής τάξης, τηλεόρασης, κινηματογράφου, τηλεοπτικών παιχνιδιών κ.α. Το MBONE θα καταστήσει πιθανό, τελικά, για όλους μας να μπορούμε να διδάξουμε σε μια on-line τάξη με σπουδαστές από δέκα διαφορετικά κράτη ή να πραγματοποιούμε μια σημαντική συνεδρίαση με ερευνητές από σε όλη την υδρόγειο.



Σχήμα 1.1: Διανομή πληροφοριών χρησιμοποιώντας το MBONE.

Η ικανότητα τηλεδιασκέψεων με πολυμέσα στα δίκτυα των υπολογιστών συγκέντρωνε 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 αλγόριθμους 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, συμπιεστούν 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 έστελνε 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.

Η επόμενη γενεά εργαλείων στο διαδίκτυο θα είναι IP multicast προγράμματα. Τα προγράμματα του MBONE είναι εφαρμογή του IP (Internet Protocol) multicast. Τα πολλαπλής διανομής (multicast) προγράμματα IP αλλάζουν τους κανόνες δίνοντας την δυνατότητα στους χρήστες "να μεταδίδουν" πακέτα πληροφοριών σε όποιον "ακούει," από ότι σ'ένα μεμονωμένο συγκεκριμένο άτομο ή έναν υπολογιστή. Τα πακέτα δεν στέλνονται χωριστά σε κάθε παραλήπτη αντ' αυτού, μόνο ένα πακέτο στέλνεται, αλλά καταλήγει σε όλους τους διευκρινισμένους προορισμούς περίπου στον ίδιο χρόνο.

Το MBONE υπόσχεται μια εξ ολοκλήρου αλλαγή στο πώς ο κόσμος επικοινωνεί. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το MBONE για να κάνετε τα εξής:

- Να συνεργάζεστε με τους συναδέλφους σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας ένα κοινό εικονικό "whiteboard"
- Να ακούτε και να βλέπετε ζωντανές διαλέξεις από διάσημους καθηγητές ή επιστήμονες, και να τους υποβάλετε ακόμη και ερωτήσεις
- Να ακούτε ραδιοσταθμούς που "μεταδίδουν" στο διαδίκτυο
- Να βλέπετε ζωντανές εικόνες των αστροναυτών ενώ βρίσκονται στο διάστημα
- Να πάρετε μέρος σε μια εικονική ανάγνωση ποίησης όπου ακούτε να απαγγέλει ο ίδιος ο ποιητής.
- Να συμμετέχετε σε συνεδριάσεις χωρίς να φεύγετε από το γραφείο σας.

Στο μέλλον, το MBONE μπορεί να καταστήσει πιθανό για σας να κάνετε τα εξής:

- Να μπορείτε να παρακολουθείται μια προσαρμοσμένη έκδοση του CNN από τον υπολογιστή του γραφείου σας.
- Να συμμετέχετε με άλλους 5.000 ανθρώπους σε ένα τεράστιο διηπειρωτικό παιχνίδι υπολογιστών.
- Να δείτε τις επαναλήψεις του αγαπημένου σας σίριαλ και να μοιράζεστε τα σχόλιά σας σε πραγματικό χρόνο με μακρινούς φίλους.
- Να επικοινωνείτε σε πραγματικό χρόνο με 20 άλλους χρήστες όχι όμως μέσω γραπτών μηνυμάτων αλλά με την φωνή σας και πολλά άλλα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

MBONE ΚΑΙ MULTICASTING

2.1 Εισαγωγή

Σήμερα, το **MBONE** είναι ένα κρίσιμο κομμάτι της τεχνολογίας που χρειάζεται να μετατρέψει πολλαπλά δεδομένα- φωνή και τηλεοπτική σύσκεψη στο διαδίκτυο- σε φτηνά και ευκολόχρηστα.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι το MBONE είναι αληθινά η έναρξη της μαζικής επικοινωνίας που μπορεί να αντικαταστήσει την τηλεόραση. Χρησιμοποιημένο καλά, μπορεί να γίνει ένα σημαντικό συστατικό της μαζικής επικοινωνίας. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το MBONE μπορεί να αναπτυχθεί όπως το e-zine (ηλεκτρονικό περιοδικό), προκαλώντας τελικά την δημιουργία εκατοντάδων καναλιών προγραμματισμού. Μερικά κανάλια θα παράγονται επαγγελματικά ενώ άλλα θα είναι πιο ιδιόμορφα. Μια άλλη πιθανότητα είναι ότι μεγάλες επιχειρήσεις θα υιοθετήσουν MBONE ως ένα χαμηλού κόστους τρόπο να διευθύνουν συνεδριάσεις χωρίς όλες τις δαπάνες των εξοπλισμένων δωματίων τηλεδιάσκεψων. Οι μικρότερες επιχειρήσεις θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν το MBONE όπως και οι μεγάλες επιχειρήσεις και αυτό επειδή το MBONE θα ελέγχεται προσωπικά, όχι εμπορικά.

2.2 Multicast Networks

Το multicasting υπάρχει αρκετά χρόνια σε τοπικά δίκτυα όπως το Ethernet και το FDDI. Εντούτοις, με το Internet Protocol (IP) multicast addressing στο στρώμα δικτύων η επικοινωνία ομάδας υπηρεσιών μπορεί να καθιερωθεί σε ολόκληρο το Διαδίκτυο. Το Internet Protocol (IP) multicast addressing είναι πρότυπο Διαδικτύου που αναπτύχθηκε από τον Steve Deering και υποστηρίζεται από διάφορους προμηθευτές όπως η Sun και η Silicon Graphics Inc., έχει κατηγοριοποιηθεί ως IP Class D διεύθυνση.

Η Class D είναι μία κατηγορία η οποία χρησιμοποιείται για σκοπούς multicasting, δηλαδή για αποστολή του περιεχομένου των πακέτων σε πολλά δίκτυα/υπολογιστές ταυτόχρονα. Στην κατηγορία αυτή τα πρώτα τέσσερα bits της διεύθυνσης έχουν τις τιμές 1, 1, 1, 0 και μπορεί να πάρουν τιμές από 224.000.000.000 έως 239.255.255.255. Πολλές επιχειρήσεις ή εταιρείες χρησιμοποιούν τις διευθύνσεις αυτές για συγκεκριμένες αποστολές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail) και μηνυμάτων ή για τηλεδιάσκεψη και άλλες τηλεφαρμογές.

Δυστυχώς, αρκετοί ακόμα δρομολογητές στο διαδίκτυο δεν ξέρουν πώς να χειριστούν το multicasting. Υπάρχουν δρομολογητές που κατασκευάζονται για να κινήσουν τα παραδοσιακά Internet Protocol (IP) unicast πακέτα, πληροφορίες που έχουν έναν ενιαίο, συγκεκριμένο προορισμό.

Ένας **δρομολογητής** είναι μια συσκευή που συνδέει ένα τοπικό δίκτυο -όπως ένα εσωτερικό τοπικό LAN - με ένα δίκτυο ευρείας περιοχής - όπως το Διαδίκτυο. Η δουλειά του δρομολογητή είναι να μεταφερθούν οι πληροφορίες μεταξύ των δύο δικτύων.

Το 1992, μια ομάδα έρευνας στο Internet Engineering Task Force (IETF) δημιούργησε ένα "**virtual network**" (εικονικό δίκτυο) - ένα δίκτυο που τρέχει πάνω από το Διαδίκτυο - και έγραψαν λογισμικό που επιτρέπει στα multicast πακέτα να κινούνται στο δίκτυο. Έχοντας αυτό λογισμικό μπορούσαν να στείλουν τα στοιχεία σε όχι μόνο έναν κόμβο Διαδικτύου, αλλά σε 2 ..10, ή σε 100 κόμβους. Έτσι γεννήθηκε το MBONE.

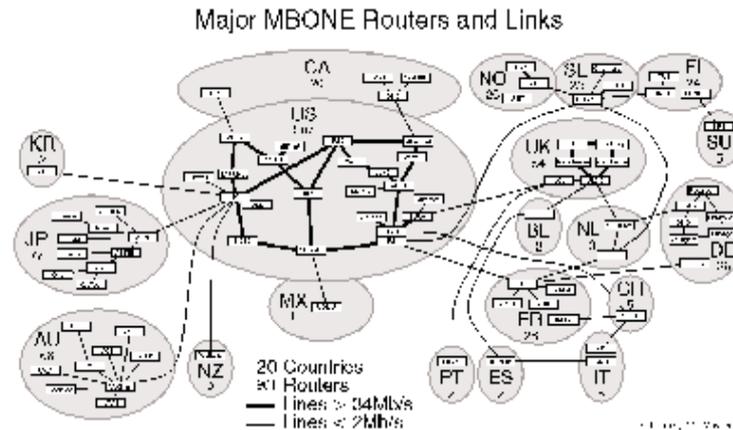
Το όνομα MBONE αποτελεί συντομογραφία του "Virtual Internet backbone for Multicast IP". Το MBONE καλείται εικονικό δίκτυο επειδή μοιράζεται τα ίδια φυσικά μέσα -καλώδια, δρομολογητές κ.τ.λ. - όπως το Διαδίκτυο. Το MBONE επιτρέπει στα multicast πακέτα να ταξιδεύουν μέσω δρομολογητών που κατασκευάζονται για να χειρίζονται μόνο unicast πακέτα. Το λογισμικό που χρησιμοποιεί το MBONE κρύβει τα multicast πακέτα στα παραδοσιακά unicast πακέτα έτσι ώστε οι unicast δρομολογητές να μπορούν να χειριστούν τις πληροφορίες. Το σχέδιο της μεταφοράς των multicast πακέτων με την τοποθέτηση τους στα κανονικά unicast πακέτα καλείται **tunneling**.

Όταν τα πολλαπλής διανομής πακέτα που είναι κρυμμένα σε unicast πακέτα φθάνουν σε έναν δρομολογητή που καταλαβαίνει τα multicast πακέτα, ή σε έναν τερματικό σταθμό στον οποίο τρέχει το σωστό λογισμικό, τα πακέτα αναγνωρίζονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία ως πολλαπλής διανομής πακέτα. Μηχανές (τερματικοί σταθμοί ή δρομολογητές) που είναι εξοπλισμένοι για να υποστηρίξουν multicast IP καλούνται **mrouter**s (πολλαπλής διανομής δρομολογητές). Οι Mrouter s είτε είναι δρομολογητές που μπορούν να χειριστούν multicasting ή (συχνότερα) τερματικοί σταθμοί στους οποίους τρέχει ειδικό λογισμικό που λειτουργεί από κοινού με τους τυποποιημένους δρομολογητές.

Έτσι, ποια η διαφορά μεταξύ multicasting και MBONE; Multicasting είναι μια δυνατότητα δρομολόγησης δικτύων - μια μέθοδος με την οποία τα πακέτα στέλνονται σε περισσότερες από μια περιοχές τη φορά. Το MBONE είναι ένα φυσικό δίκτυο, το οποίο αποτελείται από IP multicast κόμβους οι οποίοι είναι διεσπαρμένοι σε όλο τον κόσμο και συνδεδεμένοι πάνω στο Internet..

2.3 Μέγεθος και Τοπολογία του MBONE

Το 1996, περίπου 2.500 δίκτυα (σε περίπου 40 χώρες) είναι συνδεδεμένα στο MBONE (δείτε το σχήμα 2.1), κάνοντας το μέγεθος του MBONE αυτό που είχε περίπου ολόκληρο το Διαδίκτυο το 1990. Δυστυχώς, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πόσοι άνθρωποι μέσα από κάθε ένα από τα 2.500 δίκτυα μπορούν να έχουν πρόσβαση στο MBONE.



Σχήμα 2.1: Τοπολογία του MBONE.

Το μέγεθος του MBONE, έναντι στο Διαδίκτυο συνολικά, είναι σχετικά μικρό. Τον Φεβρουάριο του 1995 48.500 υποδίκτυα ήταν συνδεδεμένα με το Διαδίκτυο, έτσι το MBONE ήταν διαθέσιμο σε κατά προσέγγιση 3.5 % του Διαδικτύου.

Η τοπολογία MBONE και ο σχεδιασμός των multicast συσκέψεων πρέπει να διαχειρίζονται από την κοινότητα του MBONE ώστε να ελαχιστοποιηθεί η συμφόρηση. Υπάρχουν ζητήματα που μπορούν να ασκήσουν σημαντική επίδραση στην απόδοση δικτύων. Παραδείγματος χάριν, ένα default video καταναλώνει περίπου 128 Kbps (kilobits ανά δευτερόλεπτο) του εύρους ζώνης, το οποίο είναι σχεδόν 10 τοις εκατό μιας κοινής γραμμής. Διάφορες ταυτόχρονες υψηλού-εύρους ζώνης διασκέψεις μπορούν εύκολα να διαποτίσουν τις συνδέσεις και τους δρομολογητές δικτύων. Αυτό το πρόβλημα συντίθεται από το γεγονός ότι οι δρομολογητές τερματικών σταθμών που χρησιμοποιούνται από το MBONE δεν είναι κανονικά τόσο γρήγοροι ή τόσο γεροί όσο οι δρομολογητές που χρησιμοποιούνται στο μεγαλύτερο μέρος του Διαδικτύου.

2.4 Εύρος Ζώνης

Ακόμα κι αν οι χρήστες έχουν το υλικό για να κάνουν multicasting σήμερα, ένα άλλο τεράστιο εμπόδιο αποτρέπει το MBONE από το να καταλάβει το Διαδίκτυο: Οι περισσότεροι χρήστες δεν έχουν αρκετό εύρος ζώνης. Ένα multicast video stream 1 έως 4 πλαισίων ανά δευτερόλεπτο τρώει περίπου 128Kbps του εύρους ζώνης και σας δίνει αργό, κακής ποιότητας βίντεο. Θυμηθείτε εν τούτοις, ότι ένα video stream χρησιμοποιεί το ίδιο εύρος ζώνης είτε εάν παραλαμβάνεται από 1 τερματικό σταθμό είτε από 100.

Μια dual-channel γραμμή ISDN μπορεί να μεταφέρει τα δεδομένα με ταχύτητα 128Kbps, έτσι εάν είστε ένας από αυτούς που έχουν ISDN, έχετε αρκετό εύρος ζώνης για να λάβετε multicast βίντεο. (Η αποστολή βίντεο απαιτεί άλλα 128Kbps, το οποίο κάνει τη χρησιμοποίηση του ISDN για διπλής κατεύθυνσης συνεδρίαση μέσω video

μόλις ανεκτή, εάν όχι αδύνατη.) Οι περισσότεροι ειδικοί συμφωνούν ότι προκειμένου να γίνει το multicasting αποτελεσματικό χρειαζόμαστε γρηγορότερες συνδέσεις με το Διαδίκτυο (αν και μερικοί χρήστες έχουν κατορθώσει να θέσουν σε λειτουργία τα εργαλεία με 56Kbps). Ένα video stream 128K χρησιμοποιεί σχεδόν το 10 τοις εκατό μιας γραμμής T1, διάφορες ταυτόχρονες υψηλού εύρους ζώνης σύνοδοι μπορούν εύκολα να διαποτίσουν τις συνδέσεις δικτύων.

Τον τελευταίο καιρό γίνεται πολύ λόγος για την τεχνολογία ADSL. Το ADSL είναι μια καινούργια τεχνολογία η οποία εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων (δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής.

2.4.1 ADSL

Το ADSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Asymmetric Digital Subscriber Line. Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (640 kbps upstream). Το σημαντικότερο είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε, αλλά είναι εξ' ολοκλήρου στη διάθεσή μας. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα και φθάνει τα:

1,5 Mbps για απόσταση **5,5 km**

2,0 Mbps για απόσταση **4,9 km**

6,3 Mbps για απόσταση **3,6 km**

8,4 Mbps για απόσταση **2,7 km**

Όπως προαναφέραμε το ADSL προσφέρει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Αυτό γίνεται εφικτό χάρη στους εξελιγμένους αλγόριθμους και στη βελτιωμένη ψηφιακή επεξεργασία σήματος, τα οποία συμπιέζουν σε μεγάλο βαθμό την πληροφορία που μεταδίδεται μέσα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια, καθώς επίσης και στη βελτίωση των μετασχηματιστών, των αναλογικών φίλτρων και των μετατροπέων σήματος (από αναλογικό σε ψηφιακό).

Τα ADSL modems κυκλοφορούν στο εμπόριο (τουλάχιστον για το εξωτερικό) σε διαφορετικούς ρυθμούς ταχυτήτων. Η "μικρότερη έκδοση" παρέχει 1,5 με 2 Mbps για τη λήψη δεδομένων (downstream) και 16 kbps για την αποστολή δεδομένων (upstream).

Οι τηλεφωνικές γραμμές μεγάλου μήκους προκαλούν μεγάλη εξασθένιση στα σήματα υψηλών συχνοτήτων που μπορεί να φτάσει και τα 90 dB στο 1 MHz (το οποίο αποτελεί το άνω όριο της ζώνης που χρησιμοποιεί το ADSL), υποχρεώνοντας έτσι τα ADSL modems να "δουλεύουν πολύ σκληρά" για να πετύχουν μεγάλο δυναμικό εύρος, να δια-

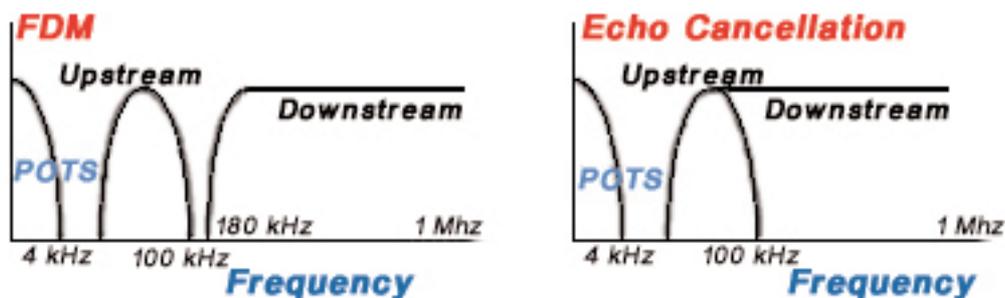
χωρίσουν τα κανάλια και να κρατήσουν το θόρυβο σε χαμηλά επίπεδα. Για τον απλό χρήστη το ADSL φαίνεται κάτι απλό -διαφανείς "σωλήνες" σύγχρονων δεδομένων διαφορετικών ταχυτήτων πάνω από απλές τηλεφωνικές γραμμές. Μέσα στα ADSL modems, όπου όλα τα τρανζίστορες λειτουργούν, υπάρχει ένα θαύμα τεχνολογίας.

Για να δημιουργηθούν πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας, τα ADSL modems χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης μιας τηλεφωνικής γραμμής με ένα από τους δυο ακόλουθους τρόπους- α) **Πολυπλεξία στη συχνότητα** (Frequency Division Multiplexing) ή β) **Καταστολή της ηχούς** (Echo Cancellation).

- α) Με την πολυπλεξία στη συχνότητα δεσμεύεται μία ζώνη για τα δεδομένα λήψης (256 διακριτά κανάλια σε φάσμα 26 kHz μέχρι 1,2 MHz) και μια άλλη ζώνη για τα δεδομένα αποστολής. Το μονοπάτι για τα δεδομένα λήψης χωρίζεται στη συνέχεια μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο σε ένα ή περισσότερα κανάλια υψηλής ταχύτητας και σε ένα ή περισσότερα κανάλια χαμηλής ταχύτητας. Το μονοπάτι για τα δεδομένα αποστολής πολυπλέκεται επίσης σε αντίστοιχα κανάλια χαμηλής ταχύτητας.
- β) Με την καταστολή της ηχούς η ζώνη για τα δεδομένα αποστολής επικαλύπτεται με τη ζώνη για τα δεδομένα λήψης και αυτές στη συνέχεια διαχωρίζονται μέσω τοπικής καταστολής της ηχούς, μια τεχνικής γνωστής στα V.32 και V.34 modems.

Οποιαδήποτε από τις δύο τεχνικές χρησιμοποιηθεί, το ADSL διαχωρίζει μια περιοχή 4 kHz (κανάλι φωνής) για απλή τηλεφωνία (POTS) κοντά στη DC περιοχή της ζώνης. Επίσης, κάθε ένα από τα 256 κανάλια μπορεί να μεταφέρει (μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο) μέχρι 32 kbps. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα που μπορούμε να πετύχουμε με την τεχνολογία ADSL είναι

$$256 * 32 \text{ kbps} = 8.192 \text{ Mbps}$$



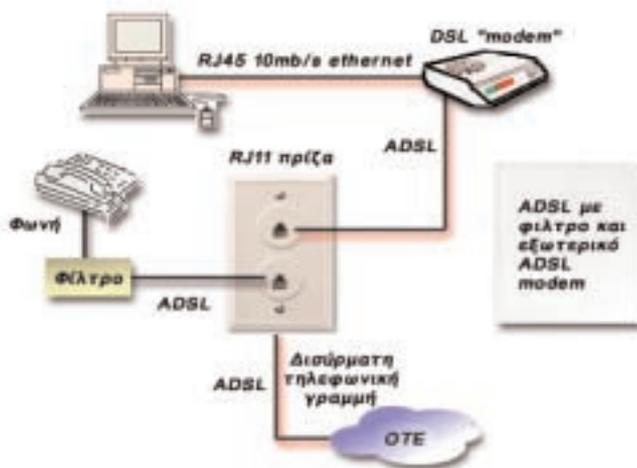
Ένα ADSL modem οργανώνει σε μπλοκ τις ροές των δεδομένων που δημιουργούνται από την πολυπλεξία των καναλιών λήψης και των καναλιών αμφίδρομης επικοινωνίας και στη συνέχεια προσαρτεί ένα κώδικα διόρθωσης σφαλμάτων σε κάθε μπλοκ. Ο δέκτης στη συνέχεια διορθώνει τα σφάλματα που δημιουργούνται κατά την αποστολή των μπλοκ. Έτσι, ακόμη και σε κινούμενη εικόνα (MPEG video) όπου τα σφάλματα μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητά της, επιτυγχάνονται πολύ μικροί ρυθμοί σφαλμάτων (BER μικρότερο του $1/10^9$).

2.4.1.1 Συνδεσμολογίες ADSL (splitterless και splitter-based)

Όταν παίρνουμε ADSL στο σπίτι μας (για την Ελλάδα θα περιμένουμε λίγο ακόμα μέχρι να περάσει το ADSL από την πιλοτική φάση στη φάση παρεχόμενης υπηρεσίας) ο τηλεπικοινωνιακός παροχέας τοποθετεί μία συσκευή στον πελάτη (Network Interface Device - NID) η οποία διαχωρίζει τις συχνότητες της φωνής, που κυμαίνονται μεταξύ 0 - 4kHz, από τις υψηλότερες συχνότητες των DSL σημάτων (25kHz - 1,1MHz). Ο διαχωριστής των σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων, ένα χαμηλοπερατό φίλτρο, είναι μια παθητική συσκευή, δηλαδή δεν χρειάζεται επιπλέον παροχή ρεύματος και μπορεί να συνεχίζει να λειτουργεί αν υπάρξει τοπική διακοπή παροχής ρεύματος.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες DSL, η **splitter-based** και η **splitterless**. Και στις δύο περιπτώσεις στο σπίτι μας φθάνει ένα δισύρματο καλώδιο. Ωστόσο, για την splitter-based τεχνολογία απαιτείται η εγκατάσταση ενός διαχωριστή σήματος από την τηλεφωνική εταιρία στο χώρο του συνδρομητή (είτε μέσα στο σπίτι είτε έξω από αυτό) ώστε να διαχωριστεί το σήμα της φωνής από το σήμα που μεταφέρει τα δεδομένα. Για τη splitterless τεχνολογία, δεν έχουμε διαχωρισμό των δύο σημάτων. Η τεχνολογία splitterless είναι γνωστή και ως "**Universal DSL**" ή "**G.Lite**" ή "**DSL Lite**".

- Με το splitterless DSL, το DSL modem συνδέεται απευθείας με την τηλεφωνική γραμμή, όπως και οι τηλεφωνικές συσκευές (Σχ 2.2). Το modem περιέχει ειδικά chips που διαχωρίζουν τα σήματα, αλλά λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ ώστε να μη δημιουργούν παρεμβολές στα σήματα της φωνής. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μικρότερη σε σχέση με το splitter-based DSL. Επιπλέον, οι τηλεφωνικές συσκευές απαιτούν την ύπαρξη ενός φίλτρου που θα παρεμποδίζει τα σήματα DSL (δεδομένων), τα οποία μπορεί να ακουστούν ως θόρυβος στη γραμμή και να παρεμβάλλουν την κανονική λειτουργία του τηλεφώνου.



Σχήμα 2.2: Splitterless Συνδεσμολογία

Από την άλλη, με το splitter-based DSL, το σήμα DSL (δεδομένων) διαχωρίζεται από τη γραμμή του τηλεφώνου και με διαφορετικό καλώδιο οδεύει προς το modem (Σχήμα 2.3). Αυτό απαιτεί, όπως καταλαβαίνουμε, επιπλέον καλωδίωση που στοιχίζει, όπως στοιχίζει επίσης και ο διαχωριστής σήματος. Το καλώδιο του modem συνδέεται μέσω διεπιφάνειας (NIC-Network Interface Card) η οποία συνήθως είναι μία κάρτα ethernet ή ένα hub το οποίο θα συνδέεται σε τοπικό δίκτυο.



Σχήμα 2.3: Splitter-based Συνδεσμολογία

2.4.1.2 Πλεονεκτήματα του ADSL

Το ADSL μετατρέπει τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές σε μονοπάτια διέλευσης δεδομένων υψηλής ταχύτητας. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το ADSL είναι τα ακόλουθα:

- Επιτρέπει ταυτόχρονη χρήση της τηλεφωνικής συσκευής και του modem για σύνδεση στο Διαδίκτυο, με υψηλές ταχύτητες για τη λήψη δεδομένων.
- Η σύνδεση με τον παροχέα διαδικτύου (ISP) είναι μονίμως διαθέσιμη, 24 ώρες το 24ωρο. Συνεπώς δε χρειάζεται να περιμένουμε διαθέσιμο modem ή ελεύθερη γραμμή πρόσβασης προκειμένου να συνδεθούμε στο Διαδίκτυο, όπως γίνεται μέχρι σήμερα.
- Το ADSL, λόγω των υψηλών ταχυτήτων που προσφέρει, μπορεί να υποστηρίξει υπηρεσίες πολυμέσων, όπως video-on-demand, home shopping, απομακρυσμένη πρόσβαση σε τοπικό δίκτυο. Οι παραπάνω εφαρμογές δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε μεταφορά δεδομένων προς το Διαδίκτυο (upstream). Για παράδειγμα MPEG ταινίες απαιτούν 1,5 με 3 Mbps για λήψη δεδομένων (downstream), ενώ χρειάζονται μόνο 16 με 64 kbps για μετάδοση δεδομένων (upstream). Τα πρωτόκολλα που ελέγχουν την πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή ένα τοπικό δίκτυο απαιτούν συνήθως υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων (upstream), αλλά τις περισσότερες φορές ένας λόγος εύρους ζώνης λήψης προς μετάδοση δεδομένων 10 προς 1 είναι ικανοποιητικός.

- Άλλες εφαρμογές που μπορεί να υποστηρίξει το ADSL είναι η τηλεδιάσκεψη, η τηλεργασία και η τηλεϊατρική.

2.5 Ποιοι λειτουργούν το MBONE

Μπορεί να εκπλαγείτε εάν μάθετε ότι κανένας δεν είναι πραγματικά υπεύθυνος για την τοπογραφία του MBONE και τον σχεδιασμό γεγονότων. Σαν το ίδιο το Διαδίκτυο, η αύξηση του MBONE έχει βασιστεί στην αμοιβαία συνεργασία μεταξύ των φορέων παροχής υπηρεσιών δικτύων και των χρηστών. Η κοινότητα MBONE είναι ενεργός και ανοικτή. Η εργασία για τα εργαλεία, τα πρωτόκολλα, τα πρότυπα, τις εφαρμογές και τα γεγονότα είναι μια συνεταιριστική διεθνής προσπάθεια. Η συνεργασία είναι απαραίτητη και ουσιώδης λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης σε πολλά δίκτυα (παράδειγμα στις διηπειρωτικές συνδέσεις).

2.6 Multicast Tools

Υπάρχουν διάφορα εργαλεία που ένας χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει προκειμένου να εκμεταλλευτεί την IP multicast τεχνολογία. Τα εργαλεία αυτά προσφέρουν ποικίλες υπηρεσίες. Παραδείγματος χάριν, μπορούν να προσφέρουν τηλεδιάσκεψη με γραπτά κείμενα, δηλαδή ομαδική επικοινωνία πολλών ή λίγων ατόμων και ανταλλαγή γραπτών μηνυμάτων σε πραγματικό χρόνο (με προγράμματα τύπου IRC, MUDs, MOOs). Επίσης υπάρχει η δυνατότητα των μοιραζόμενων πινάκων(whiteboards). Πρόκειται ίσως για ένα από τα πιο απλά είδη εφαρμογών. Τα προγράμματα αυτά επιτρέπουν το μοίρασμα ενός παραθύρου του υπολογιστή σε πολλούς χρήστες. Κάθε χρήστης έχει στη διάθεση του κάποια εργαλεία με τα οποία μπορεί να γράψει και να σχεδιάσει πάνω σε αυτό το παράθυρο. Δηλαδή, το παράθυρο παίζει το ρόλο του πίνακα. Με κάποιο απλό τρόπο, όπως διαφορετικά χρώματα, διαχωρίζεται η είσοδος του κάθε χρήστη. Το background του πίνακα μπορεί να είναι κενό ή να υπάρχει κάποια εικόνα. Η δεύτερη περίπτωση διευκολύνει την περίπτωση που το αντικείμενο της συνεργασίας είναι κάποιο έγγραφο. Μέσω του μοιραζόμενου πίνακα, οι χρήστες μπορούν να κάνουν, απ' ευθείας πάνω στο έγγραφο, διορθώσεις και σχόλια.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα τηλεδιάσκεψης με εικόνα (video) και φωνή (audio) σε σύγχρονη ή ασύγχρονη επικοινωνία, ή η τηλεδιάσκεψη μόνο με φωνή. Αν ο υπολογιστής έχει κάρτα ήχου, μικρόφωνο, ηχεία και είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο υπολογιστών μπορεί κάποιος να μιλήσει σε πραγματικό χρόνο από μικρόφωνο όπως μιλάει και στο τηλέφωνο (με πρόγραμμα όπως το I-phone). Μπορεί με το Voice-mail να αφήσει μήνυμα φωνής σε χρήστη και εκείνος να το ακούσει άλλη στιγμή. Το Voice mail λειτουργεί σαν ένας αυτόματος τηλεφωνητής.

Αν οι υπολογιστές που χρησιμοποιούνται έχουν κάμερα, κάρτα video μπορεί κάποιος να στείλει την εικόνα του στους συνομιλητές του σε πραγματικό ή μη πραγματικό χρόνο. Η τεχνολογία μετάδοσης video στο Internet βασίζεται κυρίως στους αλγόριθμους συμπίεσης. Προγράμματα που επιτρέπουν την επικοινωνία με εικόνα και φωνή

είναι το CU-SeeMe, το Microsoft NetMeeting και άλλα. Για την εκπαίδευση από απόσταση χρησιμοποιείται το ClassPoint της εταιρίας White Pine Software ή παρόμοια προγράμματα που δημιουργούν εικονικές-δυναμικές τάξεις στον Παγκόσμιο Ιστό. Υπάρχουν προγράμματα για ομαδικές συνεδριάσεις όπως το MeetingPoint καθώς και το RealPlayer που μπορεί να στέλνει streaming εικόνα (video) και ήχο (audio) σε πραγματικό χρόνο.

Υπάρχουν πάρα πολλά άλλα multicast εργαλεία, πολλά από τα οποία έχουν αναπτυχθεί από πανεπιστήμια του εξωτερικού όπως το Berkley, το UCL κ.α. και τα οποία διανέμονται δωρεάν στο Internet. Το πιο γνωστό από όλα τα multicast εργαλεία για τηλεδιασκέψεις είναι το SDR (εργαλείο μέσω του οποίου δημιουργούνται και παρακολουθούνται οι συνδιασκέψεις) το οποίο περιλαμβάνει εργαλεία αποστολής και λήψης ήχου (RAT), video (VIC) καθώς και το εργαλείο μοιραζόμενων πινάκων (WB). Το SDR διατίθεται δωρεάν στο Διαδίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ

IP MULTICAST ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Το multicasting γενικότερα αντιμετωπίζει διάφορα προβλήματα τα οποία μπορούν να χωριστούν κυρίως σε δύο κατηγορίες :

1. Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται προβλήματα αναφορικά με την διευθυνσιοδότηση και τα multicast groups. Κάθε πακέτο IP περιέχει ένα προκαθορισμένο αριθμό bits, που αποτελούν τη διεύθυνση του μηχανήματος προορισμού. Στην έκδοση 4 του προτύπου, η διεύθυνση αποτελείται από 32bits. Τα τελευταία 28bits ταυτοποιούν το multicast group στο οποίο προορίζεται το πακέτο. Δεν υπάρχει κάποια αρχή που να δίνει αυτές τις διευθύνσεις. Κάθε multicast-server επιλέγει τη διεύθυνση του group, η οποία, συνήθως, είναι έγκυρη μόνο κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας. Η έλλειψη αρχής συνεπάγεται ότι είναι δυνατόν να έχουν δύο multicast groups την ίδια διεύθυνση. Αν συμβεί αυτό, και τα groups βρίσκονται σε διαφορετικά φυσικά δίκτυα του Internet, τότε δεν θα υπάρξει πρόβλημα. Αντίθετα, αν τα δίκτυα είναι συνδεδεμένα, θα προκύψει χάος.
2. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει προβλήματα που σχετίζονται με την multicast δρομολόγηση. Τα προβλήματα αυτά έχουν να κάνουν με τα ζητήματα αναγνώρισης μελών στα υποδίκτυα, με την εύρεση της κοντινότερης διαδρομής, με τον διπλασιασμό των πακέτων και τα προβλήματα στην κυκλοφορία που προκύπτουν, με το θέμα της ανανέωσης των πληροφοριών, της χρήσης της μεθόδου pruning κ.α. Παρακάτω αναλύονται όλα τα προαναφερθέντα ζητήματα.

3.2 Multicast Datagram

Ένα **multicast datagram** (αυτοδύναμο πακέτο) παραδίδεται στα μέλη του group προορισμού του με την ίδια "best-effort" αξιοπιστία όπως ένα unicast IP datagram. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εγγυημένο ότι ένα multicast datagram θα φτάσει σε όλα τα μέλη του group ή θα φτάσει με την ίδια σειρά όπως η σειρά μετάδοσης. Η μόνη διαφορά μεταξύ ενός multicast IP πακέτου και ενός unicast IP πακέτου είναι η παρουσία μιας "group address" στο πεδίο Destination Address μίας IP κεφαλίδας (header). Αντί μιας IP διεύθυνσης Class A, B, ή C το multicasting χρησιμοποιεί για διεύθυνση προορισμού μία Class D διεύθυνση (224.0.0.0-239.255.255.255).

3.3 Multicast Groups

Σε ένα multicast session, ένας source host μεταδίδει την ροή των δεδομένων του σε μια IP multicast Class D διεύθυνση. Αυτή η διεύθυνση διευκρινίζει ένα συγκεκριμένο **multicast group**. Αυτό το group (ομάδα) αποτελείται από κανέναν ή περισσότερους

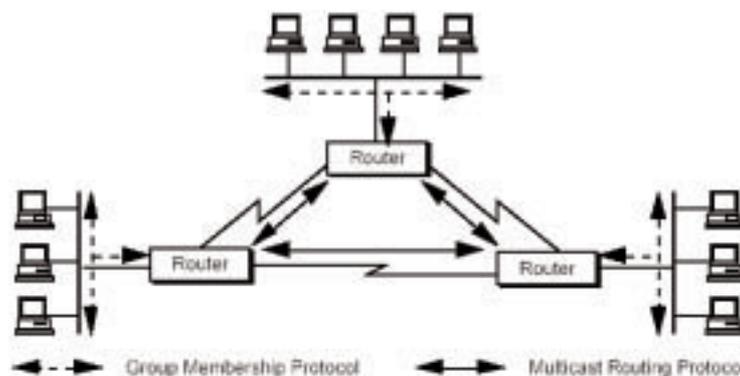
hosts οι οποίοι επιθυμούν να λάβουν την μετάδοση της πηγής. Ο source host μπορεί να μην χρειαστεί ποτέ να γνωρίσει τη δυναμική της ομάδας, όπως πόσα μέλη περιέχει, ποια είναι αυτά τα μέλη ή ακόμη που βρίσκονται. Η πηγή θα πρέπει μόνο να ξέρει τη διεύθυνση της ομάδας.

Τα multicast group είναι αυτά που διακρίνουν τις multicast διευθύνσεις από τις unicast διευθύνσεις και τις broadcast διευθύνσεις. Οι unicast διευθύνσεις σχεδιάζονται για να επιτρέψουν στους δρομολογητές να διαβιβάσουν ένα πακέτο από μια πηγή σε έναν μόνο προορισμό. Οι broadcast διευθύνσεις επιτρέπουν στους δρομολογητές να διαβιβάσουν ένα πακέτο σε όλους τους host μέσα σε ένα δίκτυο. Μια multicast διεύθυνση επιτρέπει σε ένα mrouter να διαβιβάσει τα πακέτα σε ένα σύνολο host οι οποίοι είναι μέλη σε ένα συγκεκριμένο multicast group.

Τα multicast groups είναι δυναμικής φύσης. Ένα multicast group διαμορφώνεται όταν πρόκειται να διαβιβάσει ένας source host ροή δεδομένων που ένας ή περισσότεροι host θα ήθελαν να λάβουν. Οι διευθύνσεις που σχετίζονται με αυτά τα group δεν σχετίζονται με κάποιο φυσικό σημείο του δικτύου αλλά με την λογική δομή του group. Τα multicast groups διατηρούνται όσο υπάρχουν αποστολείς και παραλήπτες αυτών των δεδομένων.

3.4 Group Membership Protocol

Το **Group Membership Protocol** χρησιμοποιείται από τους δρομολογητές για να μαθαίνουν για την παρουσία των μελών των group στα άμεσα τους συνδεδεμένα υποδίκτυα. Όταν ένας host συνδέεται με ένα multicast group, αυτό μεταδίδει ένα group membership protocol μήνυμα για τα group(s) από τα οποία επιθυμεί να λαμβάνει και θέτει σε λειτουργία την IP διεργασία του και την interface κάρτα δικτύου για να λαμβάνει frames (πλαίσια) που έχουν διεύθυνση αυτή του multicast group. Αυτή η διαδικασία ένωσης έχει πολύ καλές αυξητικές δυνατότητες αφού από την στιγμή που το multicast group μεγαλώνει σε μέγεθος, γίνεται περισσότερο πιθανό ότι ένα καινούργιο μέλος του group θα είναι ικανό να εντοπίσει ένα κοντινό κλάδο (branch) του multicast δέντρου διανομής.



Σχήμα 3.1 : Multicast IP Service

3.5 Addressing και TTL

Κάθε πακέτο που κυκλοφορεί στο Διαδίκτυο περιέχει μια διεύθυνση προορισμού μαζί με άλλες πληροφορίες δρομολόγησης όπως η διεύθυνση του αποστολέα. Μια διεύθυνση IP κατηγοριοποιείται σε πέντε κατηγορίες (classes) : A, B, C, D και E. Οι διευθύνσεις τύπου Class D διευκρινίζουν τα multicast δεδομένα. Κυμαίνονται από 224.0.0.0 έως 239.255.255.255. Παραδείγματος χάριν, τα Mbone multicast data ορίζονται από τις class D διευθύνσεις οι οποίες δηλώνονται από 224.2. *. *.

Δύο group μπορεί να μην έχουν την ίδια multicast διεύθυνση εάν τα **TTLs** τους επικαλύπτονται. Το TTL (Time To Live) είναι ένα πεδίο περιορισμού παραμέτρων . Ελέγχει τον αριθμό των hops όπου ένα multicast πακέτο επιτρέπεται να περάσει. Όταν ένας mrouter προωθεί ένα πακέτο, κάθε φορά που αυτό το πακέτο θα περνάει από ένα IP δρομολογητή η τιμή TTL θα μειώνεται κατά ένα. Ένα πακέτο λήγει όταν το TTL του φθάνει στο μηδέν και έτσι δεν προωθείται από τον mrouter.

Ένα TTL μηδενός κρατά τα multicast δεδομένα περιορισμένα στον source host. Ένα TTL μονάδας διατηρεί όλα multicast data στο τοπικό υποδίκτυο. Για τιμές μεγαλύτερες από την μονάδα, ο mrouter πρέπει να αναλάβει την ευθύνη να προωθήσει τα δεδομένα. Εάν η τιμή TTL είναι μεγαλύτερη από την τιμή εισόδου του mrouter, ο mrouter θα διαβιβάσει το multicast πακέτο, διαφορετικά το πακέτο απορρίπτεται. Οι καθιερωμένες TTL τιμές οι οποίες έχουν οριστεί για το Mbone είναι: 1 για το τοπικό υποδίκτυο, 15 για το site, 63 για την περιοχή, και 127 για παγκοσμίως. Είναι ευθύνη των mrouter που βρίσκονται στα σύνορα των περιοχών multicast δρομολόγησης να εξασφαλίσουν ότι η τιμή εισόδου τους διασφαλίζει την multicast κυκλοφορία.

3.5.1 Δεσμευμένα Πεδία Διευθύνσεων

Το εύρος των multicast διευθύνσεων χωρίζεται σε μικρότερα πεδία που έχουν παρακρατηθεί για κάποιο συγκεκριμένο λόγο. Τα πεδία αυτά ανάλογα με το σκοπό διακρίνονται σε :

- **Τοπικού Σκοπού Διευθύνσεις** (local scope). Οι διευθύνσεις 224.0.0.0 έως 224.0.0.255 είναι δεσμευμένες για χρήση από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης και άλλες χαμηλού επιπέδου ενέργειες, όπως η ανακάλυψη του gateway και η αναφορά για συμμετοχή σε κάποια ομάδα. Τα πακέτα με τέτοιες διευθύνσεις προορισμού εν προωθούνται ποτέ από δρομολογητές, χρησιμοποιούνται μέσα σε ένα LAN και έχουν πάντα time-to-live (TTL).
- **Διευθύνσεις Γενικού Σκοπού**. Οι διευθύνσεις από 224.0.1.0 έως 238.255.255.255 είναι γενικού σκοπού και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιαδήποτε ομάδα στο Internet. Μερικές από αυτές τις διευθύνσεις έχουν δεσμευτεί από την IANA για χρήση από multicast εφαρμογές. Για παράδειγμα η 224.0.1.1 έχει δεσμευτεί από το Network Time Protocol (NTP).
- **Διευθύνσεις Περιορισμένου Σκοπού** (limited scope) ή **Σκοπού Διαχείρισης** (administrative scope). Οι διευθύνσεις από 239.0.0.0 έως 239.255.255.255 δίνονται

σε τοπικά group ή οργανισμούς. Οι δρομολογητές είναι ρυθμισμένοι με φίλτρα, που αποτρέπουν την προώθηση της multicast κίνησης έξω από ένα αυτόνομο σύστημα όταν τα πακέτα έχουν διεύθυνση προορισμού που αντιστοιχεί μέσα σε αυτό το εύρος διευθύνσεων.

- **Glop Addressing.** Οι multicast διευθύνσεις παραδοσιακά δεσμεύονται με την βοήθεια ενός δυναμικού μηχανισμού (π.χ. SDR). Όμως, πολλά αυτόνομα συστήματα και multicast εφαρμογές δεν δέχονται αυτό το δυναμικό μηχανισμό. Η IANA έδωσε το πεδίο 233/8 για στατική δέσμευση multicast διευθύνσεων που ονομάζεται Glop Addressing. Το πεδίο των διευθύνσεων 233.0.0.0/8 είναι δεσμευμένο από αυτόνομα συστήματα που έχουν AS νούμερο. Αυτό μπαίνει στην 2^η και 3^η οχτάδα της 233.0.0.0/8. Για παράδειγμα, ο AS 2546₁₀ είναι 9F2₁₆. Χωρίζεται σε δύο οχτάδες 09 και F2 και παίρνουμε 9 και 242 δεκαδικό. Αυτό μας δίνει το υποδίκτυο 233.9.242.0 που είναι δεσμευμένο από το AS 2546₁₀.

3.6 Μετάδοση και Παράδοση των Multicast Datagram

Όταν οι αποστολείς και οι παραλήπτες είναι μέλη του ίδιου υποδικτύου (LAN) η μετάδοση και η υποδοχή των multicast frame (πλαίσια) είναι σχετικά απλή διαδικασία. Ο σταθμός της πηγής (source station) απλά δίνει την διεύθυνση του IP multicast group στο IP πακέτο, η interface κάρτα δικτύου αντιστοιχεί την Class D διεύθυνση στην ανταποκρινόμενη IEEE-802 multicast διεύθυνση και το frame στέλνεται.

Τα πράγματα γίνονται πιο πολύπλοκα όταν ο αποστολέας βρίσκεται σε ένα υποδίκτυο και ο παραλήπτης ανήκει σε ένα διαφορετικό υποδίκτυο. Σε αυτή την περίπτωση ζητείται από τους δρομολογητές να εφαρμόσουν ένα **multicast routing** πρωτόκολλο. Οι multicast δρομολογητές εκτελούν ένα multicast routing protocol για να καθορίσουν τα delivery paths (μονοπάτια) τα οποία δίνουν την δυνατότητα στα multicast datagram να προωθούνται μεταξύ των διασυνδεδεμένων δικτύων. Επίσης κάθε δρομολογητής χρειάζεται να εφαρμόσει ένα group membership πρωτόκολλο το οποίο του επιτρέπει να μαθαίνει την ύπαρξη των μελών των group στα άμεσα συνδεδεμένα υποδίκτυα (Σχήμα 3.1).

3.7 Internet Group Management Protocol (IGMP)

Όπως με άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης, πρέπει να υπάρξει κάποιος τρόπος για τους γειτονικούς κόμβους ώστε να παρακολουθεί ο ένας τον άλλο για να διεξάγουν σωστή δρομολόγηση, βασισμένη σε οποιοδήποτε πρωτόκολλο δρομολόγησης χρησιμοποιείται. Με τους IP unicast δρομολογητές, τα πρωτόκολλα όπως το Routing Information Protocol (RIP) και το Open Shortest Path First (OSPF) πρωτόκολλο έχουν χρησιμοποιηθεί για να ανακαλύψουν μονοπάτια πηγής-προορισμού (source-destination paths). Αυτές οι μέθοδοι, εντούτοις, δεν είναι πραγματοποιήσιμες σε σχέση με την φύση των multicast groups. Το **Internet Group Management Protocol (IGMP)** χρησιμοποιείται από τους mrouter για να μάθουν την ιδιότητα των hosts που βρίσκονται

στις άμεσα συνδέσεις του. Αυτό γίνεται μέσω μιας συνεχούς σειράς IGMP ερωτήσεων και αναφορών για την ιδιότητα των hosts.

Το IGMP χρησιμοποιεί την Class D διεύθυνση 224.0.0.1 . Αυτό είναι ένα μόνιμο group για όλα τα IP multicast συστήματα, εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητα μιας multicast διεύθυνσης μέσω της οποίας το τοπικό υποδίκτυο μπορεί να επικοινωνήσει με τον mrouter του.

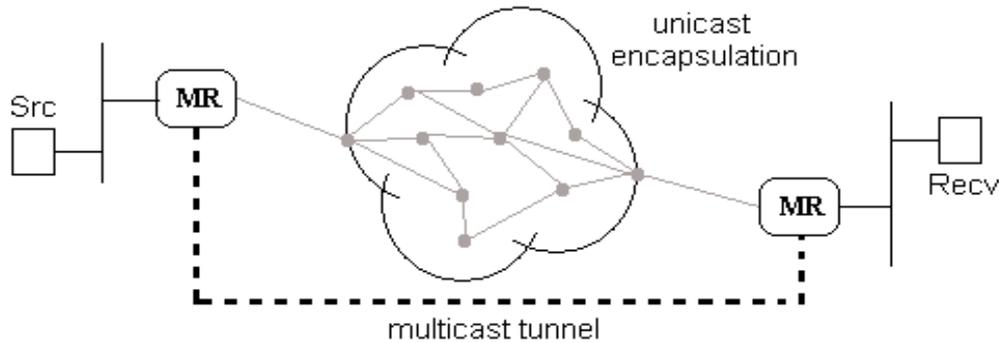
Υπάρχουν δύο τύποι μηνυμάτων IGMP: τα group membership queries και τα group membership reports. Οι mrouter στέλνουν περιοδικά, group membership queries προκειμένου να καθοριστεί ποια group έχουν μέλη που είναι κατευθείαν συνδεδεμένα στο τοπικό υποδίκτυο τους. Όταν ένας host λαμβάνει ένα query, παράγει και στέλνει ένα group membership report για κάθε group στο οποίο ανήκει μετά από ένα τυχαίο χρονικό διάστημα ώστε να αποφευχθεί η συμφόρηση δεδομένων στο υποδίκτυο. Οι host membership αναφορές στέλνονται πίσω στη group address έτσι ώστε όλα τα μέλη της ομάδας να την δουν. Εάν κάποιος host αντιληφθεί ότι ένας άλλος host έχει στείλει στο ίδιο group παρόμοια αναφορά ίδια με την δικιά του τότε αυτός ο host ότι δεν θα στείλει την αναφορά του. Αυτό είναι μια αποδοτικότερη χρήση του χρόνου και της CPU δεδομένου ότι ο mrouter χρειάζεται μόνο να ξέρει ότι υπάρχει τουλάχιστον ένα μέλος ενός group στο υποδίκτυό του. Όταν ένας host συμμετέχει σε ένα group, θα στείλει αμέσως μία group membership αναφορά για να αρχίσει να λαμβάνει ροές δεδομένων (data stream) από το group αντί να περιμένει για ένα group membership ερώτημα.

Οι πιο πρόσφατες εκδόσεις αυτού του πρωτοκόλλου παράσχουν δυνατότητες για τον καθορισμό του mrouter ο οποίος θα στέλνει τα queries στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότεροι από έναν mrouter σε ένα υποδίκτυο. Σε αυτή την περίπτωση, ο mrouter με τη χαμηλότερη IP διεύθυνση στο υποδίκτυο γίνεται υπεύθυνος για την αποστολή ερωτημάτων (queries). Μια άλλη βελτίωση ήταν η προσθήκη ενός group specific query, το οποίο συνδέθηκε με ένα νέο μήνυμα εγκατάλειψης της ομάδας. Το νέο αυτό μήνυμα επιτρέπει στους mrouter να ρωτούν κάθε group ξεχωριστά παρά όλα τα group μαζί. Αυτό χρησιμοποιείται από κοινού με το μήνυμα εγκατάλειψης της ομάδας (group leave message). Όταν ένας host επιθυμεί να αφήσει μια ομάδα, στέλνει ένα μήνυμα εγκατάλειψης της ομάδας. Ο mrouter τότε στέλνει ένα group specific query σε αυτή την ομάδα. Εάν δεν υπάρξει καμία group-αναφορά που να παραχθεί από το τελευταίο ερώτημα τότε η διεύθυνση της ομάδας μπορεί να αφαιρεθεί από την λίστα των group που συμμετέχουν στο τοπικό υποδίκτυο.

3.8 IP Multicast Tunnels

Σε προηγούμενες αναφορές έχουν αναφερθεί ξανά οι όροι tunneling και mrouter. Κάθε mrouter θεωρείται ένα "νησί" μέσα στη θάλασσα των unicast δρομολογητών. Δύο "νησιά" μπορούν είτε να συνδεθούν άμεσα με μια φυσική σύνδεση είτε με μια λογική σήραγγα (tunnel) . Εάν μια σήραγγα συνδέει δύο mrouter, αυτή η σήραγγα αντιπροσωπεύει μια εικονική point-to-point σύνδεση μεταξύ τους. Μέσα στις σήραγγες υπάρχουν unicast δρομολογητές. Όταν ένα πακέτο μπαίνει σε μια σήραγγα, ενθυλακώνεται μέσα σε ένα IP unicast πακέτο με διεύθυνση προορισμού του mrouter που βρίσκεται

στην άλλη πλευρά της σήραγγας. Όταν αφήνει τη σήραγγα, δεν είναι πλέον ενθυλακωμένο και υποβάλλεται σε επεξεργασία από τον mrouter. Κατά συνέπεια, μια σήραγγα επιτρέπει την multicast κυκλοφορία να περάσει απρόσκοπτα μεταξύ δύο mrouters οι οποίοι συνδέονται με μεταξύ τους unicast δρομολογητές (σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2 IP Tunneling

Υπάρχουν δύο τύποι tunneling: ο **truncated** και ο **pruned**. Ο truncated ήταν πρώτος τύπος που αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε στα αρχικά στάδια του MBone. Σε αυτόν τον τύπο, τα multicast πακέτα διαβιβάζονται βασισμένα στην τιμή των TTL τους και στην τιμή εισόδου του mrouter. Κάθε φορά που ένα multicast πακέτο διαβιβάζεται μέσω ενός mrouter το TTL του μειωνόταν κατά ένα. Αντίστοιχη σε μια τιμή TTL είναι η τιμή εισόδου για κάθε mrouter. Εάν η τιμή εισόδου είναι μικρότερη από την τιμή του TTL τότε το TTL μειώνεται κατά ένα και το πακέτο διαβιβάζεται. Εάν η τιμή εισόδου είναι μεγαλύτερη από την τιμή TTL τότε το πακέτο πεθαίνει σε αυτόν τον mrouter και δεν διαβιβάζεται παραπέρα. Εάν ένα πακέτο δεν πεθαίνει τότε θα συνεχίσει να διαβιβάζεται σε όλο το δίκτυο. Κατά συνέπεια, αυτή η χρήση της τιμής του TTL ενός πακέτου και της τιμή εισόδου των mrouter περιορίζει το εύρος ενός multicast πακέτου. Με αυτήν την μέθοδο, εν τούτοις, όλοι οι mrouters ανεξάρτητα εάν έχουν ενδιαφέρον για κάποιο multicast πακέτο ή όχι, λαμβάνουν, επεξεργάζονται, και διαβιβάζουν όλα τα multicast πακέτα.

Ένας αποδοτικότερος τύπος είναι το pruned tunneling. Στην πραγματικότητα, στην αρχή του 1996 οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του MBone ζήτησαν από όλους τους administrators συστημάτων να αναβαθμίσουν τους mroute daemon (**mrouted**) στη νεώτερη έκδοση που υποστηρίζει pruned tunneling προκειμένου να σταματήσουν τα προβλήματα που προκύπτουν από το flooding που δημιουργείται μέσα στο MBone. Το mrouted είναι εφαρμογή του DVMRP multicast πρωτόκολλου δρομολόγησης. Μετατρέπεται ένα UNIX workstation σε DVMRP multicast δρομολογητή, με την βοήθεια των tunnel. Στον pruned τύπο tunneling, τα multicast πακέτα διαβιβάζονται ακόμα βασισμένα στις τιμές των TTL τους, αλλά δεν διαβιβάζονται στους mrouters που δεν εκφράσει ενδιαφέρον για την multicast κυκλοφορία μέσω μηνυμάτων IGMP. Αυτή η μέθοδος θεωρείται αληθινό multicasting.

3.9 Τεχνικές Προώθησης Multicast Πακέτων

Το IGMP παρέχει το τελικό βήμα σε μια multicast υπηρεσία παράδοσης (delivery) πακέτων δεδομένου ότι ενδιαφέρεται μόνο για την προώθηση της multisat κυκλοφορίας από τον τοπικό δρομολογητή στα μέλη των ομάδων στα άμεσα συνδεδεμένα υποδίκτυα. Το IGMP δεν ενδιαφέρεται για την παράδοση των multicast πακέτων μεταξύ των γειτονικών δρομολογητών ή μέσα σε ένα inter-network.

Για να είναι δυνατή μια υπηρεσία παράδοσης με εμβέλεια σε όλο το Internet (Internet-wide delivery service), είναι απαραίτητο να καθοριστούν multicast πρωτόκολλα δρομολόγησης. Ένα multicast πρωτόκολλο δρομολόγησης είναι αρμόδιο για την κατασκευή δέντρων παράδοσης (delivery trees) των multicast πακέτων και για την εκτέλεση της προώθησης των multicast πακέτων. Αυτό το κεφάλαιο αναφέρει διάφορες τεχνικές και αλγόριθμους δρομολόγησης multicast πακέτων:

- Flooding
- Spanning Trees
- Reverse Path Broadcasting (RPB)
- Truncated Reverse Path Broadcasting (TRPB)
- Reverse Path Multicasting (RPM)

Οι αλγόριθμοι αυτοί χρησιμοποιούνται από τα πρωτόκολλα multicast δρομολόγησης του MBONE που θα εξεταστούν σε επόμενο κεφάλαιο.

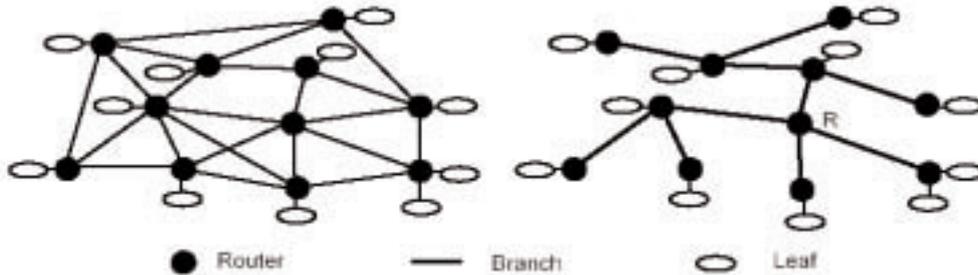
3.9.1 Flooding

Η απλούστερη τεχνική για την παράδοση των multicast datagram σε όλους τους δρομολογητές σε ένα inter-network είναι να εφαρμοστεί ένας flooding αλγόριθμος. Η **flooding** διαδικασία αρχίζει όταν λαμβάνει ένας δρομολογητής ένα πακέτο το οποίο έχει διεύθυνση προορισμού ένα multicast group. Ο δρομολογητής χρησιμοποιεί έναν μηχανισμό πρωτοκόλλου για να καθορίσει εάν είναι η πρώτη φορά που βλέπει αυτό το συγκεκριμένο πακέτο ή εάν το έχει ξαναδεί. Εάν είναι η πρώτη φορά, το πακέτο διαβιβάζεται σε όλα τα interface εκτός από αυτό στο οποίο έφθασε, με την εγγύηση ότι το multicast πακέτο θα φθάσει σε όλους τους δρομολογητές του inter-network. Εάν ο δρομολογητής έχει δει το πακέτο πριν, απλά απορρίπτεται.

Ένας flooding αλγόριθμος είναι πολύ απλό να εφαρμοστεί δεδομένου ότι ένας δρομολογητής δεν είναι απαραίτητο να διατηρεί έναν πίνακα δρομολόγησης και πρέπει μόνο να παρακολουθεί τα πακέτα που έχουν περάσει πιο πρόσφατα. Εντούτοις, το flooding δεν βοηθάει στην αύξηση των εφαρμογών της Internet-wide δε δεδομένου ότι παράγει έναν μεγάλο αριθμό διπλών πακέτων και χρησιμοποιεί όλα τα διαθέσιμα μονοπάτια μέσα στο internetwork αντί ενός περιορισμένου αριθμού. Επίσης, η τεχνική flooding κάνει μία σπάταλη χρήση των πόρων μνήμης των δρομολογητών δεδομένου ότι κάθε δρομολογητής πρέπει να διατηρεί ένα ξεχωριστό πίνακα εισόδου για κάθε πρόσφατα εισερχόμενο πακέτο.

3.9.2 Spanning Tree

Μια αποτελεσματικότερη λύση από την τεχνική flooding θα ήταν να επιλεγεί ένα υποσύνολο της τοπολογίας του Διαδικτύου που διαμορφώνει ένα **spanning tree**. Το spanning tree καθορίζει μια δομή δέντρων όπου μόνο ένα ενεργό μονοπάτι συνδέει οποιουδήποτε δύο δρομολογητές στο Διαδίκτυο. Το σχήμα 3.3 παρουσιάζει ένα inter-network και ένα spanning tree που δρομολογούνται στο δρομολογητή RR.



Σχήμα 3.3: Spanning Tree

Μόλις χτιστεί ένα spanning tree, ένας multicast δρομολογητής απλά διαβιβάζει κάθε multicast πακέτο σε όλα τα interface που είναι μέρος του spanning tree εκτός από αυτό στο οποίο το πακέτο έφθασε αρχικά. Η προώθηση κατά μήκος των branch ενός spanning tree εγγυάται ότι το multicast πακέτο δεν θα κάνει loop και ότι θα φθάσει τελικά σε όλους τους δρομολογητές στο inter-network.

Μια spanning tree λύση είναι ισχυρή και είναι σχετικά εύκολο να εφαρμοστεί δεδομένου ότι υπάρχει μεγάλη εμπειρία με τα spanning tree πρωτοκόλλα στην κοινότητα του Διαδικτύου. Όμως, μια spanning tree λύση μπορεί να συγκεντρώσει την κυκλοφορία σε έναν μικρό αριθμό συνδέσεων και μπορεί να μην παρέχει το πιο κατάλληλο μονοπάτι μεταξύ του υποδικτύου πηγής και των μελών της ομάδας.

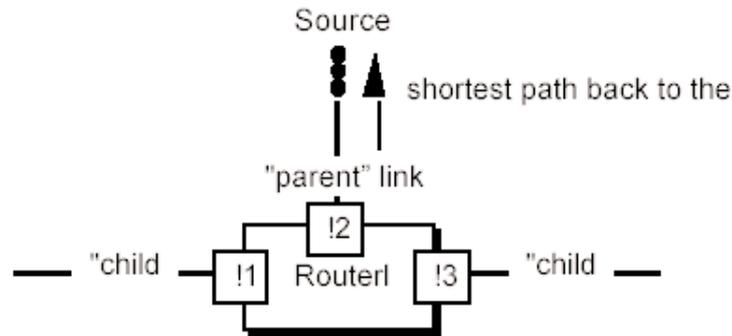
3.9.3 Reverse Path Broadcasting (RPB)

Μια ακόμα αποδοτικότερη λύση από την δημιουργία ενός ενιαίου spanning tree για ολόκληρο το Διαδίκτυο θα ήταν να χτιστεί ένα δέντρο για κάθε πιθανή πηγή σε ένα υποδίκτυο. Αυτά τα spanning tree θα κατέληγαν σε δέντρα παράδοσης με ρίζα τους την πηγή (source-rooted) προερχόμενα από το άμεσα συνδεδεμένο υποδίκτυο με το source station. Δεδομένου ότι υπάρχουν πολλές πιθανές πηγές για μια ομάδα, ένα διαφορετικό ενιαίο spanning tree θα κατασκευάζεται για κάθε ενεργό (source, group) ζευγάρι.

3.9.3.1 Λειτουργία

Ο θεμελιώδης αλγόριθμος για να κατασκευαστούν αυτά τα source-rooted δέντρα είναι ο **Reverse Path Broadcasting (RPB)**. Ο αλγόριθμος RPB είναι πραγματικά αρκετά απλός. Για κάθε (source, group) ζευγάρι, εάν ένα πακέτο φθάνει σε μια σύνδεση

όπου ο τοπικός δρομολογητής την θεωρεί ως την κοντινότερη διαδρομή (shortest path) προς την πηγή του πακέτου, τότε ο δρομολογητής διαβιβάζει το πακέτο σε όλα τα interface εκτός από το εισερχόμενο interface. Διαφορετικά, το πακέτο απορρίπτεται. Το interface από το οποίο ο δρομολογητής αναμένει να λάβει τα multicast πακέτα από μια συγκεκριμένη πηγή αναφέρεται ως "parent" link. Οι εξερχόμενες συνδέσεις από τις οποίες ο δρομολογητής διαβιβάζει τα multicast πακέτα καλούνται "child" links (Σχήμα 3.4) .



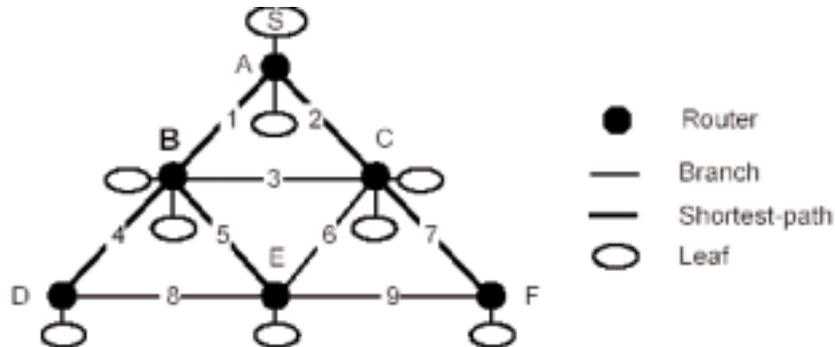
Σχήμα 3.4: Reverse Path Broadcasting-Forwarding Algorithm

Αυτός ο βασικός αλγόριθμος μπορεί να ενισχύσει την μείωση του περιττού διπλασιασμού των πακέτων. Ο τοπικός δρομολογητής αποφασίζει εάν οι γειτονικοί δρομολογητές που βρίσκονται σε πιθανά child links τον θεωρούν ως την κοντινότερη διαδρομή προς την πηγή του πακέτου. Το πακέτο τότε προωθείται μόνο προς τους δρομολογητές οι οποίοι θεωρούν τον τοπικό δρομολογητή ως τον πατρικό σύνδεσμο (parent link) και πηγή του πακέτου. Το πακέτο δεν διαβιβάζεται στους δρομολογητές που δεν θεωρούν τον τοπικό δρομολογητή parent link γιατί θα απορριφθεί.

Οι πληροφορίες που απαιτούνται για να ληφθεί αυτή η "downstream" (προς τα κάτω) απόφαση είναι σχετικά εύκολο να προέλθουν από ένα **link-state** πρωτόκολλο δρομολόγησης από τη στιγμή που κάθε δρομολογητής διατηρεί μια τοπολογική βάση δεδομένων για ολόκληρη την περιοχή δρομολόγησης. Εάν ένα **distance-vector** πρωτόκολλο δρομολόγησης υιοθετείται, ένας γείτονας μπορεί είτε να γνωστοποιήσει το προηγούμενο hop του για το (source, group) ζευγάρι ως τμήμα των ενημερωτικών μηνυμάτων δρομολόγησης είτε να κάνει "poison reverse" στην διαδρομή. Καθεμία από αυτές τις τεχνικές επιτρέπει σε έναν προς τα πάνω (upstream) δρομολογητή να καθορίσει εάν ένας downstream γειτονικός δρομολογητής τον θεωρεί ότι βρίσκεται στο κοντινότερο προς την πηγή μονοπάτι του downstream δρομολογητή.

Όταν χρησιμοποιείται Link State πρωτόκολλο δρομολόγησης τότε ο κάθε δρομολογητής μεταδίδει τις πληροφορίες του, δηλαδή τα κόστη σύνδεσης με τους γείτονες του, σε όλους τους άλλους αλγορίθμους του δικτύου και τελικά όλοι οι δρομολογητές γίνονται γνώστες της κατάστασης των υπολοίπων. Με το Distance Vector πρωτόκολλο δρομολόγησης ο κάθε δρομολογητής στέλνει τις πληροφορίες που γνωρίζει (τον πίνακα δρομολόγησης) μόνο στους γειτονικούς του δρομολογητές. Τα Link State πρωτό-

κολλα δρομολόγησης συγκλίνουν πιο γρήγορα αλλά απαιτούν μεγάλη επεξεργαστική ισχύ και μνήμη και γι' αυτό έχουν μεγαλύτερο κόστος υλοποίησης.



Σχήμα 3.5: Παράδειγμα του Reverse Path Broadcasting

Το σχήμα 3.5 παρουσιάζει ένα παράδειγμα της βασικής λειτουργίας του ενισχυμένου αλγορίθμου RPB. Σημειώστε ότι ο σταθμός πηγής (S) είναι συνδεδεμένος με ένα leaf υποδίκτυο που συνδέεται άμεσα με το δρομολογητή A. Για αυτό το παράδειγμα, θα εξετάσουμε τον αλγόριθμο RPB από την πλευρά του δρομολογητή B. Ο δρομολογητής B λαμβάνει το multicast πακέτο από το δρομολογητή A στη σύνδεση 1. Δεδομένου ότι ο δρομολογητής B θεωρεί τη σύνδεση 1 parent-link για το (source, group) ζευγάρι, διαβιβάζει το πακέτο στη σύνδεση 4, τη σύνδεση 5, και στα τοπικά leaf υποδίκτυα εάν έχουν μέλη ομάδας. Ο δρομολογητής B δεν διαβιβάζει το πακέτο στη σύνδεση 3 επειδή ξέρει από την ανταλλαγή των πρωτοκόλλων δρομολόγησης ότι ο δρομολογητής C θεωρεί τη σύνδεση 2 ως parent-link του για το (source, group) ζευγάρι. Εάν ο δρομολογητής B επρόκειτο να διαβιβάζει το πακέτο στη σύνδεση 3 θα απορριπτόταν από τον δρομολογητή C δεδομένου ότι θα έφθανε σε ένα μη parent-link για το (source, group) ζευγάρι.

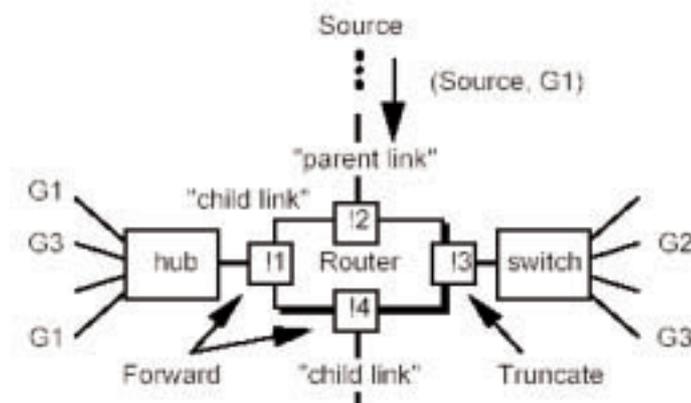
3.9.3.2 Πλεονεκτήματα και Περιορισμοί

Το κλειδί όσο αφορά τα πλεονεκτήματα του Reverse Path Broadcasting βρίσκεται στο ότι είναι αποδοτικό και εύκολο να εφαρμοστεί. Δεν απαιτεί ο δρομολογητής να γνωρίζει για ολόκληρο το spanning tree ούτε απαιτεί έναν ειδικό μηχανισμό για να σταματήσει τη διαδικασία αποστολής, όπως χρειάζεται η τεχνική flooding. Επιπλέον, εγγυάται την αποδοτική παράδοση δεδομένου ότι τα multicast πακέτα ακολουθούν πάντα το κοντινότερο μονοπάτι από το source station στην ομάδα προορισμού. Τέλος, τα πακέτα κατανέμονται σε πολλαπλές συνδέσεις, με συνέπεια την καλύτερη χρησιμοποίηση δικτύων αφού ένα διαφορετικό δέντρο υπολογίζεται για κάθε (source, group) ζευγάρι.

Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς του αλγορίθμου RPB είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη το multicast group membership κατά την δημιουργία του δέντρου διανομής για ένα (source, group) ζευγάρι. Κατά συνέπεια, τα datagrams μπορούν να διαβιβαστούν χωρίς λόγο στα υποδίκτυα που δεν έχουν κανένα μέλος στην ομάδα προορισμού.

3.9.4 Truncated Reverse Path Broadcasting

Το **Truncated Reverse Path Broadcasting** (TRPB) αναπτύχθηκε για να υπερνικήσει τους περιορισμούς του Reverse Path Broadcasting. Με τη βοήθεια του IGMP, οι multicast δρομολογητές καθορίζουν τα group membership σε κάθε leaf υποδίκτυο και αποφεύγουν να προωθούν datagrams σε ένα leaf υποδίκτυο εάν δεν έχει ένα μέλος της ομάδας προορισμού παρόν. Το spanning δέντρο παράδοσης "αποκόπτεται" (truncated) από το δρομολογητή εάν ένα leaf υποδίκτυο δεν έχει μέλη της ομάδας.



Σχήμα 3.6: Truncated Path Broadcasting

Το σχήμα 3.6 επεξηγεί τη λειτουργία του αλγορίθμου TRPB. Σε αυτό το παράδειγμα ο δρομολογητής λαμβάνει ένα multicast πακέτο στο parent-link του για το (Source, G1) ζευγάρι. Ο δρομολογητής διαβιβάζει το datagram στο !1 δεδομένου ότι το interface έχει τουλάχιστον ένα μέλος G1. Ο δρομολογητής δεν διαβιβάζει το datagram στο !3 αφού αυτό interface δεν έχει κανένα μέλος στην ομάδα προορισμού. Το datagram διαβιβάζεται στο !4 εάν και μόνο εάν ένας downstream δρομολογητής θεωρεί το interface ως τμήμα του parent-link του για το (Source, G1) ζευγάρι.

Το TRPB αφαιρεί μερικούς περιορισμούς του RPB, αλλά λύνει μόνο μέρος του προβλήματος. Εξαλείφει την περιττή κυκλοφορία στα leaf υποδίκτυα αλλά δεν εξετάζει τα group membership κατά την κατασκευή των branches του δέντρου διανομής.

3.9.5 Reverse Path Multicasting

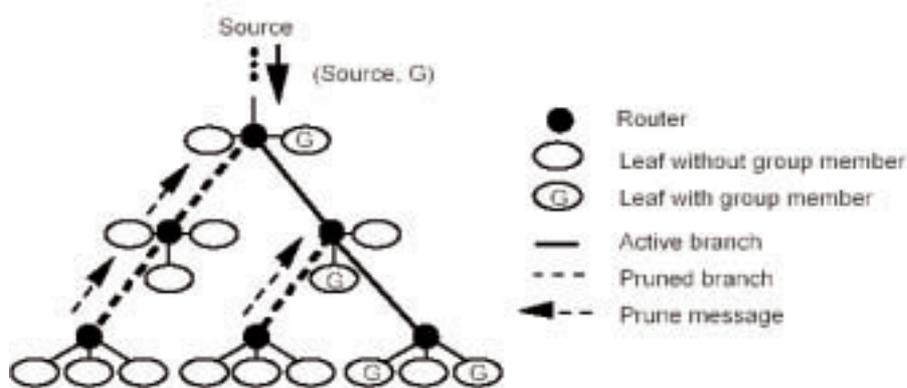
Το **Reverse Path Multicasting** (RPM) είναι μια συμπλήρωση στο Reverse Path Broadcasting και στο Truncated Reverse Path Broadcasting. Το RPM δημιουργεί ένα δέντρο παράδοσης που εκτείνεται μόνο σε :

- Υποδίκτυα με μέλη ομάδων και
- σε δρομολογητές και υποδίκτυα κατά μήκος της κοντινότερης διαδρομής προς υποδίκτυα με μέλη ομάδας.

Το RPM επιτρέπει στο source-routed spanning tree να "κλαδευτεί" (pruned) έτσι ώστε τα datagram να διαβιβάζονται μόνο κατά μήκος των branches που οδηγούν στα μέλη της ομάδας προορισμού.

3.9.5.1 Λειτουργία

Όταν ένας multicast δρομολογητής λαμβάνει ένα πακέτο για ένα (source, group) ζευγάρι, το πρώτο πακέτο έχει προωθηθεί σύμφωνα με τον αλγόριθμο TRPB σε όλους τους δρομολογητές στο inter-network. Οι δρομολογητές που είναι στην άκρη του δικτύου και δεν έχουν κανέναν downstream δρομολογητή στο TRPB δέντρο καλούνται leaf δρομολογητές. Ο αλγόριθμος TRPB εγγυάται ότι κάθε leaf δρομολογητής λαμβάνει το πρώτο multicast πακέτο. Εάν υπάρχει ένα μέλος ομάδας σε ένα από τα leaf υποδίκτυα του, ένας leaf δρομολογητής διαβιβάζει το πακέτο βασισμένο στις πληροφορίες του IGMP. Εάν κανένα από τα υποδίκτυα που συνδέονται με τον leaf δρομολογητή δεν έχει μέλη της ομάδας, ο leaf δρομολογητής μπορεί να διαβιβάσει ένα "prune" μήνυμα στο parent-link του ενημερώνοντας τον upstream δρομολογητή ότι δεν πρέπει να διαβιβάσει τα πακέτα για το συγκεκριμένο (source, group) ζευγάρι στο child interface που λαμβάνει το prune μήνυμα. Τα prune μηνύματα στέλνονται μόνο για ένα hop πίσω προς την πηγή (Σχήμα 3.7).



Σχήμα 3.7: Reverse Path Multicasting

Ένας upstream δρομολογητής που λαμβάνει ένα prune μήνυμα καταγράφει τις prune πληροφορίες στη μνήμη. Εάν ο upstream δρομολογητής δεν έχει κανέναν τοπικό παραλήπτη και λαμβάνει τα prune μηνύματα σε κάθε ένα από τα child interface που χρησιμοποιήθηκαν για να διαβιβάσει το πρώτο πακέτο, τότε δεν χρειάζεται να λάβει τα πρόσθετα πακέτα για το (source, group) ζευγάρι. Αυτό σημαίνει ότι ο upstream δρομολογητής μπορεί να παραγάγει ένα δικό του prune μήνυμα, ένα hop πίσω προς την πηγή. Αυτή η διαδοχή των prune μηνυμάτων δημιουργεί ένα multicast δέντρο διανομής που περιέχει μόνο "ζωντανούς" κλάδους (δηλ., κλάδους που οδηγούν σε ενεργά μέλη ομάδας).

Από την στιγμή που και το group membership και η τοπολογία δικτύου αλλάζουν, η prune κατάσταση του multicast δέντρου διανομής πρέπει να ανανεώνεται σε τακτά χρο-

νικά διαστήματα. Περιοδικά, οι prune πληροφορίες αφαιρούνται από τη μνήμη όλων των δρομολογητών και το επόμενο πακέτο για το (source, group) ζευγάρι διαβιβάζεται σε όλους τους leaf δρομολογητές. Αυτό οδηγεί σε μια νέα έκρηξη των prune μηνυμάτων, που επιτρέπουν στο multicast δέντρο διανομής να προσαρμόζεται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες multicast απαιτήσεις παράδοσης του inter-network.

3.9.5.2 Περιορισμοί

Παρά τις βελτιώσεις που προσφέρονται από τον PIM αλγόριθμο, υπάρχουν ακόμα διάφορα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν κατά την προσπάθεια να αναπτυχθεί μια Internet-wide υπηρεσία παράδοσης. Ο πρώτος περιορισμός είναι ότι τα multicast πακέτα πρέπει να διαβιβάζονται περιοδικά σε κάθε δρομολογητή στο inter-network. Το δεύτερο μειονέκτημα είναι ότι κάθε δρομολογητής απαιτείται να διατηρεί τις πληροφορίες κατάστασης για όλες τις ομάδες και για κάθε πηγή. Η σημασία αυτών των ανεπαρκειών ενισχύεται καθώς ο αριθμός των πηγών και των ομάδων στο multicast inter-network αυξάνεται.

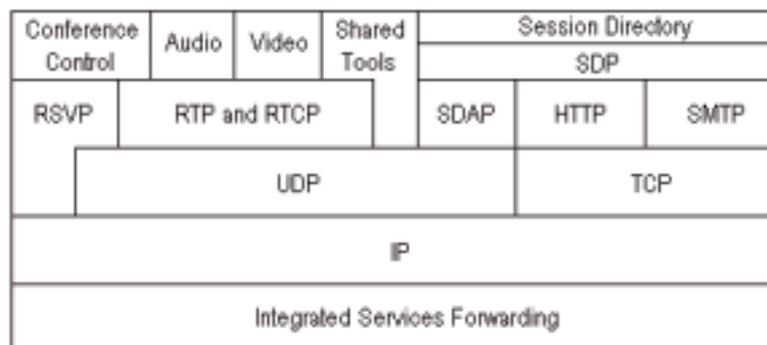
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ MBONE

4.1 Εισαγωγή

Η τυπική κυκλοφορία δικτύων αποτελείται από δεδομένα τα οποία προέρχονται από εφαρμογές που απαιτούν αξιοπιστία όπως FTP, Telnet, και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο TCP, το οποίο παρέχει αξιόπιστες end-to-end συνδέσεις, για να διαβιβάσουν αυτόν τον τύπο δεδομένων στο δίκτυο. Τα πολυμεσικά δεδομένα, εντούτοις, διαβιβάζονται με συνεχή ρεύματα με πολύ αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς, αλλά χωρίς να υπάρχει η ίδια αξιοπιστία η οποία υπάρχει για τις περισσότερες μεταδόσεις δεδομένων. Κατά συνέπεια, οι εφαρμογές πολυμέσων χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο UDP, το οποίο είναι ένα αναξιόπιστο πρωτόκολλο που κερδίζει πολύτιμο χρόνο από την ύπαρξη του ως connectionless υπηρεσία.

Το Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC) working group του Internet Engineering Task Force (IETF) έχει σχεδιάσει μια βασισμένη στο Διαδίκτυο αρχιτεκτονική πολυμεσικών συσκέψεων. Καθορίζουν μια λίστα πρωτοκόλλου η οποία παρουσιάζει τα διαφορετικά συστατικά μέρη που είναι απαραίτητα για να υποστηρίξουν σύσκεψη σε πραγματικό χρόνο Αυτά τα πρωτόκολλα επιτρέπουν την multi-point επικοινωνία, το συγχρονισμό μέσων, την επιφύλαξη των πόρων, την ανακάλυψη συνόδων και τον έλεγχο διασκέψεων.



Σχήμα 4.1: Internet multimedia conferencing protocol stack

Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί το MBONE χωρίζονται κυρίως σε δύο κατηγορίες:

1. Πρωτόκολλα multicast δρομολόγησης, όπου περιλαμβάνονται τα DVMRP, MOSPF, CBT, PIM-DM, PIM-SM και τα οποία λειτουργούν με βάση τους αλγόριθμους δρομολόγησης Flooding, Spanning Tree, RBP, TRBP, RPM οι οποίοι αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.
2. Πρωτόκολλα μετάδοσης multimedia σε πραγματικό χρόνο (RTP, RTCP) γιατί το multicast χρησιμοποιείται πολύ συχνά για εφαρμογές live τηλεδιασκέψεων με αυστηρές απαιτήσεις σε σχέση με την καθυστέρηση, με την διαθεσιμότητα πόρων κ.τ.λ.

4.2 IP Multicast Routing

Προκειμένου να διανεμηθεί η multicast κυκλοφορία από μια πηγή σε όλα τα μέλη ομάδας, ένα multicast δέντρο πρέπει να κατασκευαστεί. Οι mtrouters χρησιμοποιούν ένα IP multicast πρωτόκολλο δρομολόγησης για να κατασκευάσουν και να διατηρήσουν το δέντρο και επιπλέον να προωθήσουν τα multicast πακέτα πέρα από το δέντρο. Αυτά τα multicast πρωτόκολλα δρομολόγησης μπορούν να χαρακτηριστούν σύμφωνα με τον τύπο κατανομής που τα μέλη του group έχουν σε όλο το δίκτυο και το σύνολο του εύρους ζώνης που είναι διαθέσιμο. Υπάρχουν κυρίως δύο τύποι πρωτοκόλλων multicast δρομολόγησης:

1. Τα πρωτόκολλα dense-mode multicast δρομολόγησης. Η δρομολόγηση dense-mode υποθέτει ότι τα μέλη ομάδας κατανέμονται πυκνά και το εύρος ζώνης είναι άφθονο. Αυτός ο τύπος πρωτοκόλλου στηρίζεται σε μεγάλο ποσοστό στην τεχνική flooding για να κατασκευάσει και να διατηρήσει τα multicast δέντρα. Το Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP), το Multicast Open Shortest Path First (MOSPF) και το Protocol-Independent Multicast- Dense Mode (PIM-DM) είναι όλα τα παραδείγματα dense-mode multicast δρομολόγησης πρωτοκόλλων.
2. Ο άλλος τύπος πρωτοκόλλων multicast δρομολόγησης είναι ο sparse-mode. Υποθέτει ότι τα μέλη της ομάδας του είναι αραιά κατανεμημένα και το εύρος ζώνης δεν είναι άφθονο. Σε αυτήν την περίπτωση, το flooding θα ήταν μια απώλεια των πόρων του δικτύου και επομένως δεν χρησιμοποιείται. Ένα παράδειγμα ενός sparse-mode πρωτοκόλλου δρομολόγησης είναι το Protocol-Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM).

4.2.1 To Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP)

Το Distance Vector Multicast Routing Protocol (DVMRP) είναι ένα distance-vector πρωτόκολλο δρομολόγησης το οποίο χρησιμοποιεί αλγόριθμους οι οποίοι βασίζονται στο Reverse Path Broadcasting (RPB) για να κατασκευάσει ένα source-rooted δέντρο. Είναι βασισμένο στο Routing Information Protocol (RIP) το οποίο υπολογίζει την κοντινότερη διαδρομή από την πηγή στον προορισμό βασισμένο στον υπολογισμό των hop. Το DVMRP, εντούτοις, υπολογίζει την κοντινότερη διαδρομή πίσω στην πηγή από τον προορισμό. Αρχικά το DVMRP χρησιμοποιούσε το Truncated Reverse Path Broadcasting (TRPB), αλλά οι εταιρίες από τότε το έχουν επεκτείνει για να υποστηρίξει Reverse Path Multicasting (RPM). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το DVMRP δεν αναπτύχθηκε για να δρομολογεί unicast πακέτα. Κατά συνέπεια, απαιτείται από τους DVMRP δρομολογητές να τρέχουν χωριστές διαδικασίες δρομολόγησης για τα unicast και τα multicast πακέτα.

Όλα τα interface (διεπαφές) ενός DVMRP δρομολογητή καθορίζονται από ένα μετρικό σύστημα το οποίο ορίζει το κόστος του interface και από μία κατώτατη TTL τιμή ώστε να περιορίσει την έκταση της μετάδοσης. Κάθε interface το οποίο είναι ένα tunnel πρέπει επίσης να καθορίζεται από την IP διεύθυνση του interface του τοπικού δρομολογητή και από την IP διεύθυνση του interface του μακρινού δρομολογητή. Το μετρικό

σύστημα και οι τιμές TTL είναι σημαντικοί στην διαδικασία περικοπής (pruning) του spanning δέντρου. Εάν η αξία TTL του multicast πακέτου είναι μεγαλύτερη από την τιμή εισόδου του δρομολογητή τότε το πακέτο πρέπει να διαβιβαστεί.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το DVMRP προωθεί multicast πακέτα σύμφωνα με τον αλγόριθμο RPM. Το αρχικό πακέτο για ένα ζευγάρι πηγής / ομάδας διαβιβάζεται σε όλους τους δρομολογητές μέσα στο πλαίσιο των κατώτατων ορίων του TTL. Κατόπιν, η διαδικασία pruning αρχίζει. Εάν ένας leaf δρομολογητής δεν περιέχει κανένα μέλος από εκείνη την συγκεκριμένη ομάδα τότε διαβιβάζει ένα prune μήνυμα στο parent link του

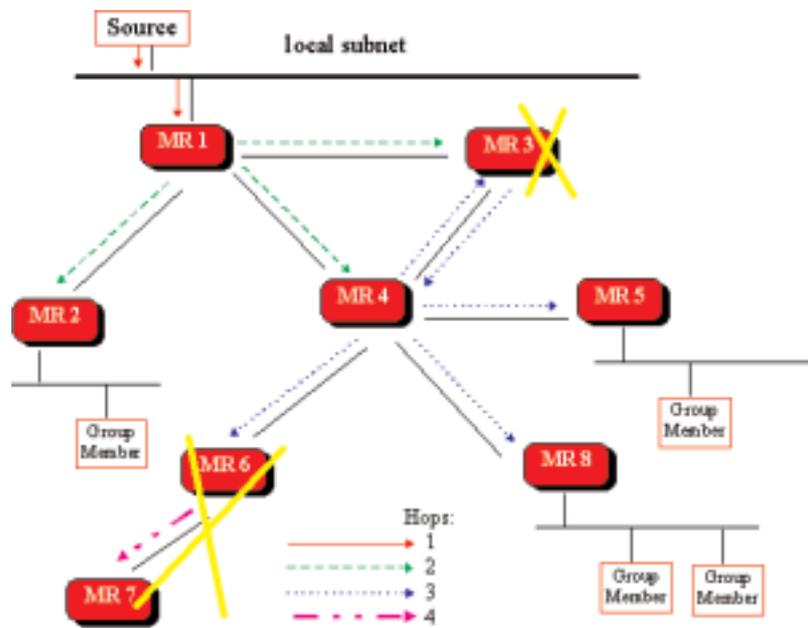
με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ελάχιστου spanning tree για το multicast group. Μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, το δέντρο ανανεώνεται με την αποστολή ενός άλλου πακέτου σε όλους τους δρομολογητές στο δίκτυο μέσω διαδικασίας flooding και ο κύκλος αρχίζει πάλι.

Το DVMRP μπορεί να εκτελέσει και διορθωτικό ρόλο. Εάν ένας δρομολογητής στείλει ένα prune μήνυμα και ανακαλύψει ένα μέλος που ανήκει στο group, μπορεί να στείλει ένα διορθωτικό (graft) μήνυμα στο parent link του. Ο πιο πάνω δρομολογητής έπειτα ακυρώνει το προηγούμενο prune μήνυμα και αρχίζει να διαβιβάζει τα multicast πακέτα προς το child link. Αυτός ο μηχανισμός χρησιμοποιείται επίσης με τον ίδιο τρόπο για να αποκαταστήσει προηγούμενα pruned branches. Με αυτόν τον μηχανισμό, ένα μέλος δεν είναι απαραίτητο να περιμένει έως ότου το δέντρο ανανεωθεί για να αρχίσει να δέχεται τα multicast πακέτα.

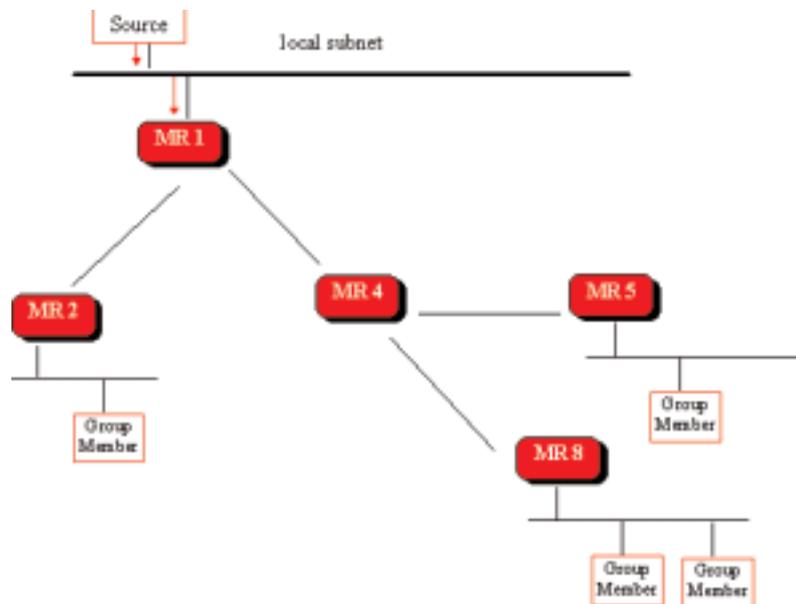
Το DVMRP λειτουργεί καλά για τις πυκνά κατανεμημένες ομάδες. Το περιοδικό flooding προκαλεί προβλήματα απόδοσης όταν χρησιμοποιείται για τις αραιά κατανεμημένες ομάδες όπου το εύρος ζώνης δεν είναι άφθονο. Κατά συνέπεια, το DVMRP δεν λειτουργεί καλά σε εφαρμογή ευρείας περιοχής.

Σύμφωνα με το σχήμα 4.2 γίνονται τα εξής :

1. Στο πρώτο hop το μήνυμα φτάνει στον router 1.
2. Στο δεύτερο hop το μήνυμα φτάνει στους router 2, 3 και 4.
3. Στο τρίτο hop οι router 3 και 4 ανταλλάσσουν μηνύματα. Και οι δύο απορρίπτουν το μήνυμα γιατί δεν έφτασε στο σωστό interface το οποίο δίνει την κοντινότερη διαδρομή πίσω στην πηγή από τον προορισμό.
4. Στο τέταρτο hop το μήνυμα φτάνει στον router 7. Ο router 7 καταλαβαίνει ότι είναι leaf router και ότι δεν υπάρχουν μέλη στο υποδίκτυο του γι' αυτό στέλνει ένα prune μήνυμα στον router 6 τον router που βρίσκεται πιο πάνω. Ο router 6 στην συνέχεια, στέλνει ένα prune μήνυμα στον router 4. Ο router 3 επίσης στέλνει ένα prune μήνυμα στον router 1.



Σχήμα 4.2: Κατασκευή Spanning Tree



Σχήμα 4.3: Τελικό Spanning Tree

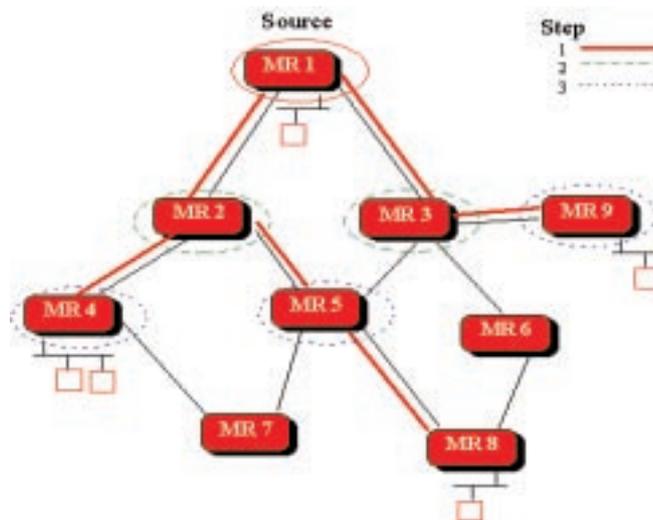
4.2.2 Multicast Open Shortest Path First (MOSPF)

Το Multicast Open Shortest Path First (MOSPF) είναι η IP multicast επέκταση του Open Shortest Path First (OSPF) πρωτόκολλου δρομολόγησης το οποίο χρησιμοποιείται για unicast δρομολόγηση. Τα OSPF/MOSPF είναι βασισμένα σε link state αντί στον υπολογισμό των hop όπως το DVMRP. Το MOSPF χτίστηκε πάνω από OSPF έτσι ώστε μια OSPF περιοχή (domain) δρομολόγησης να μπορεί εύκολα να αναβαθμιστεί ώστε να περιλάβει multicast ικανότητες δρομολόγησης. Λόγω αυτού, το MOSPF θα λειτουργήσει με τους unicast OSPF δρομολογητές στην προώθηση πακέτων. Το MOSPF χρησιμοποιεί τα unicast πρωτόκολλα δρομολόγησης του OSPF για να διατηρήσει μια εικόνα της τοπολογίας του δικτύου. Το MOSPF προορίζεται για ένα ενιαίο αυτόνομο σύστημα. Η αναβάθμιση του MOSPF για χρήση του στο Διαδίκτυο απαιτεί την εφαρμογή ενός άλλου inter-autonomous system routing protocol.

Οι MOSPF δρομολογητές απαιτείται να διατηρούν μια βάση δεδομένων του τοπικού group, η οποία είναι ένας κατάλογος άμεσα συνδεδεμένων μελών του group. Καθορίζουν επίσης πώς το multicast πακέτο πρόκειται να διαβιβαστεί σε κάθε μέλος της ομάδας. Μέσα σε ένα υποδίκτυο, υπάρχει ένας MOSPF δρομολογητής ο οποίος ορίζεται ως ο Designated δρομολογητής (DR) και ένας ο οποίος είναι ο Backup Designated Router (BDR). Είναι ευθύνη του DR να εφαρμόσει IGMP ερωτήματα συμμετοχής. Και ο DR και ο BDR ακούνε τα IGMP Host Reports.

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 group και εξασφαλίζει ότι τα πακέτα θα προωθούνται σωστά για διανομή στα μέλη των τοπικών group. Κάθε δρομολογητής μπορεί τότε να κατασκευάσει ένα δέντρο με ρίζα του την πηγή και με την μικρότερη διαδρομή για κάθε κόμβο μέλος βασισμένος στον SPT αλγόριθμο δρομολόγησης. Αυτό είναι ένα περικεκομμένο 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. Πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε δρομολογητής χτίζει το ίδιο δέντρο δεδομένου ότι μοιράζονται περιοδικά τις ίδιες link state πληροφορίες.

Η cache προώθηση κατασκευάζεται από το δέντρο της μικρότερης διαδρομής για το κάθε ζεύγος πηγής - group και από την τοπική βάση δεδομένων για το group. Όταν κατασκευάζεται το δέντρο της μικρότερης διαδρομής γίνεται μία εισαγωγή στην cache προώθηση. Αμέσως μετά το δέντρο απορρίπτεται προκειμένου να ελευθερωθούν πόροι του δρομολογητή και όλα τα πακέτα για το συγκεκριμένο ζεύγος πηγής - group προωθούνται ανάλογα με τα περιεχόμενα της προσωρινής μνήμης.



Σχήμα 4.4: Δημιουργία MOSPF Tree

Σύμφωνα με το σχήμα 4.4 τα βήματα που ακολουθούντα είναι τα εξής:

1. Ο MR 1 γνωρίζει τα μέλη του group μέσω του IGMP και λόγω αυτού ξέρει ότι το μονοπάτι προς τον MR 4 περνάει μέσω του MR 2, το μονοπάτι προς τον MR 5 μέσω του MR 8 κ.τ.λ.
2. Ο MR 2 γνωρίζει ότι συνδέεται απευθείας με τον MR 4 ενώ με τον MR 8 συνδέεται μέσω του MR 5. Ο MR 3 γνωρίζει ότι συνδέεται απευθείας με τον MR 9.
3. Ο MR 5 γνωρίζει ότι συνδέεται απευθείας με τον MR 8.

4.2.3 Core Based Trees (CBT)

Το Core Based Trees (CBT) δεν θεωρείται συνήθως multicast πρωτόκολλο δρομολόγησης, αλλά αναφέρεται συχνότερα ως αλγόριθμος δρομολόγησης. Παρουσιάζεται εδώ λόγω των ομοιοτήτων του με το PIM-SM πρωτόκολλο δρομολόγησης.

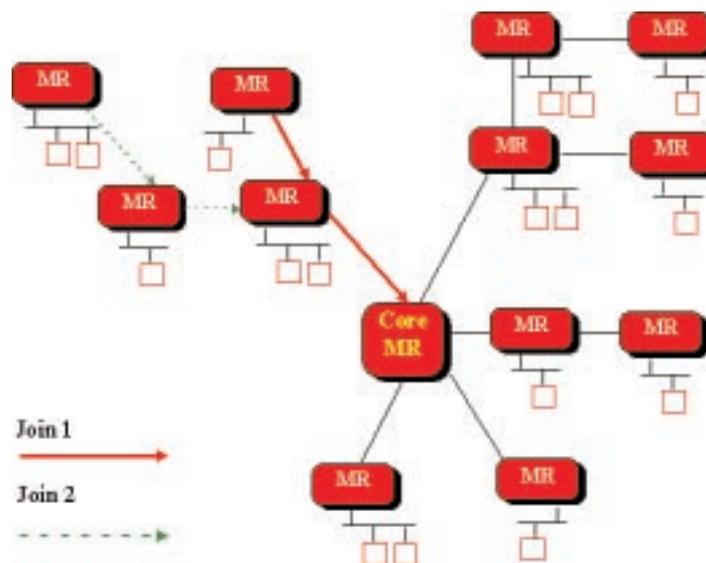
Τα CBT (δέντρα βασισμένα σε πυρήνα) διαφέρουν από τους υπάρχοντες αλγορίθμους δρομολόγησης στο ότι χτίζουν ένα δέντρο παράδοσης το οποίο μοιράζεται από όλες τις πηγές μιας ομάδας αντί ενός ενιαίου δέντρου για κάθε ζευγάρι πηγής-ομάδας. Έτσι, η multicast κυκλοφορία μεταφέρεται πάνω στο ίδιο δέντρο ανεξάρτητα από την πηγή.

Το CBT ακολουθεί τις απαιτήσεις του Host Group Model οι οποίες είναι ότι οι αποστολείς δεν χρειάζεται να είναι μέλη της ομάδας, η λίστα των μελών είναι δυναμική και αυτόνομη, δεν υπάρχουν τοπολογικοί περιορισμοί για να γίνει κάποιος κόμβος μέλος ενός group και τα group μπορεί να είναι μόνιμα ή προσωρινά. Το CBT είναι επίσης κλιμακωτό. Έχει χαμηλές απαιτήσεις εύρους ζώνης, χρησιμοποιεί λίγη μνήμη και μικρές απαιτήσεις σε επεξεργαστική ισχύ από τους πόρους των multicast δρομολογητών όταν εφαρμόζεται σε ευρύτερα τοπολογικά δίκτυα. Ακόμα, το CBT είναι ένας ισχυρός αλγό-

ριθμος multicast. Καθώς τα δέντρα γίνονται μεγαλύτερα, η τοποθέτηση του πυρήνα γίνεται με γνώμονα την βέλτιστη σταθερότητα για το δέντρο διανομής των πακέτων. Τέλος, το CBT είναι ανεξάρτητο από την διευθυνσιοδότηση (addressing). Μπορεί να εγκατασταθεί οπουδήποτε επιτρέπεται inter-domain multicasting και δεν στηρίζεται σε κανένα νέο IP σχέδιο διευθυνσιοδότησης .

Ένα δέντρο CBT μπορεί να έχει ένα μόνο πυρήνα ή και περισσότερους ανάλογα με το μέγεθος της ομάδας. Όταν ένας host επιθυμεί να γίνει μέλος μιας ομάδας, στέλνει ένα αίτημα για συμμετοχή προς το core tree της ομάδας. Αυτό το αίτημα συμμετοχής υποβάλλεται σε επεξεργασία από όλους τους ενδιαμέσους δρομολογητές προσδιορίζοντας, πιο interface έλαβε το αίτημα συμμετοχής και καθορίζεται το CBT δέντρο διανομής για εκείνον τον host. Εάν ένας host επιθυμεί να είναι η πηγή για μια ομάδα, αλλά δεν είναι μέλος εκείνης της ομάδας, τότε στέλνει σε απλά IP unicast πακέτα τα δεδομένα προς τον κεντρικό δρομολογητή. Όταν το πακέτο φτάσει σε έναν δρομολογητή ο οποίος είναι μέλος του CBT δέντρου, τότε από εκεί και πέρα εκπέμπεται σαν multicast πακέτο για το υπόλοιπο της διαδρομής. Αυτό εγγυάται ότι το πακέτο διαβιβάζεται σε όλα τα μέλη της ομάδας. Όλα τα multicast πακέτα ενθυλακώνονται σε ένα IP unicast πακέτο και διαβιβάζονται χρησιμοποιώντας τον unicast αλγόριθμο δρομολόγησης. Όλα τα μηνύματα και τα πακέτα πηγής προωθούνται προς τον πυρήνα του δέντρου, ή προς έναν από τους πυρήνες εάν είναι multi-cored δέντρο. Αυτό εξασφαλίζει σωστή διανομή σε όλους τους δρομολογητές που βρίσκονται στο δέντρο.

Μερικά από τα μειονεκτήματα του Core Based Trees είναι η συγκέντρωση της multicast κυκλοφορίας γύρω από τον core router δεδομένου ότι όλες οι πηγές μεταδίδουν από το ίδιο σύνολο συνδέσεων προς τον core router. Ένα ενιαίο shared delivery tree μπορεί επίσης να οδηγήσει στις suboptimal διαδρομές από τους source host στα μέλη της ομάδας. Κατά συνέπεια, τα μέλη ομάδας μπορεί να αντιμετωπίσουν μια αυξανόμενη καθυστέρηση στην υποδοχή multicast δεδομένων.



Σχήμα 4.5: CBT shared tree

4.2.4 Protocol-Independent Multicast (PIM)

Ο στόχος του PIM είναι να δρομολογεί multicast πακέτα με ένα εξελικτικό τρόπο χωρίς να βασίζεται στους IP unicast αλγορίθμους δρομολόγησης. Με αυτό τον τρόπο, το πρωτόκολλο μπορεί να παρέχει εξελικτικό inter-domain multicasting σε ολόκληρο το Διαδίκτυο. Στην εφαρμογή PIM εν τούτοις, ο δρομολογητής πρέπει ακόμα να χρησιμοποιήσει ένα unicast πρωτόκολλο δρομολόγησης για να διατηρεί τον πίνακα δρομολόγησης για να είναι σε θέση να προσαρμόζεται σε αλλαγές στην τοπολογία.

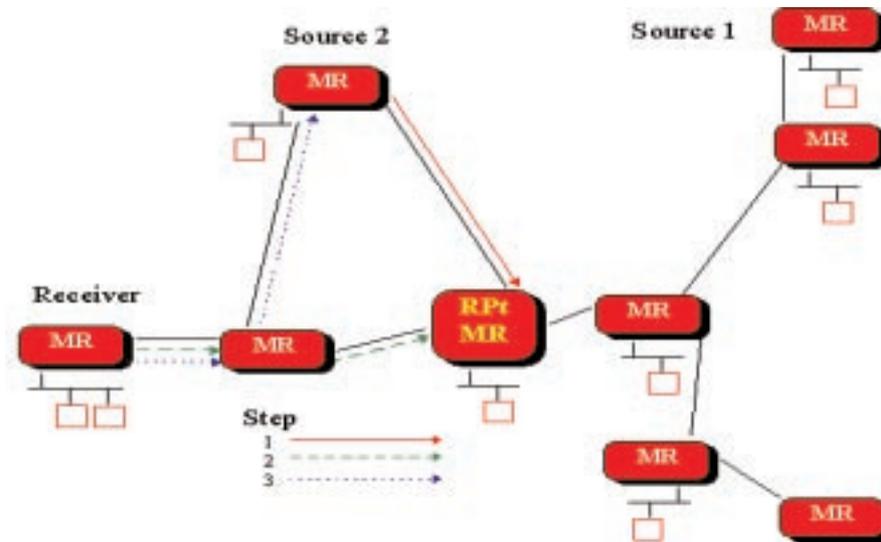
Αντιλαμβανόμενοι την ανάγκη να αντιμετωπιστούν οι ποικίλες κατανομές όσο αφορά τον αριθμό των μελών των group και οι περιορισμοί για το εύρος ζώνης, οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του PIM δημιούργησαν δύο τρόπους λειτουργίας τον dense και τον sparse mode. Ένας PIM δρομολογητής είναι σε θέση να τρέχει τους δύο διαφορετικούς τρόπους ταυτόχρονα για διαφορετικές ομάδες επειδή η επεξεργασία των PIM-DM και PIM-SM μηνυμάτων ελέγχου και η αποστολή πακέτων ολοκληρώνονται μαζί.

4.2.4.1 Protocol-Independent Multicast Dense-Mode (PIM-DM)

Το PIM-DM αναπτύσσεται σε ζευγάρι με το PIM-SM και παρέχει ένα εναλλακτικό dense mode πρωτόκολλο από το να στηρίζεται στο DVMRP ή στο MOSPF. Το PIM-DM είναι πολύ παρόμοιο με το DVMRP δεδομένου ότι υιοθετεί τον RPM αλγόριθμο δρομολόγησης. Στηρίζεται στην παρουσία ενός unicast αλγορίθμου δρομολόγησης για να προσαρμοστεί σε αλλαγές στην τοπολογία, αλλά δεν εξαρτάται από τους μηχανισμούς αυτού του αλγορίθμου δρομολόγησης. Εάν τα multicast πακέτα φθάσουν στο interface που παρέχει το shortest path προς στην πηγή τότε το PIM-DM διαβιβάζει εκείνα τα πακέτα σε όλα τα child interface μέχρι να του ειπωθεί ρητά από ένα prune μήνυμα να σταματήσει. Όπως το DVMRP, έτσι και το PIM-DM χρησιμοποιεί διορθωτικά μηνύματα για μέλη γκρουπ τα οποία εμφανίζονται σε αποκομμένους κλάδους (pruned branches).

4.2.4.2 Protocol-Independent Multicast Sparse-Mode (PIM-SM)

Το PIM-SM είναι πολύ παρόμοιο με το CBT. Και τα δύο πρωτόκολλα εισάγουν την έννοια του κοινού σημείου συνάντησης, δρομολογητής πυρήνας (core router) για το CBT και rendezvous point (RP) για το PIM-SM. Η αρχική πηγή κάθε ομάδας επιλέγει ένα RP και ένα μικρό αριθμό εναλλακτικών σημείων συνάντησης (RP-list). Σε οποιαδήποτε στιγμή, μόνο ένα σημείο συνάντησης είναι ενεργό για ένα group. Εάν ένας host επιθυμεί να γίνει μέλος, έρχεται σε επαφή με τον άμεσα συνδεδεμένο σε αυτόν δρομολογητή ο οποίος στέλνει στη συνέχεια έναν ρητό μήνυμα σύνδεσης στο ενεργό RP να γίνει μέλος του δέντρου διανομής όπως στο CBT πρότυπο. Η πηγή χρησιμοποιεί έπειτα το RP για να καθορίσει την διαδρομή προς τα συνδεδεμένα μέλη (Σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6: PIM-SM join

Στο σχήμα 4.6 τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Ο αποστολέας στο εγγράφεται στον Rendezvous Point Multicast Router RPt.
2. Ένας παραλήπτης ενώνεται με τον Rpt, δημιουργείται ένα μεγαλύτερο shared tree.
3. Ο παραλήπτης λαμβάνει μεγάλο όγκο δεδομένων από το Source 2. Ο παραλήπτης στέλνει ένα ρητό μήνυμα σύνδεσης στο Source 2 για να καθορίσει την κοντινότερη διαδρομή προς το συνδεδεμένο μέλος .

Το PIM- SM κάνει επίσης χρήση IGMP μηνυμάτων για να εντοπίσει την κατάσταση των μελών του group. Για ένα υποδίκτυο που έχει περισσότερους από έναν PIM δρομολογητές, αυτός με την μεγαλύτερη IP διεύθυνση ενεργεί ως ο Designated Router(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.

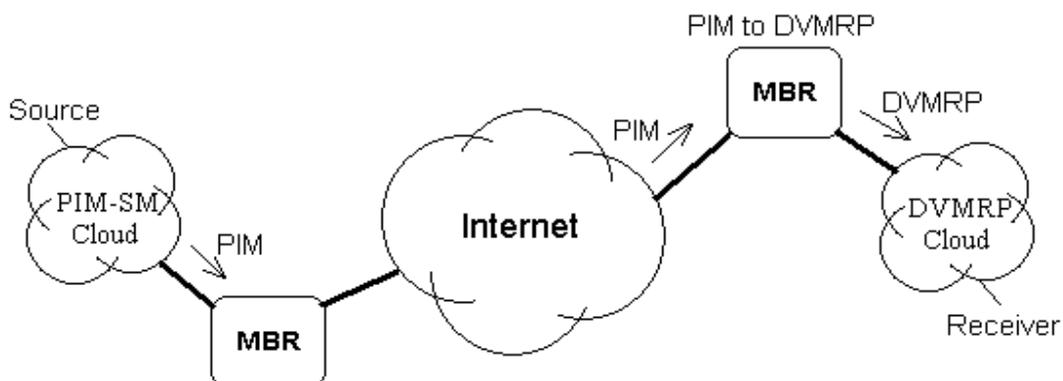
Για την διάκριση μεταξύ PIM- DM και SM, μέρος από την Class D διεύθυνση κρατείται για τις SM ομάδες. Όταν ένας DR λαμβάνει μια έκθεση για ένα νέο group, καθορίζει εάν είναι SM group από τη διεύθυνσή του. Εάν είναι SM ομάδα τότε ο DR ανατρέχει στην RP λίστα για να καθορίσει πιο θα είναι το σημείο συνάντησης RP. Εάν δεν μπορεί να φτάσει στο RP τότε επιλέγεται ένα εναλλακτικό RP. 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 - group ώστε να ξέρουν που να στέλνουν τα πακέτα Αφότου επιτευχθεί σύνδεση με την πηγή για να αρχίσει η μετάδοση, δεν είναι πλέον απαραίτητο να στέλνονται με unicast τρόπο τα πακέτα στο RP. Σε αυτό το σημείο, ο DR της πηγής μπορεί να διαβιβάσει τα multicast πακέτα με την

εγγενή μορφή τους. Έτσι τα tunnels δεν χρειάζονται πλέον για να καθοδηγήσουν τα πακέτα μεταξύ των PIM δρομολογητών. Ωστόσο η τεχνική tunneling είναι απαραίτητη όταν το PIM συνεργάζεται με δρομολογητές βασισμένους στο DVMRP.

4.2.5 Διαλειτουργικότητα ανάμεσα στα Multicast Routing Protocols

Όταν οι πολλαπλές περιοχές multicast δρομολόγησης συνδέονται πρέπει να ακολουθούν ορισμένους κανόνες έτσι ώστε τα ανεξάρτητα multicast πρωτόκολλα δρομολόγησης να λειτουργούν μεταξύ τους. Multicast Border Routers (MBR) που συνδέουν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες περιοχές πραγματοποιούν αυτούς τους κανόνες. Η χρήση των MBRs εξασφαλίζει την τήρηση των κανόνων διαλειτουργικότητας.

Κάθε MBR αποτελείται από δύο ή περισσότερα τμήματα δρομολόγησης, τα οποία τρέχουν ένα από τα multicast πρωτόκολλα δρομολόγησης. Μπορεί να υπάρξει ένα ενεργό multicast πρωτόκολλο δρομολόγησης ανά τμήμα. Τα MBRs διαμορφώνονται για να διαβιβάσουν πακέτα μεταξύ δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων περιοχών (σχήμα 4.7). Επιτρέπονται να έχουν ένα ή περισσότερα ενεργά interface ανά περιοχή, αλλά μπορούν να έχουν μόνο ένα τμήμα δρομολόγησης ανά περιοχή. Ένα άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα των MBR είναι ότι όλα τα τμήματα μοιράζονται μια κοινή forwarding cache των καταχωρήσεων της πηγής/ ομάδας (S,G). Κάθε καταχώρηση αποτελείται από ένα ενιαίο εισερχόμενο interface και έναν κατάλογο εξερχόμενων interface. Κάθε τμήμα διατηρεί έναν δικό του πίνακα δρομολόγησης.



Σχήμα 4.7 Use of MBR's to support independent multicast routing domains

Μέσα σε ένα MBR, πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθοι κανόνες προκειμένου να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα: 1). Μόνο ένα τμήμα είναι κάτοχος ενός εισερχόμενου interface για ένα (S, G) ζευγάρι. 2). Εξαρτάται από το τμήμα που κατέχει την εισερχόμενη διεπαφή να αποφασίσει πώς τα πακέτα πρόκειται να γίνουν αποδεκτά ή να απορριφθούν. 3). Όλα τα τμήματα γνωρίζουν την προσθήκη νέων (S, G) ζευγαριών, έτσι ώστε να μπορούν να διατηρούν τους πίνακες δρομολόγησης. 4). Ο ιδιοκτήτης μιας εισερχόμενης διεπαφής ειδοποιείται τότε αφαιρείται η τελευταία εξερχόμενη διεπαφή

από τον κατάλογο. Ο ιδιοκτήτης του εισερχόμενου interface μπορεί έπειτα να διαβιβάσει ένα prune μήνυμα. 5). Όταν το πρώτο εξερχόμενο interface προστίθεται στον εξερχόμενο κατάλογο των interface για ένα (S, G) ζευγάρι, ο ιδιοκτήτης του εισερχόμενου interface ειδοποιείται έτσι ώστε να διαβιβάσει έναν ακριβές join graft μήνυμα.

Ενώ οι κανόνες διαλειτουργικότητας χρειάζονται για τη δρομολόγηση μεταξύ δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων multicast πρωτοκόλλων δρομολόγησης, χρειάζονται επίσης και για την δρομολόγηση μεταξύ sparse και dense mode πρωτοκόλλων. Τα dense mode πρωτόκολλα στηρίζονται σε τεχνικές flooding για να διατηρήσουν το multicast delivery tree ενώ τα sparse mode πρωτόκολλα χρησιμοποιούν join/graft και prune μηνύματα για να διατηρήσουν το δέντρο. Οι κανόνες 4 και 5 ενισχύουν την χρήση join/graft και prune μηνυμάτων στα οποία τα sparse mode πρωτόκολλα στηρίζονται και τα οποία τα dense mode πρωτόκολλα μπορεί να μην χρησιμοποιήσουν.

4.3 Real Time Multimedia

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη και η χρήση των multimedia εφαρμογών αναπτύσσονται ραγδαία. Η εφαρμογή τους, επιβάλλει έναν αριθμό απαιτήσεων ώστε να εξασφαλιστεί μία αποδεκτή ποιότητα. Αυτή η ποιότητα στην μετάδοση των multimedia δεδομένων αφορά θέματα συγχρονισμού, καθυστέρησης, χρονικών ορίων, απώλεια πακέτων, διαθεσιμότητα πόρων καθώς και ζητήματα που έχουν να κάνουν με την παραμόρφωση χρονισμού (jitter) και με το μέτρο ρυθμού μεταφοράς και επεξεργασίας δεδομένων (throughput). Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των real time multimedia δεδομένων είναι το RTP και το RTCP.

4.3.1 Real Time Protocol (RTP)

Το real-time transport protocol (RTP) σχεδιάστηκε για να παρέχει end-to-end υπηρεσίες παράδοσης σε δεδομένα πραγματικού χρόνου. Αυτές οι υπηρεσίες επιτρέπουν στις εφαρμογές να εξομαλύνουν και να προσαρμόζονται σε αποκλίσεις καθυστερήσεων που προκαλούνται από το δίκτυο. Ενώ έχει τα χαρακτηριστικά ενός transport πρωτοκόλλου, το RTP είναι στην πραγματικότητα ανεξάρτητο από το transport πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται. Το RTP δεν εγγυάται ποιότητα στις υπηρεσίες ούτε προσφέρει εξασφάλιση πόρων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο του από τις εφαρμογές ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κοινού με το real-time control protocol (RTCP) για να ελέγχει την παράδοση των δεδομένων.

Το RTP τρέχει πάνω από το transport layer και λειτουργεί από κοινού με αυτό για να παρέχει την λειτουργικότητα που απαιτείται για την πραγματικού χρόνου κυκλοφορία. Δεν προορίζεται να είναι ένα ξεχωριστό επίπεδο. Αντί αυτού, είναι ενσωματωμένο στις ίδιες τις εφαρμογές. Το RTP σχεδιάστηκε να είναι ένα εύπλαστο framework (πλαίσιο) πρωτοκόλλου. Το RFC 1889 παρέχει την περιγραφή των χαρακτηριστικών που είναι κοινά για όλες τις RTP εφαρμογές. Πέρα από αυτό, όμως, μια εφαρμογή μπορεί να προσαρμόσει το RTP για να ικανοποιήσει τις συγκεκριμένες ανάγκες της.

Ένα RTP session καθορίζεται από δύο συστατικά μέρη : το προφίλ του και την μορφή του ωφέλιμου φορτίου του, όπου το ωφέλιμο φορτίο είναι τα δεδομένα τα οποία μεταδίδονται. Το προφίλ καθορίζει τους τύπους των κωδικών του ωφέλιμου φορτίου και την αντιστοίχιση τους στον τύπο του ωφέλιμου φορτίου. Καθορίζει επίσης οποιεσδήποτε τροποποιήσεις από την εφαρμογή στο RTP με τον καθορισμό μιας κεφαλίδας. Η μορφή του ωφέλιμου φορτίου διευκρινίζει την μορφή των δεδομένων μέσα στο RTP πακέτο όπως την κωδικοποίηση και την συμπίεση. Δεδομένου ότι η μορφή του ωφέλιμου φορτίου ισχύει μόνο για έναν συγκεκριμένο τύπο μέσου, κάθε τύπος δεδομένου έχει το δικό του RTP session. Μια εφαρμογή, όμως, χρησιμοποιεί μόνο ένα RTP προφίλ. Αυτός ο χωρισμός προσφέρει στο RTP εξελιξιμότητα δεδομένου ότι ένας δέκτης μπορεί τώρα να αποφασίσει ποια μέσα επιθυμεί να λάβει. Παραδείγματος χάριν, εάν ο δέκτης συνδέεται με μια χαμηλού εύρους ζώνης σύνδεση, μπορεί να επιθυμήσει να λάβει μόνο ήχο για μια τηλεδιάσκεψη και όχι βίντεο.

Το RTP είναι ένας μηχανισμός για μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου στο δίκτυο. Προσφέρει για τον τύπο του ωφέλιμου φορτίου, αναγνώριση ιδιοτήτων, σειριακή αρίθμηση και timestamping. Ο τύπος του ωφέλιμου φορτίου προσδιορίζει τον τύπο των δεδομένων που μεταφέρονται στον δέκτη. Αυτό επιτρέπει στο RTP να χρησιμοποιείται σε ποικίλους τύπους μέσων καθώς επίσης και σε διαφορετικούς τύπους συμπίεσης. Η σειριακή αρίθμηση και τα χαρακτηριστικά του timestamp χρησιμοποιούνται από το δέκτη για να αναδημιουργήσει το timing που είχε παραχθεί από την πηγή. Χρησιμοποιούνται επίσης για να καθορίσουν τον αριθμό των πακέτων που έχουν χαθεί καθώς επίσης και τον αριθμό αυτών που φθάνουν εκτός σειράς. Ο συγχρονισμός διαφορετικών συνόδων που προέρχονται από την ίδια πηγή μπορεί να επιτευχθεί μέσω των πληροφοριών timing που περιλαμβάνονται στα πακέτα RTCP.

4.3.2 Real-Time Control Protocol

Το Real-Time Control Protocol (RTCP)) είναι βασισμένο στην περιοδική μετάδοση των πακέτων ελέγχου σε όλους τους συμμετέχοντες της συνόδου, χρησιμοποιώντας τον ίδιο μηχανισμό διανομής με τα πακέτα δεδομένων. Το ελλοχεύον πρωτόκολλο πρέπει να παρέχει πολυπλεξία (multiplexing) στα πακέτα δεδομένων και ελέγχου, παραδείγματος χάριν χρησιμοποιώντας χωριστούς αριθμούς port μαζί με το UDP. Το RTCP εκτελεί τέσσερις λειτουργίες:

1. Η αρχική λειτουργία είναι να παρασχεθεί ανατροφοδότηση στην ποιότητα της διανομής των δεδομένων. Αυτό είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα του ρόλου του RTP ως πρωτόκολλο μεταφοράς και συσχετίζεται με τις λειτουργίες ελέγχου ροής και συμφόρησης των άλλων πρωτοκόλλων μεταφοράς. Η αποστολή των εκθέσεων υποδοχής ανατροφοδότησης σε όλους τους συμμετέχοντες επιτρέπει σε κάποιον που παρατηρεί τα προβλήματα να αξιολογεί εάν είναι τοπικά ή σφαιρικά. Με έναν μηχανισμό διανομής όπως το IP multicast, είναι επίσης δυνατό για μια οντότητα όπως ένας φορέας παροχής υπηρεσιών δικτύων που δεν περιλαμβάνεται ειδάλως στη σύνοδο να λάβει τις πληροφορίες ανατροφοδότησης και να ενεργήσει ως όργανο ελέγχου τρίτων για να εντοπίσει τα προβλήματα των δικτύων. Αυτή η λει-

τουργία ανατροφοδότησης εκτελείται από τις RTCP εκθέσεις αποστολών και παραληπτών.

2. Το RTCP περιέχει ένα transport-level προσδιοριστικό για μια RTP πηγή το οποίο ονομάζεται canonical name ή CNAME. Δεδομένου ότι το προσδιοριστικό SSRC (Synchronization Source Identifier -32 bit-: μία ταυτότητα για την πηγή ενός stream, το οποίο καθορίζεται τυχαία από την πηγή) μπορεί να αλλάξει εάν προκύψει κάποια σύγκρουση ή αν υπάρξει επανεκκίνηση ενός προγράμματος, οι παραλήπτες ζητούν το CNAME για να παρακολουθούν κάθε συμμετέχοντα. Οι παραλήπτες ζητούν επίσης το CNAME για να συσχετίσουν ένα multiple data stream από έναν δεδομένο συμμετέχοντα σε ένα σύνολο σχετιζόμενων RTP διασκέψεων, παραδείγματος χάριν για να συγχρονίσουν ήχο και βίντεο.
3. Οι πρώτες δύο λειτουργίες απαιτούν ότι όλοι οι συμμετέχοντες στέλνουν RTCP πακέτα, επομένως ο ρυθμός πρέπει να ελεγχθεί έτσι ώστε το RTP να μπορεί να αντεπεξέλθει σε έναν μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων. Έχοντας κάθε συμμετέχον στείλει τα πακέτα ελέγχου του σε όλους τους άλλους, κάθε ένας μπορεί ανεξάρτητα να παρατηρήσει τον αριθμό συμμετεχόντων. Αυτός ο αριθμός χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τον ρυθμό στον οποίο τα πακέτα στέλνονται.
4. Μια τέταρτη, προαιρετική λειτουργία είναι να μεταβιβάζονται οι ελάχιστες πληροφορίες ελέγχου συνόδου, παραδείγματος χάριν το προσδιοριστικό του συμμετέχοντα να εμφανίζεται στο interface του χρήστη. Αυτό είναι πλέον πιθανό να είναι χρήσιμο στις "χαλαρά ελεγχόμενες" συνόδους όπου οι συμμετέχοντες μπαίνουν και φεύγουν χωρίς έλεγχο ιδιότητας μέλους ή χωρίς να υπάρχουν κάποιες παράμετροι. Το RTCP χρησιμεύει ως ένα κατάλληλο κανάλι που φθάνει σε όλους τους συμμετέχοντες, αλλά δεν αναμένεται απαραίτητα να υποστηρίζει όλες τις απαιτήσεις επικοινωνίας ελέγχου μιας εφαρμογής. Ένα υψηλότερου επιπέδου πρωτόκολλο ελέγχου συνόδου μπορεί να χρειαστεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ MBONE ΣΤΟ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήσαμε για την εγκατάσταση του MBONE στον χώρο του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. Θα αναφέρουμε τα βήματα που ακολουθήσαμε για την εγκατάσταση, για την δημιουργία session, τα session που υλοποιήθηκαν, το software που χρησιμοποιήθηκε κ.α.

Τα multicast εργαλεία τα οποία χρησιμοποιήσαμε είναι:

- Το SDR το οποίο χρησιμεύει στην παρακολούθηση και δημιουργία των session.
- Το RAT το οποίο χρησιμοποιείται για την αποστολή και για την λήψη ήχου.
- Το VIC το οποίο χρησιμοποιείται για την αποστολή και για την λήψη εικόνας.

Τα εργαλεία αυτά θα περιγραφούν και θα αναλυθούν παρακάτω.

Σκοπός της εργασίας μας είναι η δημιουργία session εντός του δικτύου και η δημιουργία session με χρήστες που βρίσκονται εκτός του δικτύου του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου χρησιμοποιώντας ήχο και εικόνα.

5.2 Εργαλεία Λογισμικού

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή της εγκατάστασης και της λειτουργίας των multicast εργαλείων τα οποία χρησιμοποιήσαμε, θα κάνουμε μία γενική αναφορά και σε άλλα multicast εργαλεία τα οποία έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται σε διασκέψεις. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από εργαλεία λογισμικού που μπορεί να βρει κανείς. Χωρίζονται σε οχτώ κατηγορίες:

- 1. Εργαλεία διαχείρισης συνόδων:** Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι το SD και το SDR. Με το SDR να χρησιμοποιείται ευρέως σήμερα, στις εξής πλατφόρμες: Solaris, Linux & Windows (όλα και σε IPv4 & IPv6).
- 2. Εργαλεία εικόνας:** Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι το VIC και το Rendez-vous
 - Το **VIC** είναι μια εφαρμογή πολυμέσων για video συνδιάσκεψη σε πραγματικό χρόνο πάνω από το Internet. Σχεδιάστηκε με μια ευέλικτη και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική για να υποστηρίξει ετερογενή περιβάλλοντα και συνθέσεις
 - Το **Rendez-vous** είναι ένα εργαλείο video συνδιάσκεψης που υποστηρίζει πλήρως τη δομή του MBONE και είναι συμβατό με τα προγράμματα μετάδοσης εικόνας και ήχου που έχουν αναπτυχθεί για το MBONE. Παράλληλα δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσής του με το SDR μέσω plug-in, καθιστώντας με αυτόν τον τρόπο ευκολότερη τη λειτουργία του.

- 4. Εργαλεία ήχου:** Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι τα: VAT, RAT και Freephone.
- Το **VAT** είναι ένα εργαλείο που αυτό χρησιμοποιείται για την αποστολή και λήψη ήχου μέσω του MBONE. Το vat προσφέρει τη δυνατότητα "μυστικής" επικοινωνίας δύο χρηστών αλλά και τη δυνατότητα ανοιχτής ηχοσυνδιάσκεψης. Επίσης, παρέχει ποικιλία από formats συμπίεσης, πράγμα που του επιτρέπει να επικοινωνεί με αρκετές πλατφόρμες και προγράμματα. Το vat δίνει ακόμα τη δυνατότητα συνομιλίας με χρήστες PC ή Mac με την προϋπόθεση ότι και αυτοί διαθέτουν το κατάλληλο λογισμικό για ηχοσυνδιάσκεψης.
 - Το **RAT** είναι ένα εργαλείο σχεδιασμένο για να επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να συνομιλούν πάνω από το MBONE. Επιτρέπει στους χρήστες του να συμμετέχουν σε συνδιασκέψεις ήχου πάνω από το Internet. Αυτές μπορούν να είναι είτε μεταξύ δύο ατόμων απ' ευθείας, είτε μεταξύ μιας ομάδας ατόμων.
 - Το **FreePhone** είναι ένα εργαλείο για υψηλής ποιότητας ήχο πάνω από το Internet. Υλοποιεί το RTP. Διαχειρίζεται πολλαπλές unicast και multicast συνόδους. Έτσι δεν υπάρχει ανάγκη να υπάρχουν αρκετά στιγμιότυπα του εργαλείου που να εκτελούνται ταυτόχρονα.
- 5. Εργαλεία κοινού χώρου εργασίας:** Το εργαλείο που κυριαρχεί σε αυτήν την κατηγορία είναι το WB (whiteboard). Το **WB** είναι ένα εργαλείο που δημιουργεί έναν διαμοιραζόμενο, εικονικό μαυροπίνακα στην οθόνη του υπολογιστή. Είναι κυρίως ένα εργαλείο συνδιάσκεψης και όχι ένα απλό εργαλείο ζωγραφικής. Το WB χρησιμοποιείται συνήθως σαν ένα οπτικό βοήθημα κατά τη διάρκεια βίντεο διαλέξεων στο MBONE. Έκτος από τη δυνατότητα που δίνει στους χρήστες να χρησιμοποιήσουν προκαθορισμένα σχήματα το WB μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαμοιρασμό PostScript αρχείων.
- 6. Εργαλεία κειμένου:** Το πιο δημοφιλές εργαλείο σ' αυτήν την κατηγορία είναι το NTE. Το **NTE** είναι ένας διαμοιραζόμενος διορθωτής κειμένου. Δεν είναι ούτε επεξεργαστής κειμένου, αλλά ούτε και whiteboard. Η χρήση του NTE μπορεί να είναι πολύ διαλογική. Οποιοσδήποτε σε μια σύνοδο μπορεί να διορθώσει ένα τμήμα κειμένου, εκτός και αν "κλειδωθεί" αυτό το τμήμα. Αυτό είναι σκόπιμο. Πολλοί χρήστες μπορούν (αν το επιθυμούν) να διορθώσουν το ίδιο κείμενο ταυτόχρονα. Εάν όμως προσπαθήσουν να διορθώσουν την ίδια γραμμή του κειμένου ταυτόχρονα, θα συμβεί μια σύγκρουση που θα καταλήξει στη διατήρηση της μιας μόνο διόρθωσης. Το NTE μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για unicast videoσυνδιάσκεψη που περιλαμβάνει μια άμεση σύνδεση μεταξύ δύο οικοδεσποτών είτε για multicast σύσκεψη με πολλούς συμμετέχοντες μέσω του Διαδικτύου Mbone.
- 7. Βοηθητικά εργαλεία:** Υπάρχει μια ποικιλία από βοηθητικά εργαλεία που τρέχουν παράλληλα με τα παραπάνω. Τα περισσότερο διαδεδομένα είναι τα RTPMon, ConfMan, Wbimport, MultiMon και Mpoll.
- Το **MultiMon** είναι ένα εργαλείο video συνδιάσκεψης το οποίο συλλέγει, οργανώνει και παρουσιάζει την IP κίνηση που περνά από τον MultiMon server. Αν και είναι

ένα γενικής χρήσης εργαλείο, στοχεύει στην παρακολούθηση της multicast κίνησης σε τοπικά δίκτυα και μ' αυτόν τον τρόπο βοηθάει τον υπεύθυνο του δικτύου να οργανώσει την κίνηση του δικτύου.

- Το **Mpoll** είναι ένα εργαλείο που δημιουργεί σε πραγματικό χρόνο ερωτήσεις σε μια MBONE διάσκεψη, συλλέγοντας και παρουσιάζοντας παράλληλα γραφικά τα αποτελέσματα. Δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσής του με το SDR, προκειμένου η χρήση του να είναι πιο εύκολη.

8. Εμπορικά προγράμματα: Το πιο γνωστό από αυτά είναι το **CU-SeeMe**. Η εμπορική έκδοση του θρυλικού προγράμματος είναι διαθέσιμη από τη White Pine Software, η οποία προσφάτως άλλαξε όνομα και έγινε CU-SeeMe Networks. Το CU-SeeMe υποστηρίζει και συνδέσεις point-to-point αλλά και συμμετοχή σε τηλεδιάσκεψεις με πολλούς συμμετέχοντες. Αυτό που το κάνει να ξεχωρίζει από άλλα αντίστοιχα προγράμματα είναι η δυνατότητα εικονοδιασκέψεων με έως και 12 συμμετέχοντες χωρίς την ύπαρξη ενός reflector (MCU). Βέβαια, υποστηρίζει πλήρως τη λειτουργία με reflectors, μάλιστα η White Pine έχει να προσφέρει και τον δικό της reflector, που λέγεται MeetingPoint. Η χρήση του CU-SeeMe 3.1.3 είναι πολύ εύκολη, διότι τα κουμπιά στο interface είναι λίγα και μεγάλα. Οι ρυθμίσεις γίνονται επίσης εύκολα και οι δυνατότητες είναι πολλές.

5.3 Εγκατάσταση

Τα multicast εργαλεία SDR, RAT, VIC τα βρήκαμε free στο Internet και πιο συγκεκριμένα στην ιστοσελίδα του πανεπιστημίου UCL στην διεύθυνση www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/.

Για την σωστή εγκατάσταση των εργαλείων αυτών βρήκαμε πληροφορίες από την ιστοσελίδα morden.csee.usf.edu/Nafipsf/ifsanafips2001/multicast.html. Σύμφωνα με τις πληροφορίες αυτές τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε είναι τα εξής:

1. Πάμε στην διεύθυνση www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/
2. Στον πρώτο πίνακα κάνουμε κλικ στην λέξη RAT.
3. Στην επόμενη σελίδα στον πίνακα που βρίσκεται αριστερά κάνουμε κλικ στην επιλογή Download .
4. Στην επόμενη σελίδα διαλέγουμε την έκδοση του RAT που θέλουμε σύμφωνα με το λειτουργικό σύστημα που έχει ο κάθε χρήστης. Στην δική μας περίπτωση το λειτουργικό μας σύστημα είναι Windows XP Professional και επιλέγουμε την σειρά:
 - Build Platform: Windows 2000 (IPv6 for Win2x, XP)
 - Build Date: 10th September 2003
 - Release: IPv6
 - Version: 4.2.24 και κατεβάζουμε το RAT.
5. Γυρνάμε στην σελίδα www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/

6. Στον πρώτο πίνακα κάνουμε κλικ στην λέξη VIC.
7. Στην επόμενη σελίδα στον πίνακα που βρίσκεται αριστερά κάνουμε κλικ στην επιλογή Download .
8. Στην επόμενη σελίδα διαλέγουμε την έκδοση του VIC που θέλουμε σύμφωνα με το λειτουργικό σύστημα που έχει ο κάθε χρήστης. Στην δική μας περίπτωση το λειτουργικό μας σύστημα είναι Windows XP Professional και επιλέγουμε την σειρά:
 - Build Platform: Windows XP
 - Build Date: 11th September 2003
 - Release: IPv6
 - Version: 2.8ucl1.1.6 και κατεβάζουμε το VIC.
9. Ξαναγυρνάμε στην κύρια σελίδα.
10. Στον πρώτο πίνακα κάνουμε κλικ στην λέξη VIC.
11. Στην επόμενη σελίδα στον πίνακα που βρίσκεται αριστερά κάνουμε κλικ στην επιλογή Download .
12. Στην επόμενη σελίδα διαλέγουμε την έκδοση του SDR που θέλουμε σύμφωνα με το λειτουργικό σύστημα που έχει ο κάθε χρήστης. Στην δική μας περίπτωση το λειτουργικό μας σύστημα είναι Windows XP Professional και επιλέγουμε την σειρά:
 - Build Platform: Windows (Ms Research IPv6 Stack)
 - Build Date: 25th August 2000
 - Release: IPv6
 - Version: 3.0 και κατεβάζουμε το SDR.
13. Τώρα έχουμε και τα τρία προγράμματα στον υπολογιστή και το επόμενο βήμα είναι να τα εγκαταστήσουμε. Η εγκατάσταση πρέπει να γίνει με την παρακάτω σειρά: α) RAT β) VIC γ) SDR
14. Κάνουμε επανεκκίνηση του υπολογιστή.
15. Τρέχουμε το SDR , αν δεν υπάρχει συντόμευση στην επιφάνεια εργασίας ξεκινάμε το πρόγραμμα από το μενού _ Έναρξη _.

5.4 Περιγραφή Multicast Εργαλείων

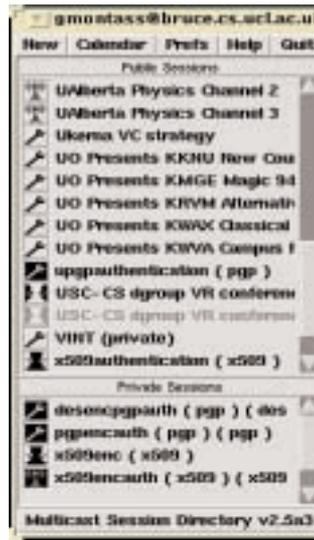
Στις επόμενες παραγράφους θα ακολουθήσει μία αναλυτική περιγραφή των multicast εργαλείων (SDR, RAT, VIC) που έχουμε χρησιμοποιήσει για την δημιουργία session.

5.4.1 Οδηγίες χρήσεις του SDR

Το SDR (Multicast Session Directory) είναι ένα εργαλείο το οποίο βοηθάει τον χρήστη να δημιουργεί και να συμμετέχει σε συνεδριάσεις. Με το SDR υπάρχει η δυνατό-

τητα να ανακοινώνονται συνεδριάσεις σε συγκεκριμένη ομάδα ανθρώπων. Είναι επίσης δυνατό οι πραγματικές συνεδριάσεις να κρυπτογραφούνται.

Οι διασκέψεις οι οποίες έχουν ανακοινωθεί μέσω του SDR εμφανίζονται με μορφή λίστας στο κύριο παράθυρο του εργαλείου (Εικόνα 5.1). Στην περίπτωση πιστοποίησης της ταυτότητας (authentication), ελέγχεται η ψηφιακή υπογραφή και τα κρυπτογραφημένα session αποκρυπτογραφούνται για το κατάλληλο group.



Εικόνα 5.1: SDR Main Window

Κάθε χρήστης μπορεί να δει περισσότερες πληροφορίες για κάθε session κλικάροντας πάνω στο όνομα του στην λίστα με τα session. Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με πληροφορίες για το γεγονός, για την ασφάλεια και μία πρόσκληση για συμμετοχή. Όταν χρησιμοποιούμε το SDR για να συμμετάσχουμε σε μία διάσκεψη τα κατάλληλα εργαλεία για αυτό το session θα ξεκινήσουν αυτόματα στις κατάλληλες διευθύνσεις και με τις κατάλληλες παραμέτρους. Εναλλακτικά ο χρήστης μπορεί να αποφασίσει να ξεκινήσει, μερικά από τα εργαλεία. Όχι μόνο η αναφορά για την διάσκεψη αλλά και η ίδια η διάσκεψη μπορεί να είναι ιδιωτική, αυτό εξασφαλίζεται καθιστώντας ικανά τα εργαλεία να κρυπτογραφούν τα data stream με ένα συνθηματικό. Το συνθηματικό μπορεί να εισάγεται αυτόματα ή μέσω του SDR.

Με το SDR μπορεί ο οποιοσδήποτε να δημιουργήσει, να διαφημίσει τις δικές του ασφαλείς διασκέψεις και να προσκαλεί και άλλο κόσμο να συμμετέχει εάν το επιθυμεί. Το SDR προσφέρει ένα πλαίσιο για την δημιουργία ασφαλών ανακοινώσεων και αυτόματα διευθετεί τα σχετικά εργαλεία. Από την στιγμή που μία διάσκεψη έχει δημιουργηθεί θα ανακοινωθεί στους άλλους χρήστες του SDR για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου μπορούν οι άλλοι χρήστες του SDR να συμμετάσχουν στο session. Αν έχουν τα κατάλληλα κλειδιά μπορούν να ελέγξουν το authentication και να αποκρυπτογραφήσουν το session. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα

να καλέσουμε κάποιον για μια γρήγορη 5λεπτη σύσκεψη ή για ένα κανονικό meeting όπως όταν παίρνουμε τηλέφωνο.

5.4.1.1 Βοήθεια

Μπορείτε να έχετε πρόσβαση στο σύστημα βοήθειας οποιαδήποτε στιγμή από το κύριο παράθυρο του SDR ή από το παράθυρο Create New Session.

5.4.1.2 Balloon Help

Στο Main Help παράθυρο και στο Preferences Window μπορείτε να αλλάξετε το balloon help σε on και off.

5.4.1.3 Που μπορώ να δω ποια session υπάρχουν;

5.4.1.3.1 Κύριο Παράθυρο

Η λίστα με τα session στο κύριο παράθυρο του SDR είναι προεπιλεγμένα σε αλφαβητική σειρά. Κάνοντας κλικ πάνω σε ένα session ανοίγει ένα Session Information Window για το συγκεκριμένο session δίνοντας λεπτομέρειες για το πότε το session θα πραγματοποιηθεί.

Είναι δυνατό να προσαρμοστεί η λίστα στο κύριο παράθυρο ώστε να δείχνει μόνο preferred sessions (κάθε session μπορεί να επισημανθεί ως προτιμώμενο ή όχι), current sessions ή future sessions. Για να γίνει αυτό κάνετε κλικ στο κουμπί Preferences στο κύριο παράθυρο και διαλέγετε την κατάλληλη επιλογή στο Preferences Window-Sessions. Αυτό το παράθυρο παρουσιάζει την επιλογή να απόκρυψη των test session.

Αν επιλέξετε Preferred Sessions μπορείτε να επιλέξετε ποια preferred session θα μπουκ στην λίστα με το να ξεδιαλέξετε τα session που δεν θέλετε να συμπεριληφθούν. Τα session που έχουν επισημανθεί ως visible θα εμφανιστούν στο κύριο παράθυρο. Μπορείτε επίσης να διαλέξετε τα session που δεν θέλετε μέσα στην λίστα κάνοντας πάνω σε αυτά δεξί κλικ στο κύριο παράθυρο.

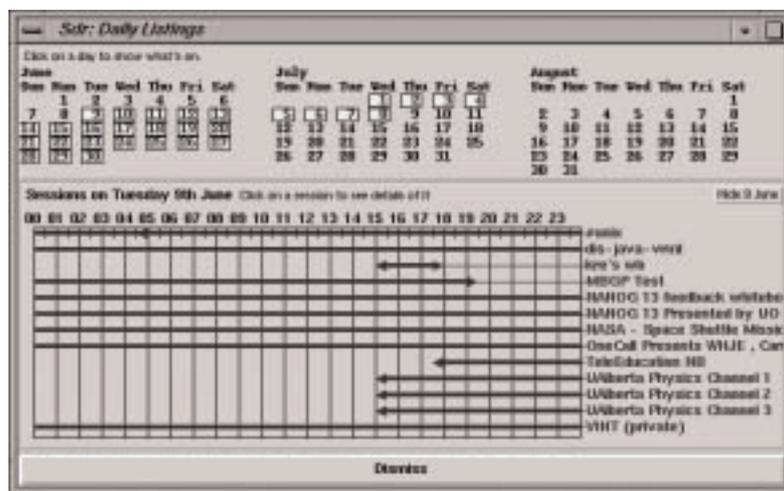
Η καρτέλα Interface στο Preferences Window σας παρέχει την επιλογή να κατανέμετε τα session κατά τύπο (broadcast, meeting, test) από ότι αλφαβητικά. Επίσης μπορείτε να επιλέξετε να μην εμφανίζεται ο τύπος καθόλου.

5.4.1.3.2 Daily Listings Window



Εικόνα 5.2: SDR Daily Listings Window

Το Daily Listings Window (Εικόνα 5.2) εμφανίζει όλα τα session σε μία καθημερινή βάση. Κάνοντας κλικ στο Daily Listings κουμπί στο κύριο παράθυρο θα ανοίξει το Daily Listings Window. Οι μέρες εμφανίζονται με μπλε και οι μέρες που είναι μέσα σε κουτάκι είναι οι μέρες για τις οποίες έχουν προγραμματιστεί τα session. Για να δείτε τα session για μια συγκεκριμένη μέρα κάνετε κλικ στην μέρα και το παράθυρο επεκτείνεται για να δείτε τα session για αυτήν την μέρα (Εικόνα 5.3). Μπορείτε να ανοίξετε όσες μέρες θέλετε την ίδια στιγμή. Μπορείτε να κλείσετε την λίστα για μία μέρα κάνοντας κλικ στο Hide <date> κουμπί στην πάνω δεξιά γωνία του παραθύρου.



Εικόνα 5.3: SDR Daily Listings Window-Showing Sessions on 9th June

Οι γραμμές που βρίσκονται αριστερά από τα ονόματα των session δείχνουν πότε ένα session θα πραγματοποιηθεί. Αν η γραμμή είναι συνεχόμενη σημαίνει ότι και το session είναι συνεχόμενο. Αν οι γραμμές είναι πιο μικρές, οι άκρες των γραμμών δείχνουν την ώρα έναρξης και λήξης των session.

5.4.1.4 Συμμετοχή σε ένα session

Η συμμετοχή σε ένα session σημαίνει ότι τίθενται σε λειτουργία τα εργαλεία που χρειάζονται για το session στις σωστές διευθύνσεις και με τις σωστές παραμέτρους.

5.4.1.4.1 Συμμετοχή σε ένα session από το Κύριο Παράθυρο

Ο πιο εύκολος τρόπος για να συμμετέχετε σε ένα session είναι κάνοντας κλικ στο όνομα του session στο κύριο παράθυρο.

5.4.1.4.2 Συμμετοχή σε ένα session από το Session Information Window

Ένας άλλος τρόπος για να συμμετάσχετε σε ένα session είναι μέσω του Session Information Window (Εικόνα 5.4). Στο συγκεκριμένο παράθυρο πάτε κάνοντας κλικ σε ένα όνομα ενός session ή μέσω του Daily Listing Window κάνοντας κλικ πάλι σε κάποιο session name ή σε μια γραμμή χρόνου. Στο Session Information Window κάνετε κλικ στο κουμπί Join.

5.4.1.4.3 Ανεξάρτητο Ξεκίνημα των Εργαλείων

Μπορείτε να ξεκινήσετε τα εργαλεία ξεχωριστά κάνοντας κλικ στο κουμπί το οποίο αντιστοιχεί στο εργαλείο που θέλετε να ξεκινήσετε.

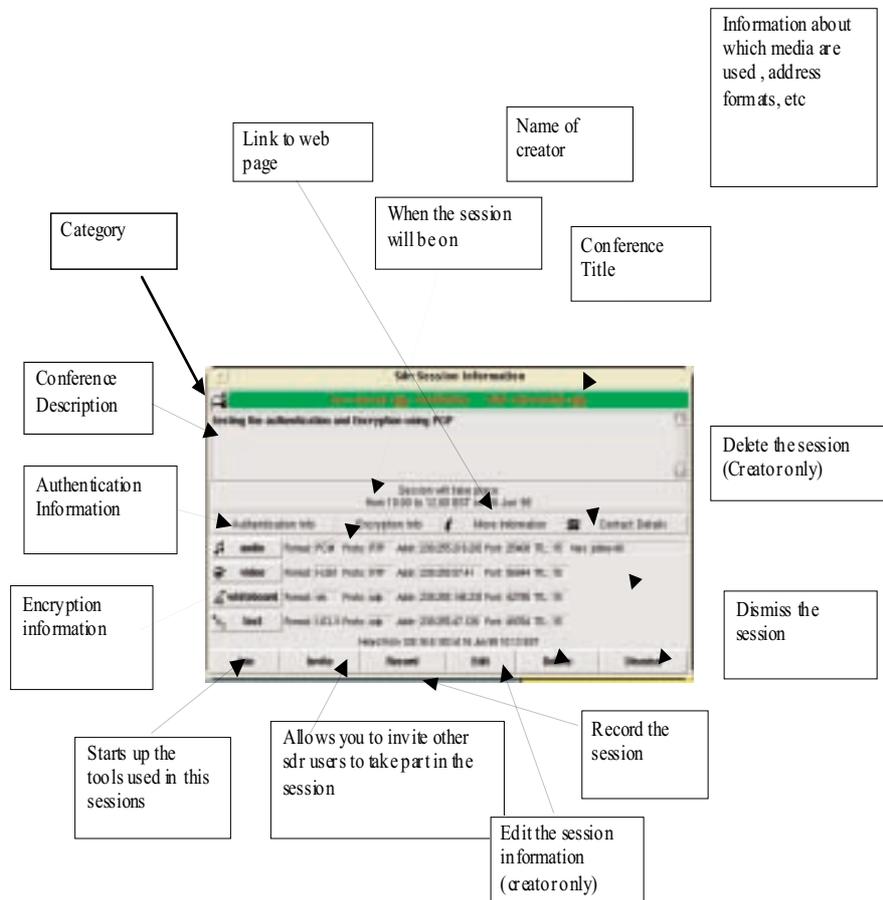
Εάν χρησιμοποιείται μόνο ένα εργαλείο στο session π.χ. ήχος πρέπει να πατήσετε Join για να το ξεκινήσετε.

5.4.1.5 SDR Session Information Window

Το Session Information Window δίνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Η εικόνα στην πάνω αριστερή γωνία δείχνει τον τύπο της συνόδου:  broadcast,  συνεδρίαση ή  δοκιμή. Εάν κάνετε κλικ στο εικονίδιο, θα περιγράψει τον τύπο συνόδου με λέξεις.
- Δεξιά της εικόνας είναι το όνομα της συνόδου που ακολουθείται από τον τύπο της ασφάλειας, τον τύπο του authentication (PGP ή X.509) εάν υπάρχει πιστοποίηση ταυτότητας και εάν είναι κρυπτογραφημένο, τον τύπο της κρυπτογράφησης που χρησιμοποιήθηκε (PGP, X.509 ή DES)
- Το κουτί κάτω από το όνομα περιέχει μια σύντομη περιγραφή της συνόδου.
- Το κουτί κάτω από την περιγραφή σας λέει πότε η σύνοδος πρόκειται να πραγματοποιηθεί. Οι σύνοδοι μπορούν να διαρκέσουν για μερικές ώρες, για μια καθορισμένη χρονική περίοδο και τα λοιπά.
- Το **Authentication Information** κουμπί επεκτείνει το Session Information Window για να περιλάβει ένα παράθυρο που σας δίνει πληροφορίες για το authentication. Δίνει το όνομα του προσώπου που υπέγραψε τη σύνοδο και την ημερομηνία που δημι-

ουργήθηκε η υπογραφή στην περίπτωση του PGP. Στην περίπτωση του X.509 εμφανίζονται το διακεκριμένο όνομα του χρήστη και το πιστοποιητικό του εκδότη που υπέγραψαν τη σύνοδο.



Εικόνα 5.4: SDR Session Information Window

- Το κουμπί **Encryption Information** επεκτείνει το Session Information Window για να περιλάβει ένα παράθυρο που δίνει σας το όνομα του χρήστη από τον οποίο έγινε επιτυχώς η αποκρυπτογράφηση.
- Το **More Information** κουμπί είναι μια σύνδεση με μία ιστοσελίδα. Ανάλογα με τις προτιμήσεις που έχετε θέσει, κάνοντας κλικ σε αυτό το κουμπί είτε θα ξεκινήσει ένας Web browser είτε θα χρησιμοποιηθεί ένας Web browser που ήδη τρέχει για την εμφάνιση της ιστοσελίδας. Το κουμπί θα υπάρχει μόνο εάν το πρόσωπο που δημιούργησε τη σύνοδο παράσχει σύνδεση με μία ιστοσελίδα. Το Preferences – Web Window σας επιτρέπει να επιλέξετε ποιον Web browser θα χρησιμοποιήσετε για την εμφάνιση της ιστοσελίδας. Εναλλακτικά, μπορείτε να κάνετε επικόλληση του URL σε έναν Web browser της επιλογής σας.

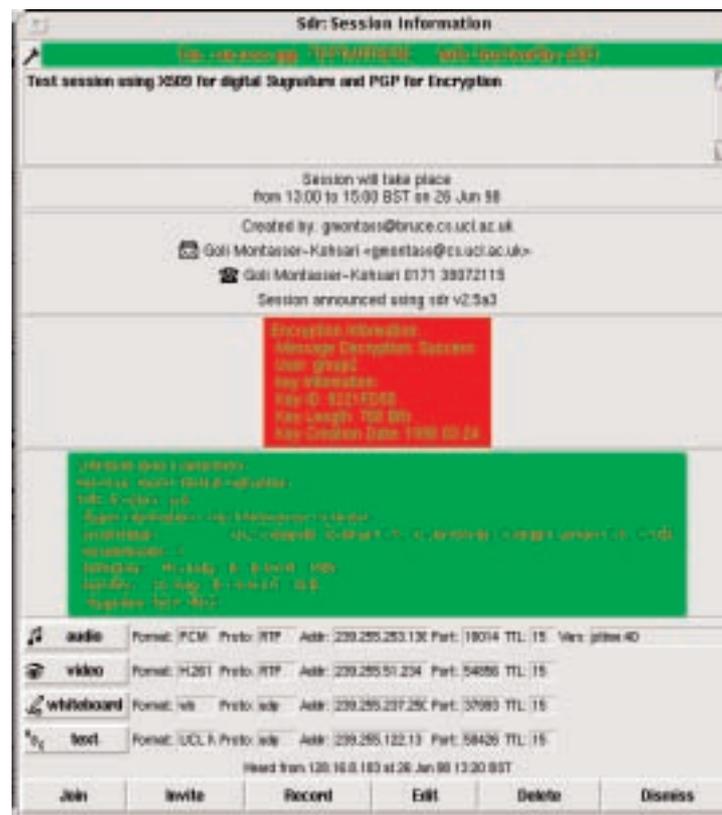
- Το **Contact Details** κουμπί επεκτείνει το παράθυρο πληροφοριών συνόδου για να περιλάβει ένα παράθυρο που δίνει σας το όνομα, τον αριθμό τηλεφώνου, και τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του προσώπου που δημιούργησε τη σύνοδο (εάν παρέχεται) (Εικόνα 5.6). Σας λέει επίσης ποια εφαρμογή ή έκδοση του SDR χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της ανακοίνωσης της συνόδου.
- Κάτω από το Contact Details κουμπί, ένα παράθυρο σας δίνει περισσότερες πληροφορίες για τα μέσα που χρησιμοποιούνται στη σύνοδο (Εικόνα 5.6). Παράλληλα με το όνομα κάθε μέσου θα είναι το σχήμα του, το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται, η διεύθυνση και το port από το οποίο θα ξεκινήσουν τα άλλα εργαλεία και οποιεσδήποτε άλλες επιλογές για κάθε εργαλείο ξεχωριστά.
- Εάν η σύνοδος χρησιμοποιεί περισσότερους από έναν τύπους μέσων, το όνομα κάθε μέσου θα εμφανίζεται σε ένα κουμπί. Κάνοντας κλικ στο κουμπί θα μπει σε λειτουργία το εργαλείο για εκείνο το μέσο μόνο. Αυτό είναι χρήσιμο εάν κλείσετε τυχαία ένα από τα εργαλεία κατά τη διάρκεια μιας συνόδου, και πρέπει να θέσετε σε λειτουργία εκείνο το εργαλείο πάλι. Εάν υπάρχει μόνο ένα μέσο στη σύνοδο, το όνομα του δεν θα εμφανιστεί σε ένα κουμπί, και πρέπει να κλικάρετε το Join κουμπί προκειμένου να τεθεί σε λειτουργία το εργαλείο.
- Το κουμπί **Join** θέτει σε λειτουργία όλα τα εργαλεία για τα μέσα που χρησιμοποιούνται στη σύνοδο.



Εικόνα 5.5: SDR Session Information Window - Invite box open

- Το κουμπί **Invite** επεκτείνει το Session Information Window για να περιληφθεί ένα παράθυρο για την πρόσκληση άλλων SDR χρηστών ώστε να συμμετάσχουν στην σύνοδο (Εικόνα 5.6). Μπορείτε να προσκαλέσετε χρήστες ακόμα κι αν χρησιμοποιούν προηγούμενες εκδόσεις του SDR. Προκειμένου να προσκληθούν άλλοι χρήστες SDR, πρέπει να ξέρετε το username τους και το όνομα του υπολογιστή, τον οποίο χρησιμοποιούν αυτήν την περίοδο.

- Υπάρχει ένα βιβλίο διευθύνσεων, στο οποίο μπορείτε να προσθέσετε τους ανθρώπους που προσκαλείτε συχνά. Πατήστε το Browse για να βρείτε υπάρχουσες καταχωρήσεις στο βιβλίο διευθύνσεων αλλά και για να προσθέσετε νέες.
- Όταν προσκαλείτε έναν άλλο SDR χρήστη, ένα παράθυρο θα αναδυθεί στην οθόνη του, ενημερώνοντας τον ότι έχει προσκληθεί από την συγκεκριμένη σύνοδο - θα παράσχει τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στο Session Information Window - και θα του ζητήσει να δεχτεί ή να απορρίψει την πρόσκληση. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ένα παράθυρο στην οθόνη σας, λέγοντας εάν η πρόσκλησή σας έχει γίνει αποδεκτή ή έχει απορριφθεί. Μπορείτε να προσκαλέσετε όσους ανθρώπους επιθυμείτε.



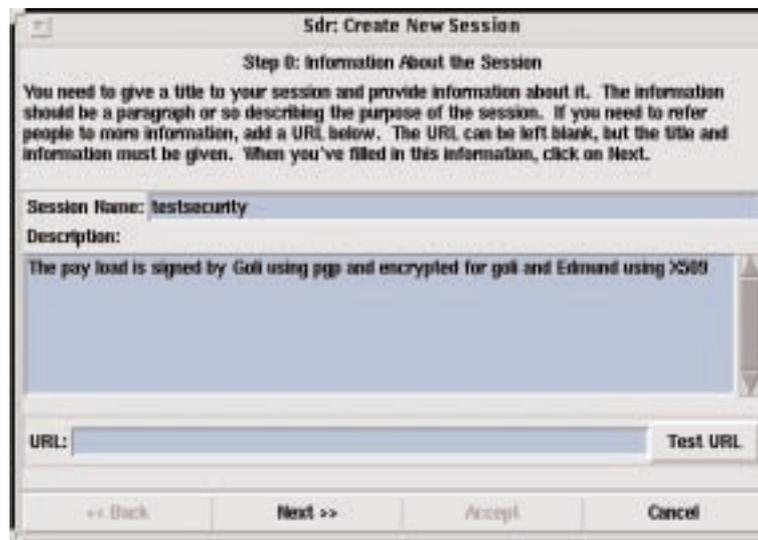
Εικόνα 5.6: SDR Session Information Window - Details Displayed

- Σε γενικές γραμμές, το κουμπί **Record** σας επιτρέπει να ακούτε τις συνόδους ψηφιακά. Αυτή η λειτουργία εφαρμόζεται για ένα συγκεκριμένο recorder (MMCR). Επειδή η λειτουργικότητα του recording είναι ανεξάρτητη από το SDR, το SDR παρέχεται με το κουμπί Record απενεργοποιημένο. Η έκδοση του MMCR περιλαμβάνει ένα πρωτόκολλο ώστε να ενεργοποιηθεί το κουμπί Record.
- Το κουμπί **Dismiss** κλείνει το παράθυρο.
- Εάν έχετε δημιουργήσει τη σύνοδο οι ίδιοι, θα έχετε επιπλέον ένα **Delete** κουμπί, το οποίο θα διαγράψει την ανακοίνωση συνόδου. Η ανακοίνωση συνόδου θα εξαφανι-

στεί αμέσως από την οθόνη σας, αλλά μπορεί να πάρει μερικά λεπτά προτού να εξαφανιστεί από τις οθόνες των άλλων χρηστών.

- Εάν έχετε δημιουργήσει τη σύνοδο οι ίδιοι, θα έχετε επίσης ένα Edit κουμπί, το οποίο εμφανίζει ένα παράθυρο όπου μπορείτε να επεξεργαστείτε τις λεπτομέρειες της συνόδου. Το Edit παράθυρο είναι πολύ παρόμοιο με το Create New Session Window το οποίο περιγράφεται παρακάτω (Εικόνα 5.7).

5.4.1.6 Δημιουργία ενός session announcement



Εικόνα 5.7α: SDR Create New Session Window

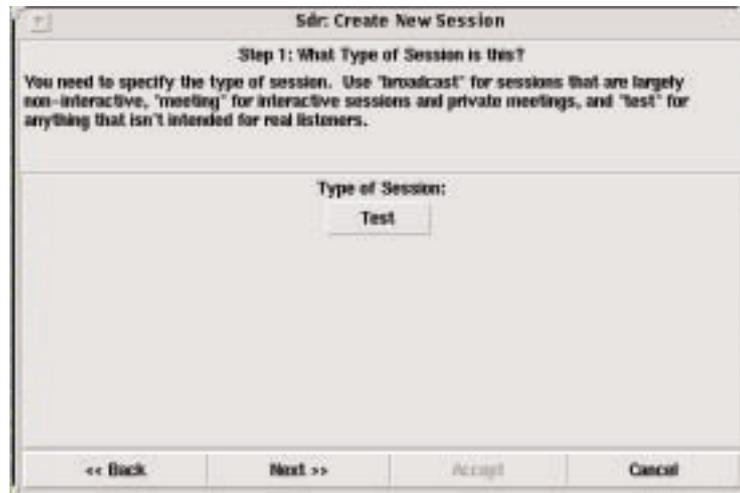
Μπορείτε να δημιουργήσετε την δική σας σύνοδο κάνοντας κλικ στο κουμπί **New** το οποίο βρίσκεται στην πάνω αριστερή γωνία του Main Window . Αυτό θα εμφανίσει ένα μικρό μενού με δύο επιλογές. Επιλέξτε το Create advertised session και θα παρουσιαστεί το Create New Session Window που βλέπετε στο σχήμα 5.7α.

1. Στην εικόνα 5.7α πρέπει να κάνετε τα εξής:

- Δώστε στη σύνοδο ένα όνομα.
- Γράψτε μια περιγραφή της συνόδου.
- Εάν θα επιθυμούσατε να παρέχετε μια σύνδεση με μία ιστοσελίδα για περισσότερες πληροφορίες για τη σύνοδο, πληκτρολογήστε την διεύθυνση της ιστοσελίδας στο πεδίο URL. Μπορείτε να ελέγξετε εάν το URL είναι σωστό με το να πατήσετε το κουμπί **Test URL**

Το κουμπί Test URL, στην πραγματικότητα, κάνει τα ίδια όπως το κουμπί More Information στο Session information Window, από την στιγμή που έχει δημιουργηθεί η σύνοδος.

2. Πατήστε το κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7β.



Εικόνα 5.7β

- Κάντε κλικ στο κουμπί Test για να επιλέξετε τον τύπο συνόδου που επιθυμείτε. Θα εμφανιστούν οι επιλογές **Test**, **Meeting** και **Broadcast**. Αυτό είναι για την πληροφόρηση των άλλων χρηστών, καμία ρύθμιση δεν θα επηρεαστεί.

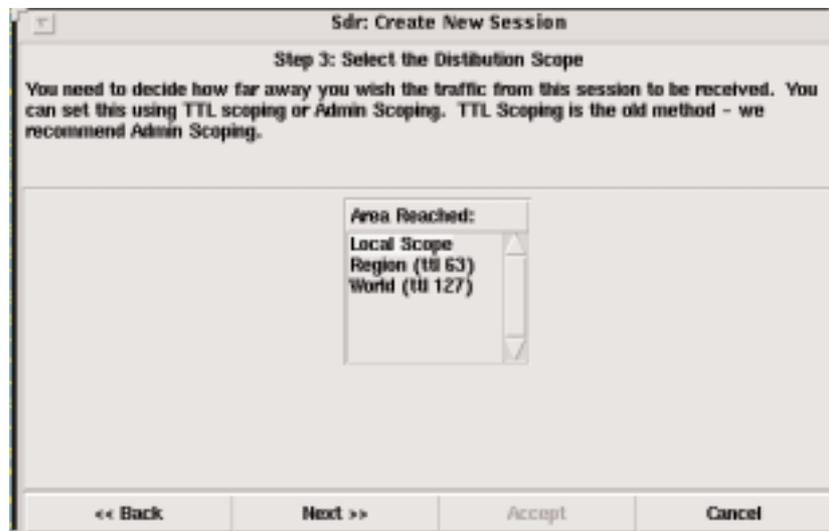
3. Κάντε κλικ στο next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7γ



Εικόνα 5.7γ (Normal Interface)

- Κάντε κλικ στο κουμπί **Once** και θα εμφανιστεί ένα μενού με τις παρακάτω επιλογές: **Once**, **Daily**, **Weekly**, **Every Two Weeks**. Επιλέξτε την κατάλληλη για τη σύνοδό σας.

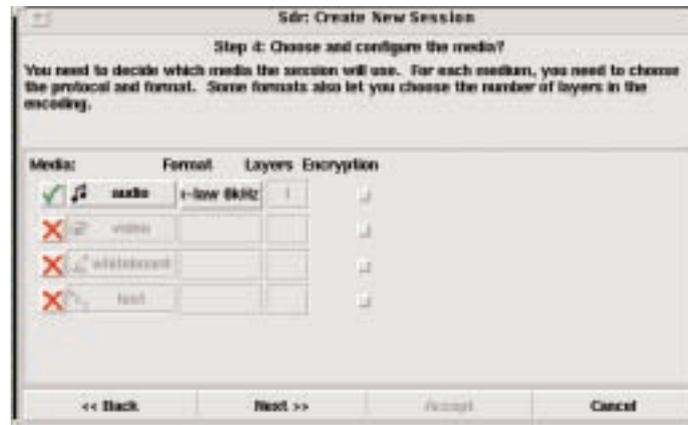
- Έπειτα, επιλέγετε την ημερομηνία στην οποία πρόκειται να πραγματοποιηθεί η σύνοδός σας, ή την ημέρα της πρώτης συνόδου, εάν πρόκειται να γίνεται συχνά, κλικάροντας στα βέλη που δείχνουν πάνω και κάτω δίπλα από το πεδίο **from**.
 - Έπειτα επιλέγετε το χρόνο κατά τον οποίο θα αρχίσει η σύνοδος κλικάροντας στα βέλη που δείχνουν πάνω και κάτω δίπλα από το πεδίο **at**.
 - Μετά επιλέγετε πόσο καιρό σκέφτεστε ότι θα κρατήσει η σύνοδος κλικάροντας στα βέλη που δείχνουν πάνω και κάτω δίπλα από το πεδίο **for**. Το ελάχιστο είναι 30 λεπτά και το μέγιστο είναι 4 εβδομάδες.
 - Τέλος, εάν η σύνοδός σας πρόκειται να επαναλαμβάνεται, π.χ. εβδομαδιαία, πρέπει να επιλέξετε για πόσες εβδομάδες θα επαναλαμβάνεται
4. Κάντε κλικ στο κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7δ.



Εικόνα 5.7δ

- Το πεδίο **Area Reached** σας επιτρέπει να διευκρινίσετε πόσο μακριά επιθυμείτε να φθάσει η σύνοδός σας. Το **Local Scope** θα κρατήσει τη σύνοδό σας μέσα στην πανεπιστημιούπολη ή στην περιοχή σας, το **Region** καλύπτει περίπου μια ήπειρο και το **World** θα καταστήσει τη σύνοδό σας παγκόσμια διαθέσιμη. Το πεδίο Admin είναι ένας ακριβέστερος τρόπος από το να χρησιμοποιήσετε TTL και πρέπει να χρησιμοποιείται όποτε είναι δυνατόν.

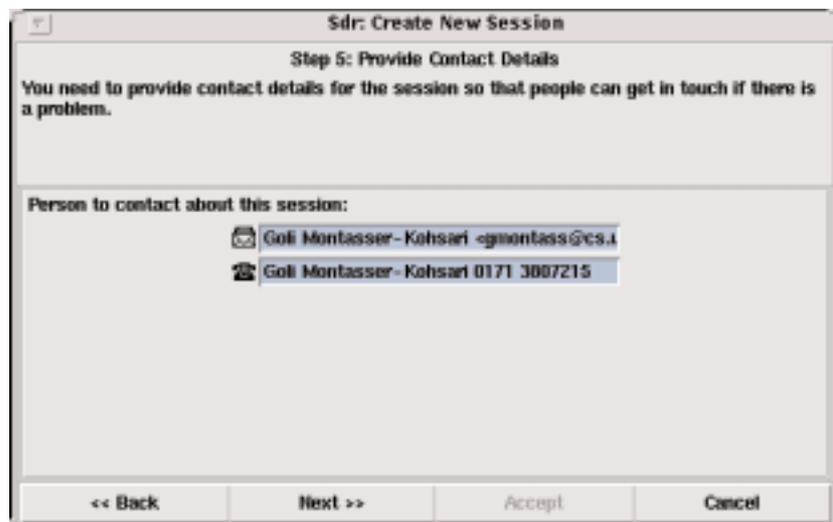
5. Κάντε κλικ στο κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7ε.



Εικόνα 5.7ε

- Σε αυτό το παράθυρο πρέπει να επιλέξετε ποια μέσα χρειάζεστε για τη σύνοδό σας. Τα διαθέσιμα μέσα είναι ο ήχος το video και το whiteboard. Τα αντίστοιχα εργαλεία λογισμικού είναι το RAT, το VIC και το WB. Ο ήχος είναι προεπιλεγμένος. Μπορείτε να επιλέξετε ή να ξεδιαλέξετε τα μέσα κάνοντας κλικ στα κουμπιά στα αριστερά. Όταν ένα εργαλείο έχει επιλεγεί, το πεδίο με το όνομα του μέσου γίνεται κουμπί. Πατώντας αυτό το κουμπί θα εμφανιστεί ένας κατάλογος επιλογών εφαρμόσιμων για εκείνο το συγκεκριμένο μέσο.

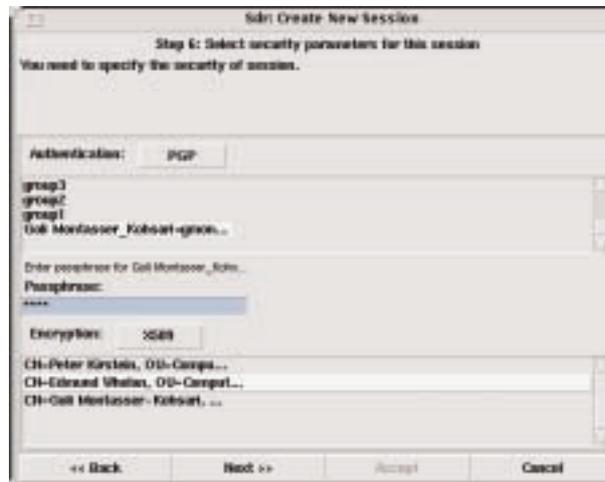
6. Κάντε κλικ στο κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7στ.



Εικόνα 5.7στ

- Πρέπει να δώσετε πληροφορίες για επικοινωνία.

7. Κάντε κλικ στο κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7ζ.



Εικόνα 5.7ζ

- Authentication: Μπορείτε να επιλέξετε τον τύπο του authentication κάνοντας κλικ στο κουμπί authentication και διαλέγετε μια από τις ακόλουθες επιλογές: "none", PGP, X509, PGP+CERT, X509+CERT.
- Encryption: Μπορείτε να κρυπτογραφήσετε την ανακοίνωσή σας και κάνοντας κλικ στο κουμπί Encryption και διαλέγετε μεταξύ των ακόλουθων επιλογών: "none", PGP, DES, X509.

8. Κάντε κλικ στο κουμπί next και θα εμφανιστεί η εικόνα 5.7η.



Εικόνα 5.7η

- Πιέστε **Accept** και αυτό θα στείλει τη σύνοδό σας. Μπορείτε να τροποποιήσετε τις πληροφορίες χρησιμοποιώντας τα κουμπί **Back**. Το κουμπί **Cancel** θα ακυρώσει την σύνοδο και θα χάσετε οποιοσδήποτε πληροφορίες έχετε εισαγάγει.

5.4.1.7 Δημιουργία Quick Call



Εικόνα 5.8: SDR Quick Call Window

Η δημιουργία ενός **Quick Call** είναι πολύ παρόμοια με την δημιουργία μιας καινούργιας συνόδου. Η κύρια διαφορά είναι ότι η σύνοδος θα ανακοινωθεί μόνο στους ανθρώπους που θα καλέσετε. Αν αποδεχτούν την πρόσκληση, η σύνοδος θα εμφανιστεί και στο δικό σας και στο δικό τους Main SDR Window, κάτω από το Private Sessions.

Για την δημιουργία ενός Quick Call πρέπει να ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία:

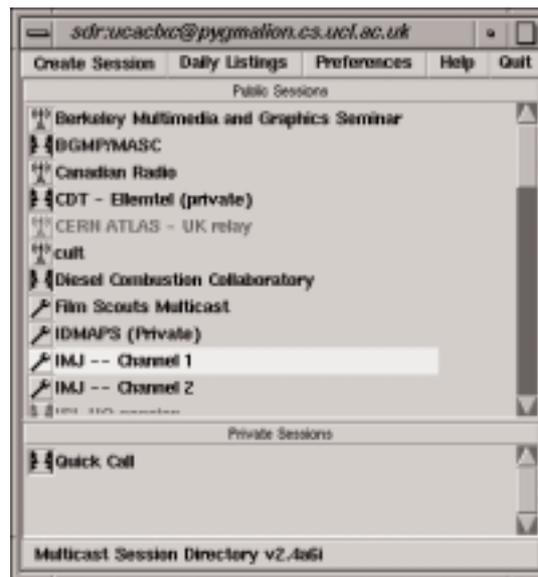
- Πρέπει να δώσετε ένα όνομα στην σύνοδο.
- Μπορείτε να επιλέξετε το **Expected Duration** κάνοντας κλικ στο κουμπί **5 mins** το οποίο θα σας δώσει μία λίστα για να διαλέξετε. Αυτό δεν θα επηρεάσει την σύνοδο. Η επιλογή μίας αναμενόμενης διάρκειας γίνεται για την ενημέρωση των υπολοίπων, πόσο να περιμένουν ότι θα διαρκέσει το Quick Call.
- Μπορείτε επίσης να επιλέξετε το **Purpose** κάνοντας κλικ στο **Group Chat** το οποίο θα σας δώσει μία λίστα για να διαλέξετε ένα από τα: **Group Chat**, **Small Meeting** και **Large Meeting**. Ξανά, αυτό είναι μόνο για την ενημέρωση των ανθρώπων που σκοπεύετε να καλέσετε.
- Το **Area Reached** σας επιτρέπει να διευκρινίσετε πόσο μακριά επιθυμείτε να φθάσει η σύνοδος σας. Το **Local Scope** θα κρατήσει τη σύνοδό σας μέσα στην πανεπιστημιούπολη ή στην περιοχή σας, το **Region** καλύπτει περίπου μια ήπειρο και το **World** θα καταστήσει την σύνοδό σας παγκόσμια.
- Έπειτα, πρέπει να επιλέξετε ποια μέσα χρειάζεστε για το Quick Call. Τα διαθέσιμα μέσα είναι ο ήχος, το video και το whiteboard. Τα αντίστοιχα εργαλεία λογισμικού είναι το RAT, το VIC και το WB. Ο ήχος είναι προεπιλεγμένος.

Το **Invite** κουμπί επεκτείνει το Session Information Window για να προβάλει ένα παράθυρο για την πρόσκληση άλλων χρηστών SDR ώστε να συμμετάσχουν στο Quick Call. Προκειμένου να προσκληθούν άλλοι χρήστες SDR, πρέπει να ξέρετε το username τους και το όνομα του υπολογιστή τον οποίο χρησιμοποιούν αυτήν την περίοδο.

Υπάρχει ένα βιβλίο διευθύνσεων, στο οποίο μπορείτε να προσθέσετε τους ανθρώπους που προσκαλείτε συχνά. Πατήστε **Browse** για την αναζήτηση καταχωρήσεων στο βιβλίο διευθύνσεων και για την πρόσθεση νέων.

Όταν προσκαλείτε έναν άλλο χρήστη SDR, ένα παράθυρο θα παρουσιαστεί στην οθόνη του, λέγοντας του ότι τον έχετε προσκαλέσει και θα του ζητήσει να δεχτεί ή να απορρίψει την πρόσκληση. Στη συνέχεια θα εμφανιστεί ένα παράθυρο στην οθόνη σας, λέγοντας σας εάν ο φιλοξενούμενός έχει δεχτεί ή απορρίψει την πρόσκλησή σας. Μπορείτε να προσκαλέσετε όσους ανθρώπους επιθυμείτε για να συμμετάσχουν σε ένα Quick Call.

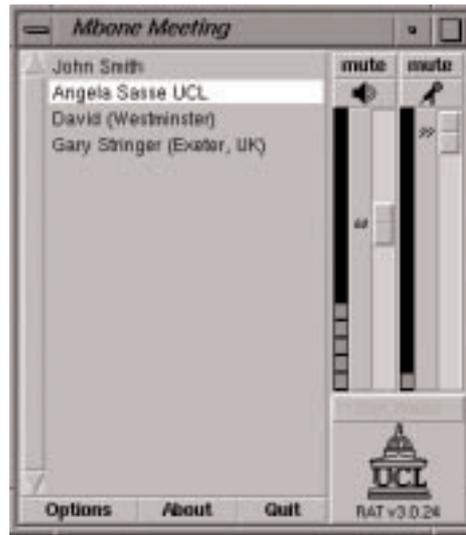
Μόλις κάποιος δεχτεί μια πρόσκληση, το Quick Call θα αναγγελθεί και στο δικό σας και στο δικό τους Main SDR Window τους κάτω από το Private Session.



Εικόνα 5.9: SDR Main Window - Showing Private Sessions

5.4.2 Οδηγίες χρήσεις RAT

Το RAT (Robust Audio Tool) είναι ένα unicast και multicast εργαλείο ήχου για διασκέψεις. Το RAT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για point-to-point τηλεδιασκέψεις περιλαμβάνοντας μια άμεση σύνδεση μεταξύ δύο οικοδεσποτών ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολυμερής σύσκεψεις με πολλούς συμμετέχοντες.



Εικόνα 5.10: Main RAT Window

5.4.2.1 Πριν ξεκινήσετε

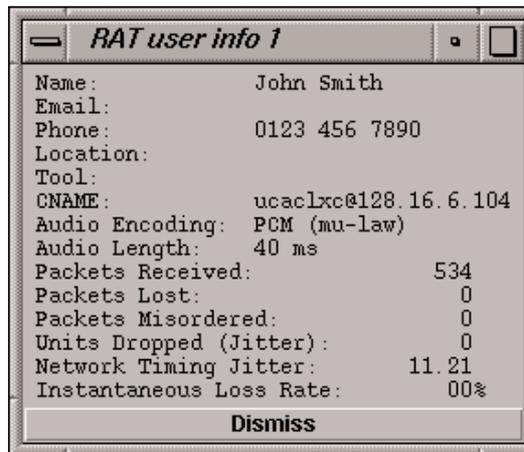
Για να λάβετε ήχο πρέπει να υπάρχει είτε ένα μεγάφωνο είτε ένα ζευγάρι ακουστικών συνδεδεμένα με τον υπολογιστή σας.

Για να μεταδώσετε ήχο πρέπει να έχετε ένα μικρόφωνο συνδεδεμένο στον υπολογιστή σας.

Προτείνεται η χρήση των ακουστικών παρά των μεγάλων. Η χρήση των ακουστικών σας επιτρέπει να ακούτε και να μιλάτε συγχρόνως (αυτό είναι γνωστό ως full duplex audio). Χωρίς τη χρήση των ακουστικών το αποτέλεσμα του ήχου από τα μεγάφωνα μπορεί να παρεμποδίσει το μικρόφωνο, προκαλώντας δυσάρεστο feedback. Ο μόνος τρόπος για να αποφύγετε αυτό το φαινόμενο είναι είτε να χρησιμοποιήσετε ένα ακυρωτή ήχου, είτε να αλλάξετε σε half duplex audio, που σημαίνει ότι μπορείτε μόνο να μιλάτε ή να ακούτε, δηλ. εσείς δεν μπορείτε να ακούτε τους άλλους όταν μιλάτε, ή δεν μπορείτε να μιλάτε ενώ ακούτε. Αυτό είναι κάτι το οποίο μπορεί να καταστήσει τη συνομιλία δύσκολη.

5.4.2.2 RAT Main Window

Το κύριο παράθυρο (δείτε εικόνα 5.10) του RAT είναι χωρισμένο σε τρία τμήματα. Στο αριστερό είναι ένας κατάλογος με τους συμμετέχοντες της διάσκεψης. Το όνομά σας θα εμφανίζεται πάντα στην κορυφή. Όποτε μιλάτε, το όνομά σας θα τονίζεται. Κάνοντας κλικ στο όνομα ενός συμμετέχοντος (εκτός από το δικό σας) θα εμφανιστεί ένα παράθυρο πληροφοριών για τον χρήστη, το οποίο δίνει διάφορες στατιστικές, όπως στατιστικές υποδοχής, ποιο εργαλείο ήχου χρησιμοποιεί, ποια έκδοση του εργαλείου κ.τ.λ. (δείτε εικόνα 5.11).



Εικόνα 5.11: RAT User Info Window

Στα δεξιά του κύριου παραθύρου του RAT είναι οι έλεγχοι για την ένταση και για τα μικρόφωνα. Υπάρχουν δύο μέρη ελέγχων, το δεξί μέρος είναι για τον εξερχόμενο ήχο (μικρόφωνο) και το αριστερό μέρος είναι για τον εισερχόμενο ήχο (ακουστικά ή μεγάφωνα). Κάθε μέρος περιλαμβάνει ένα κουμπί σιγής, ένα κουμπί για την επιλογή της συσκευής, έλεγχο έντασης και έναν μετρητή δύναμης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν οι υπόλοιποι δεν μπορούν να σας ακούσουν, σιγουρευτείτε ότι το μικρόφωνό σας δεν είναι σε κατάσταση σιγής όταν μιλάτε. Το μικρόφωνο σας δεν είναι σε κατάσταση σιγής όταν το δεξί mute κουμπί στο RAT audio window δεν είναι πατημένο. Το εικονίδιο του μικροφώνου το οποίο είναι ακριβώς κάτω από το mute κουμπί θα είναι γκρι όταν είναι σε κατάσταση σιγής ενώ όταν δεν είναι γκρι δεν θα είναι σε κατάσταση σιγής.

Επίσης σιγουρευτείτε ότι το TTL είναι αρκετά υψηλό. Εάν TTL σας είναι πάρα πολύ χαμηλό, υπάρχει η πιθανότητα να είστε ακόμα σε θέση να ακούτε έναν μακρινό συμμετέχοντα ακόμα κι αν οι υπόλοιποι δεν μπορούν να σας ακούσουν. Για να αλλάξετε το TTL θα πρέπει να ξεκινήσετε ξανά το RAT.

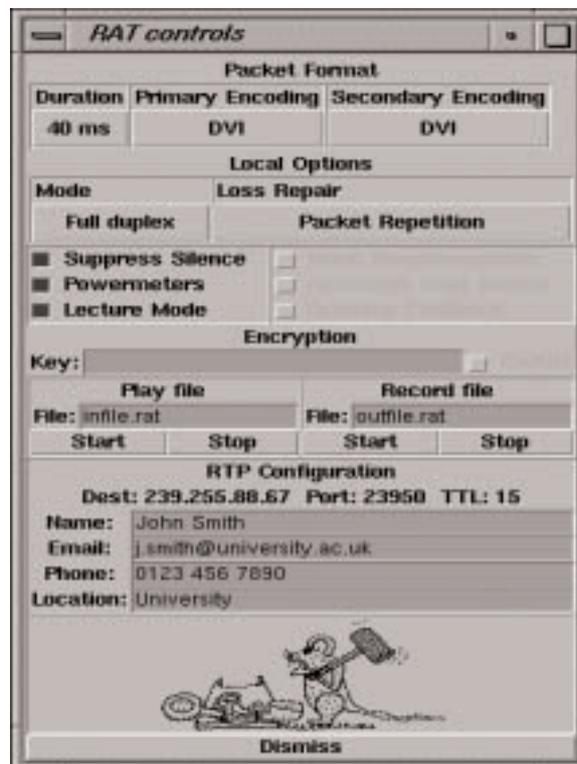
Όταν πατήσετε τα mute κουμπιά αυτά σβήνουν τον εισερχόμενο και τον εξερχόμενο ήχο. Το mute κουμπί για τον εξερχόμενο ήχο, μπορεί να ενεργοποιηθεί από οπουδήποτε μέσα στο κύριο παράθυρο του RAT αρκεί να κρατήσετε πατημένο το δεξί κουμπί του ποντικιού με τον κέρσορα να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στο κύριο παράθυρο του RAT.

Τα κουμπιά για την επιλογή των εξερχόμενων και εισερχόμενων συσκευών είναι κουμπιά διακόπτες. Το κουμπί για τον εξερχόμενο ήχο εναλλάσσεται μεταξύ του μικροφώνου και του line in. Το κουμπί για τον εισερχόμενο ήχο εναλλάσσεται μεταξύ του μεγάλου, των ακουστικών και του line out.

Μεταξύ της έντασης του ήχου, του μικροφώνου και του λογότυπου, υπάρχει ένα γκρι κουμπί το **Get Audio**. Μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε εάν τρέχετε περισσότερα από ένα RAT στον υπολογιστή σας. Πατώντας το Get Audio, αυτό μεταφέρει σε ένα από τα RAT παράθυρα τον έλεγχο των εισερχόμενων και εξερχόμενων συσκευών ήχου.

5.4.2.3 RAT Options Window

Το πάτημα του κουμπιού **Options** στο κύριο παράθυρο του RAT εμφανίζει ένα παράθυρο ελέγχου, το οποίο επιτρέπει να τροποποιηθεί η λειτουργία του RAT. Οι επιλογές οι οποίες δεν είναι διαθέσιμες έχουν χρώμα γκρι.



Εικόνα 5.12: RAT Control Window

Οι επιλογές που πιθανότατα να θελήσετε να θέσετε είναι οι ακόλουθες:

- Εάν η ποιότητα ήχου είναι κακή εξαιτίας της απώλειας πακέτων και δεν υπάρχει κανένας VAT χρήστης στη διάσκεψή σας (το VAT είναι ένα εργαλείο ήχου παρόμοιο με το RAT), πατήστε το DVI κάτω από το Secondary Encoding.
- Εάν οι άλλοι συμμετέχοντες παραπονιούνται ότι ο ήχος σας έχει διακοπές και δεν οφείλεται στην απώλεια πακέτων, προσπαθήστε να δυναμώσετε την ένταση του μικροφώνου σας. Εάν αυτό δεν βοηθά, κλείστε το **Suppress Silence**. Εάν κλείσετε το Suppress Silence πρέπει να κλείσετε το μικρόφωνό σας όποτε δεν μιλάτε. Διαφορετικά θα μεταδίδετε συνεχώς θόρυβο με παράσιτα.
- Εάν ακούτε μόνο, παραδείγματος χάριν μια διάλεξη, είναι καλύτερα να ανοίξετε το **Lecture Mode**. Όταν το Lecture Mode είναι ανοιχτό, το RAT καθυστερεί το playout του ήχου για λίγο, δίνοντας την δυνατότητα στους υπολογιστές με περιορισμένη δύναμη επεξεργασίας να παρέχουν ήχο καλύτερης ποιότητας. Το Lecture Mode είναι κλείνει αυτόματα όταν μιλάτε.
- Μπορεί να θελήσετε να αλλάξετε το όνομά σας όπως εμφανίζεται στο κύριο παράθυρο του RAT. Μπορείτε να το κάνετε αυτό κάνοντας κλικ στο πεδίο **Name**, δίνοντας τις απαιτούμενες πληροφορίες και πατώντας το Enter από το πληκτρολόγιο. Επιπλέον, μπορείτε να αλλάξετε τη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τον τηλεφωνικό αριθμό και την θέση σας. Αυτές οι λεπτομέρειες θα είναι διαθέσιμες στους άλλους συμμετέχοντες εάν κάνουν κλικ στο όνομά σας στο κύριο παράθυρο.
- Μερικές φορές μπορεί να θελήσετε να επιβεβαιώσετε ποια διεύθυνση, port και TTL τρέχουν στο RAT. Αυτές οι πληροφορίες εμφανίζονται επίσης και στο παράθυρο επιλογών του RAT.
- **Duration**: Επιλέγει το ποσό των δεδομένων του ήχου, σε millisecond, το οποίο στέλνεται σε κάθε πακέτο δικτύου. Οι μεγαλύτερες τιμές οδηγούν σε μεγαλύτερη end-to-end καθυστέρηση στο δίκτυο, αλλά μειώνει τις γενικές επιβαρύνσεις ανά πακέτο. Δεν πρέπει να αλλάξετε την προεπιλεγμένη ρύθμιση.
- **Encodings**: Διαμορφώνει την μετάδοση των δεδομένων στο δίκτυο Δύο τύποι κωδικοποιήσεων είναι δυνατοί: ο primary και ο secondary (η secondary κωδικοποίηση αναφέρεται γενικά ως πλεονασμός). Εάν η διάσκεψη περιλαμβάνει χρήστες του VAT το Secondary Encoding πρέπει να βρίσκεται στην κατάσταση **NONE**. Όμως εάν όλοι οι χρήστες χρησιμοποιούν το RAT, η χρήση του πλεονασμού θα βελτιώσει απέραντα την ποιότητα ήχου. Το DVI συστήνεται για το Secondary Encoding.

5.4.3 Οδηγίες χρήσεις VIC



Εικόνα 5.13: Main VIC Window

Το VIC είναι ένα unicast και multicast εργαλείο τηλεδιάσκεψης. Το VIC μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για point-to-point τηλεδιάσκεψεις περιλαμβάνοντας μια άμεση σύνδεση μεταξύ δύο host είτε για πολυμερής συσκέψεις με πολλούς συμμετέχοντες .

5.4.3.1 Πριν ξεκινήσετε

Δεν χρειάζεται ειδικός εξοπλισμός για να λάβετε video.

Προκειμένου να μεταδώσετε βίντεο, πρέπει να έχετε μία κάμερα και ένα frame grabber (ψηφιοποιητής βίντεο) συνδεδεμένα με τον υπολογιστή σας. Το frame grabber είναι ένα κομμάτι hardware που εγκαθίσταται στη μηχανή και μεταφράζει τα στοιχεία που διαβιβάζονται από την κάμερα στην σωστή κωδικοποιημένη μορφή για το VIC, ή για κάποια άλλη εφαρμογή βίντεο.

5.4.3.2 VIC Main Window

Όταν δεν μεταδίδει κανένας βίντεο στο address/port όπου το VIC έχει ξεκινήσει, το κύριο παράθυρο εμφανίζει το μήνυμα "Waiting for video..." (Εικόνα 5.14). Διαφορετικά, το VIC Main Window θα αρχίσει αυτόματα να παίζει μικρογραφίες τηλεοπτικών εικόνων που διαβιβάζονται την συγκεκριμένη περίοδο (Εικόνα 5.13). Το προεπιλεγμένο μέγεθος του κύριου VIC παραθύρου μπορεί να εμφανίσει τρεις μικρογραφίες εικόνων (Εικόνα 5.13), προκειμένου να δείτε περισσότερες εικόνες πρέπει να μεγαλώσετε το κύριο VIC παράθυρο.



Εικόνα 5.14: Main VIC Window - No Transmission

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν δεν μπορείτε να δείτε όλους τους συμμετέχοντες στο VIC: α) Σιγουρευτείτε ότι το παράθυρο του VIC είναι αρκετά μεγάλο ώστε να μπορούν να χωρέσουν όλες οι εικόνες, β) εάν μεγαλώσετε το παράθυρο και δεν μπορείτε ακόμα να τους δείτε, μπορεί να είναι επειδή δεν μεταδίδουν βίντεο.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν δεν μπορείτε να δείτε τον εαυτό σας: α) Σιγουρευτείτε ότι μεταδίδετε βίντεο. β) Πρέπει να υπάρχει ένα μικρό κόκκινο τετράγωνο στο κουμπί **Transmit** στο μενού που εμφανίζεται με το πάτημα του κουμπιού **Menu** στο VIC video window. Αν δεν συμβαίνει αυτό πιέστε το **Transmit**. Επίσης σιγουρευτείτε για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος της κάμερας και ότι η ίδια η κάμερα είναι συνδεδεμένη με τον υπολογιστή.

Κάθε ενεργός συμμετέχων στην διάσκεψη έχει έναν δικό του χώρο στο κύριο παράθυρο ο οποίος περιλαμβάνει τα εξής:

- **Εικονίδιο.** Η εικόνα ενημερώνεται κάθε λίγα δευτερόλεπτα. Κάθε μικρογραφία εικόνας μπορεί να μεγαλώσει κάνοντας κλικ πάνω της μία φορά. Μια μεγαλύτερη εικόνα θα εμφανιστεί σε χωριστό παράθυρο (Εικόνα 5.15). Αυτή η μεγαλύτερη εικόνα μπορεί να αλλάξει μέγεθος χρησιμοποιώντας το κουμπί **Size** το οποίο βρίσκεται στο κάτω μέρος του παραθύρου. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι κωδικοποίησης, οι CIF, NTSC και PAL, κάθε ένας προσφέρει τρία διαφορετικά μεγέθη, μικρό, μεσαίο και μεγάλο. Οι τρεις διαφορετικοί τρόποι κωδικοποίησης προσφέρουν περίπου εικόνες ίδιου μεγέθους.



Εικόνα 5.15: VIC Enlarged Thumbnail Image

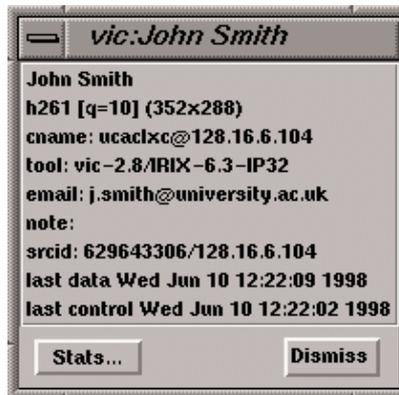
Το **Mode** κουμπί προσφέρει τέσσερις διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας, **voice-switched** το οποίο εμφανίζει την εικόνα του ατόμου το οποίο μιλά, το **timer-switched** το οποίο εμφανίζει κάθε εικονίδιο με σειρά, κάθε εικόνα εμφανίζεται για 5 δευτερόλεπτα, το **Save-CPU** και το **Use-Hardware** που χρησιμοποιεί έναν προσαρμογέα γραφικών για να αποκωδικοποιήσει την εικόνα. Το παράθυρο μπορεί να απομακρυνθεί κάνοντας κλικ στο κουμπί Dismiss στην κάτω δεξιά γωνία του παραθύρου ή κάνοντας κλικ στο ίδιο εικονίδιο που κάνατε πριν ώστε να εμφανίσετε το παράθυρο.

- **Identification text.** Αυτό το κείμενο περιέχει το όνομα του συμμετέχοντος, πληροφορίες για τον υπολογιστή που ο συμμετέχων χρησιμοποιεί (είτε το πλήρες όνομα Διαδικτύου είτε την διεύθυνση IP) συν τις πληροφορίες για την μορφοποίηση του video που ο συμμετέχων μεταδίδει. Το όνομα εμφανίζεται με γκρι γράμματα εάν ένα session message δεν έχει παραληφθεί από εκείνον τον συμμετέχοντα για κάποια δευτερόλεπτα. Ένα γκριζαρισμένο όνομα συνήθως δείχνει ότι ο συμμετέχοντας δεν είναι συνδεδεμένος ή ότι το VIC έχει σταματήσει απότομα.
- Κάτω από το Identification text, υπάρχουν πληροφορίες για το video stream που λαμβάνετε από εκείνον τον συμμετέχοντα. Σας λέει πόσα πλαίσια ανά δευτερόλεπτο και πόσα kilobits ανά δευτερόλεπτο λαμβάνετε. Αυτοί οι αριθμοί μπορούν να διαφέρουν από αυτό που στην πραγματικότητα στέλνει ο αποστολέας, λόγω της απώλειας που

υπάρχει στα δίκτυα και μπορούν επίσης να διαφέρουν λόγω της υπερφόρτωσης της CPU. Ο αριθμός στις παρενθέσεις δείχνει την απώλεια πακέτων.

- Όταν επιλέγεται το **Mute** κουμπί, το VIC δεν θα αποκωδικοποιεί πλέον το βίντεο από τον αντίστοιχο συμμετέχοντα. Η εικόνα θα εμφανίζεται παγωμένη στην οθόνη σας. Μπορείτε να επιλέξετε την κατάσταση mute και για την δική σας εικόνα, αλλά να θυμάστε ότι παρ' όλου που εμφανίζεται παγωμένη στην οθόνη σας, δεν θα εμφανίζεται παγωμένη και στις οθόνες των άλλων συμμετεχόντων εκτός κι αν επιλέξουν το mute για την εικόνα σας. Είναι ενδεδαιγμένο ότι προκειμένου να περιοριστεί το φορτίο στον υπολογιστή σας, να επιλέγετε mute για τις εικόνες που δεν ενδιαφέρεστε.
- **Color** κουμπί. Το color κουμπί ελέγχει τις επιλογές χρώματος του λαμβανόμενου βίντεο. Εξ ορισμού, το βίντεο εμφανίζεται έγχρωμο αλλά μπορεί επίσης να εμφανιστεί και ασπρόμαυρο. Η χρησιμοποίηση ασπρόμαυρου βίντεο μειώνει το φορτίο της CPU στους υπολογιστές χωρίς TrueColor γιατί η πρόσμιξη χρώματος είναι δαπανηρή από την άποψη χώρου της CPU. Το color κουμπί δεν έχει επιπτώσεις στο βίντεό που στέλνετε.
- Το κουμπί **Info**. Κάνοντας κλικ στο κουμπί Info θα παρουσιαστεί ένα μενού το οποίο περιλαμβάνει τα παρακάτω: α) **Site info**, β) **RTP Stats**, γ) **Decoder Stats**, δ) **Mtrace from**, ε) **Mtrace to**.
 - α) Το Site info θα ανοίξει ένα παράθυρο που περιέχει πληροφορίες για το συμμετέχοντα, όπως το όνομα, η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, το video format, η έκδοση VIC κ.λπ. (Εικόνα 5.16). Από αυτό το παράθυρο μπορείτε να πιέσετε το κουμπί Stats που θα εμφανίσει ένα μενού το οποίο περιέχει δύο επιλογές: το **RTP** και το **Decoder**. Η επιλογή RTP εμφανίζει ένα παράθυρο που περιέχει στατιστικές RTP για τον συμμετέχοντα. Η επιλογή του Decoder παρουσιάζει τις στατιστικές αποκωδικοποίησης για τον συμμετέχοντα.
 - β) Το RTP statistics παράθυρο αποτελείται από ένα πλέγμα:

Το πλέγμα περιέχει τρεις στήλες. Η πρώτη στήλη η οποία ονομάζεται EWA (Exponentially Weighted Average), είναι η αλλαγή από την τελευταία περίοδο δειγματοληψίας, η μεσαία στήλη ονομάζεται Delta, είναι μια έκδοση του EWA και η τελευταία στήλη, επονομαζόμενη ως Total είναι η συνολική αξία από το ξεκίνημα. Αν κάνετε κλικ σε οποιοδήποτε από τα κουμπιά στην αριστερή στήλη ανοίγει ένα *Plot Window* που δείχνει τις στατιστικές για εκείνη την παράμετρο γραφικά.
 - γ) Τα παράθυρα που περιέχουν στατιστικές RTP και Decoder μπορούν επίσης να ανοίξουν άμεσα από το info μενού επιλέγοντας RTP Stats και Decoder Stats αντίστοιχα.
 - δ) Επιλέγοντας *Mtrace from* και ε) *Mtrace to* παρουσιάζεται ένα παράθυρο με τα αποτελέσματα ενός mtrace από και προς τον συμμετέχοντα και τον υπολογιστή σας αντίστοιχα.
- Κάνοντας κλικ στο κουμπί **Help** στο κάτω μέρος του κύριου VIC παραθύρου εμφανίζεται ένα παράθυρο το οποίο εξηγεί που τη βασική λειτουργία του VIC.



Εικόνα 5.16: VIC Site Info Window

5.4.3.3 VIC Menu Window

Πατώντας το Menu κουμπί στο κύριο παράθυρο του VIC παρουσιάζεται ένα μενού που σας επιτρέπει να αλλάξετε τις ρυθμίσεις για την δική σας μετάδοσή βίντεο.



Εικόνα 5.17: VIC Menu Window

Το μενού του VIC διαίρεται σε τέσσερα μέρη τα οποία ονομάζονται: **Transmission**, **Encoder**, **Display** και **Session**.

- **Transmission Control Panel.** Περιέχει το κουμπί **Transmit** το οποίο αρχίζει την αποστολή βίντεο. Αυτό το κουμπί λειτουργεί σαν διακόπτης και θα σταματήσει τη μετάδοση εάν επιλεγεί πάλι. Το κουτάκι στην αριστερή πλευρά του κουμπιού δείχνει την παρούσα κατάσταση της μετάδοσης: Όταν το κουτάκι είναι κόκκινο, το βίντεο μεταδίδεται.

Το κουμπί **Release** μπορεί και αυτό να χρησιμοποιηθεί για να σταματήσει οποιαδήποτε μετάδοση και να κλείσει την συσκευή αποτύπωσης βίντεο στον υπολογιστή. Αυτό είναι χρήσιμο εάν επιθυμείτε να τρέξετε κάποια άλλη εφαρμογή που απαιτεί πρόσβαση στην κάρτα οθόνης.

Οι μπάρες του **Rate Control** είναι τοποθετημένες δίπλα στα κουμπιά Transmit και Release. Υπάρχουν δύο μπάρες: η πάνω μπάρα ελέγχει το bit rate και η κάτω το frame rate. Η frame rate μπάρα κυμαίνεται από 1 έως 30 fps, ενώ η bit rate μπάρα κυμαίνεται από 10 ως το μέγιστο για την συγκεκριμένη σύνοδο. Είναι δυνατό να χρησιμοποιήσετε και τις δύο μπάρες κατά τη διάρκεια μιας συνόδου. Τα πραγματικά ποσοστά εμφανίζονται επάνω από τις μπάρες. Αυτά τα ποσοστά επηρεάζονται από το ποσό της κίνησης που υπάρχει στην εικόνα που διαβιβάζετε.

Παραδείγματος χάριν, εάν υπάρχει πολλή κίνηση θα έχει σαν αποτέλεσμα το frame rate να μειωθεί και bit rate να αυξηθεί.

- **Encoder Control Panel.** Ελέγχει την επιλογή του τύπου της κωδικοποίησης, του μεγέθους της εικόνας, του ποιοτικού επιπέδου της κωδικοποίησης, των ports των συσκευών, του τύπου του σήματος, και της συσκευής. Όλες αυτές οι επιλογές δεν υποστηρίζονται από κάθε κάρτα οθόνης. Αυτές που δεν είναι διαθέσιμες από την κάρτα οθόνης σας θα είναι γκριζες

Στην κάτω αριστερή πλευρά του Encoder Control Panel υπάρχουν τρία κουμπιά:

Το **Device** είναι το κουμπί που επιλέγει την συσκευή. Είναι πιθανό ότι η έκδοση VIC που τρέχετε να υποστηρίζει μόνο το συγκεκριμένο frame grabber στον υπολογιστή σας, αλλά μπορεί να συμβαίνει και η άλλη περίπτωση όπου υπάρχουν και άλλες συσκευές που υποστηρίζονται και μπορεί να είναι απαραίτητο είτε να διευκρινιστεί η σωστή συσκευή στο ξεκίνημα είτε να επιλεγεί από το μενού συσκευών.

Port: Το κουμπί Port σας επιτρέπει να επιλέξετε ποιο port εισόδου επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε με την κάρτα οθόνης σας. Εάν επιλεγεί λάθος port, ένα μαύρο εικονίδιο θα εμφανιστεί στο κύριο VIC παράθυρο. Το port μπορεί να αλλάξει οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια μιας συνόδου.

Options: Το κουμπί Options σας επιτρέπει να διαλέξετε τις επιλογές των slides που στέλνονται και της χρήσης JPEG για H.261. Η επιλογή για τα slides είχε ως σκοπό την βελτιστοποίηση του εύρους ζώνης κατά την επίδειξη των slides ρίχνοντας μια κάμερα πάνω τους και στέλνοντας τις εικόνες χρησιμοποιώντας το VIC. Στην πραγματικότητα αυτή η επιλογή έχει λίγη διαφορά.

Encoding Format: Οι τρόποι κωδικοποίησης οι οποίοι είναι διαθέσιμοι βρίσκονται στο μεσαίο panel. Αυτοί μπορούν να αλλάξουν οποιαδήποτε στιγμή είτε πριν από τη μετάδοση είτε κατά τη διάρκεια μιας συνόδου. Αυτοί οι τρόποι κωδικοποίησης που δεν υποστηρίζονται από την κάρτα αποτύπωσης βίντεο θα είναι απενεργοποιημένοι.

Video Image Size: Οι επιλογές για το μέγεθος της εικόνας βρίσκονται στα δεξιά του panel και είναι δυνατό να ελέγξετε το μέγεθος της τηλεοπτικής εικόνας που μεταδίδετε. Υπάρχουν διαθέσιμα τρία γενικά μεγέθη: small, normal και large. Το πραγματικό μέγεθος της εικόνας θα εξαρτηθεί από τον τύπο κωδικοποίησης και από τον τύπο σήματος που χρησιμοποιούνται. Εάν ένα μέγεθος δεν υποστηρίζεται από το hardware, το αντίστοιχο κουμπί θα είναι εκτός λειτουργίας.

Quality Slider: Εάν ο επιλεγμένος τύπος κωδικοποίησης υποστηρίζει ποιοτική ρύθμιση, τότε η μπάρα ποιότητας θα ενεργοποιηθεί με την αντίστοιχη ποιοτική αξία να εμφανίζεται δίπλα στην μπάρα. Οι ποιοτικές ρυθμίσεις εξαρτώνται πάρα πολύ από τον τύπο κωδικοποίησης που χρησιμοποιείται αλλά γενικά υψηλότερες ρυθμίσεις ποιότητας λαμβάνονται με την κίνηση της μπάρας στα δεξιά δηλ. όσο μικρότερος είναι ο αριθμός, τόσο υψηλότερη η ποιότητα.

- **Display Control Panel**

Options: Το κουμπί Options σας δίνει την επιλογή να χαμηλώνετε τις νέες πηγές καθώς γίνονται διαθέσιμες και την χρήση hardware για την αποκωδικοποίηση του σήματος (εάν έχετε το ενδεδειγμένο hardware). Η σίγαση των νέων πηγών είναι χρήσιμη εάν ο υπολογιστής σας έχει λίγη CPU για να αντιμετωπίσει τον αριθμό των video stream.

Οι επιλογές που δεν είναι διαθέσιμες είναι απενεργοποιημένες.

Tile: Το κουμπί Tile σας επιτρέπει να διευκρινίσετε τον αριθμό των στηλών που επιθυμείτε να χρησιμοποιήσετε για την παρουσίαση των πληροφοριών στο κύριο VIC παράθυρο. Η προεπιλογή είναι μία ενιαία στήλη. Ο αριθμός στηλών μπορεί επίσης να διευκρινιστεί με τη δακτυλογράφηση ενός μονού ψηφίου στο κύριο παράθυρο.

External: Το κουμπί External στέλνει την εικόνα σε ένα εξωτερικό μόνιτορ, εάν το hardware που χρησιμοποιείτε το υποστηρίζει.

Τα **Ordered**, **Quantize** και **Error Diff** ρυθμίζουν τον αλγόριθμο πρόσμιξης χρώματος για 8 bits.

Το κουμπί **Gamma** προσαρμόζει την διόρθωση Gamma για 8 bits.

- **Session Control Panel:** Το Session Control Panel ελέγχει τις πληροφορίες για την συγκεκριμένη σύνοδο η οποία βρίσκεται σε εξέλιξη. Η πρώτη γραμμή του panel περιλαμβάνει την διεύθυνση IP και τον αριθμό των port και τις ρυθμίσεις για το TTL.

Το πεδίο **Name** επιδεικνύει το RTP προσδιοριστικό που χρησιμοποιείτε στη σύνοδο. Είναι οι ίδιες πληροφορίες που πληκτρολογήσατε στο User Information Window όταν ξεκινήσατε το VIC. Μπορείτε να αλλάξετε αυτές τις πληροφορίες οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της συνόδου κλικάροντας στο πεδίο, κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές και πατώντας το πλήκτρο Enter από το πληκτρολόγιο.

Το πεδίο **Note** σας επιτρέπει να εμφανίσετε ένα μήνυμα δίπλα στο εικονίδιο σας κάτω από το όνομά σας. Μπορείτε να εισαγάγετε μια σημείωση οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της συνόδου κλικάροντας στο πεδίο, πληκτρολογώντας το κείμενό

σας και πατώντας το πλήκτρο Enter από το πληκτρολόγιο. Η σημείωση θα αντικαταστήσει το κείμενο προσδιορισμού δίπλα στο εικονίδιο σας.

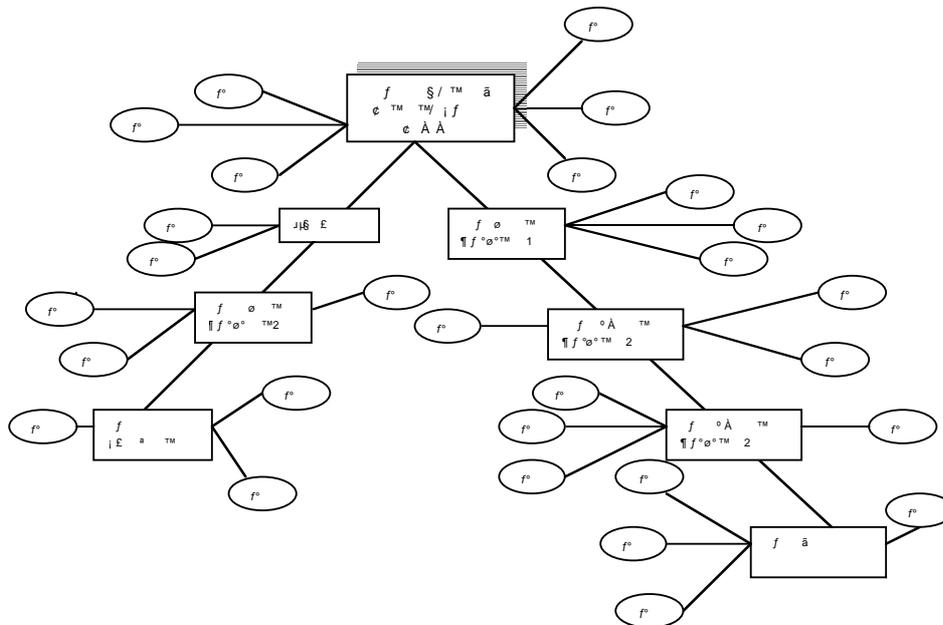
Το πεδίο **Key** περιέχει ένα session key για κρυπτογράφηση. Καθώς οι VIC διασκέψεις διεξάγονται χαρακτηριστικά σε ανοικτά δίκτυα, δεν υπάρχει κανένας τρόπος να αποτραπούν διάφορες παραβιάσεις, ιδιαίτερα στις multicast διασκέψεις. Για να προστεθούν κάποια μέτρα ασφαλείας, το VIC επιτρέπει στα streams να κρυπτογραφούνται με το DES τρόπο. Μόνο τα site που μοιράζονται το ίδιο κλειδί θα είναι σε θέση να δουν τη σύνοδο. Η κρυπτογράφηση ενεργοποιείται με την είσοδο ενός προηγούμενως συμφωνηθέντος αλφαριθμητικού στο κουτί του κλειδιού. Όλοι οι συμμετέχοντες οι οποίοι εισάγουν το σωστό κλειδί θα μπορούν να συμμετέχουν στη διάσκεψη. Η κρυπτογράφηση μπορεί να σταματήσει διαγράφοντας το αλφαριθμητικό από το κουτί.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί **Global Stats** ανοίγει ένα παράθυρο όπως το statistics window που έχει περιγραφεί ανωτέρω, παρουσιάζοντας τις παγκόσμιες στατιστικές της συνόδου.

Κάνοντας κλικ στο κουμπί **Members** ανοίγει ένα παράθυρο που περιέχει έναν κατάλογο όλων των συμμετεχόντων οι οποίοι συμμετέχουν εκείνη την στιγμή στην σύνοδο. Αυτός ο κατάλογος περιλαμβάνει επίσης εκείνους τους συμμετέχοντες που δεν στέλνουν βίντεο.

5.5 Υλοποίηση Διασκέψεων

Δημιουργήσαμε συνολικά τρία session. Τα δύο πρώτα υλοποιήθηκαν εντός του τοπικού δικτύου του T.E.I. Ηπείρου:



Σχήμα 5.18: Τοπικό Δίκτυο T.E.I. Ηπείρου κατά προσέγγιση

1. Η πρώτη διάσκεψη πραγματοποιήθηκε μεταξύ δύο διπλανών υπολογιστών σε εργαστήριο του κτιρίου Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης. Η συγκεκριμένη διάσκεψη είχε κυρίως την μορφή δοκιμής. Η διαδικασία που ακολουθήσαμε ήταν η εξής:
 - Εγκαταστήσαμε τα SDR, RAT και VIC στους δύο υπολογιστές σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στην παράγραφο 5.2
Τρέξαμε το SDR και στους 2 υπολογιστές
 - Κατόπιν δημιουργήσαμε στον έναν από τους δύο υπολογιστές ένα session με το όνομα test σύμφωνα με τις οδηγίες της παραγράφου 5.3.1.6. και κάναμε τα εξής:
 - α) Στο παράθυρο του SDR Create New Session και στο πεδίο Type of Session επιλέξαμε Test.
 - β) Επιλέξαμε ότι η διάσκεψη θα γίνει μία φορά και δεν θα επαναληφθεί ξανά καθώς και ότι η διάρκεια της συνόδου θα είναι για δύο ώρες. Επίσης θέσαμε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα.
 - γ) Στο πεδίο Area Reached επιλέξαμε Local Scope.
 - δ) Τα μέσα που επιλέξαμε είναι audio και video.
 - ε) Στα πεδία Authentication και Encryption διαλέξαμε την επιλογή "none".
 - Μέσα σε κάποια λεπτά και εφόσον έχουμε ανοίξει το SDR και στον άλλο υπολογιστή, βλέπουμε στο κύριο παράθυρο του SDR να εμφανίζεται η σύνοδος με το όνομα test.
 - Κάνουμε Join στην σύνοδο σύμφωνα με τις οδηγίες της παραγράφου 5.3.1.4
 - Αυτόματα ξεκινάνε τα εργαλεία RAT και VIC και έχουμε μεταφορά ήχου και εικόνας.

2. Η δεύτερη σύνοδος πραγματοποιήθηκε μεταξύ ενός υπολογιστή που βρίσκεται σε εργαστήριο του κτιρίου Ζ' και ενός υπολογιστή που βρίσκεται σε εργαστήριο του κτιρίου Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης. Η διαδικασία που ακολουθήσαμε για την υλοποίηση της συνόδου ήταν η εξής:
 - Εγκαταστήσαμε τα SDR, RAT και VIC στους δύο υπολογιστές σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται στην παράγραφο 5.2
Τρέξαμε το SDR και στους 2 υπολογιστές
 - Κατόπιν δημιουργήσαμε στον έναν από τους δύο υπολογιστές ένα session με το όνομα local σύμφωνα με τις οδηγίες της παραγράφου 5.3.1.6. και κάναμε τα εξής:
 - α) Στο παράθυρο του SDR Create New Session και στο πεδίο Type of Session επιλέξαμε Test.
 - β) Επιλέξαμε ότι η διάσκεψη θα γίνει μία φορά και δεν θα επαναληφθεί ξανά καθώς και ότι η διάρκεια της συνόδου θα είναι για δύο ώρες. Επίσης θέσαμε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα.
 - γ) Στο πεδίο Area Reached επιλέξαμε Local Scope.
 - δ) Τα μέσα που επιλέξαμε είναι audio και video.
 - ε) Στα πεδία Authentication και Encryption διαλέξαμε την επιλογή "none".
 - Μέσα σε κάποια λεπτά και εφόσον έχουμε ανοίξει το SDR και στον άλλο υπολογιστή, βλέπουμε στο κύριο παράθυρο του SDR να εμφανίζεται η σύνοδος με το όνομα local.

- Κάνουμε Join στην σύνοδο σύμφωνα με τις οδηγίες της παραγράφου 5.3.1.4
 - Αυτόματα ξεκινάνε τα εργαλεία RAT και VIC και έτσι έχουμε μία σύνοδο όπου η επικοινωνία γίνεται μέσω ήχου και εικόνας.
3. Η δημιουργία της τρίτης συνόδου είχε ως σκοπό ότι η συγκεκριμένη σύνοδος θα είχε παγκόσμια εμβέλεια. Μέχρι στιγμής βλέπαμε και συμμετείχαμε μέσω του λογισμικού που είχαμε στην διάθεση μας μόνο τις συνόδους που πραγματοποιούνταν εντός του τοπικού δικτύου του Τ.Ε.Ι. Στόχος μας λοιπόν είναι να μπορούμε να βλέπουμε και να συμμετέχουμε σε συνόδους που πραγματοποιούνται σε διάφορα σημεία της γης καθώς και να δημιουργήσουμε μία σύνοδο στην οποία θα μπορεί να συμμετέχει ο οποιοσδήποτε έχει τα κατάλληλα μέσα. Για να μπορέσει το δίκτυο του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου να προσφέρει κάτι τέτοιο θα πρέπει να πραγματοποιήσει μία σύνδεση μέσω του ΕΔΕΤ και να γίνουν οι κατάλληλες ρυθμίσεις πρωτοκόλλων.

5.6 ΕΔΕΤ

Το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας ΕΔΕΤ / GRNET παρέχει στην Ελληνική Ακαδημαϊκή, Ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα προηγμένες υπηρεσίες εθνικής διασύνδεσης Internet υψηλής χωρητικότητας εξυπηρετώντας όλα τα Α.Ε.Ι., Α.Τ.Ε.Ι., τα Ερευνητικά Κέντρα της χώρας και πάνω από 9500 σχολεία μέσω του Πανελληνίου Σχολικού Δικτύου. Επίσης το ΕΔΕΤ:

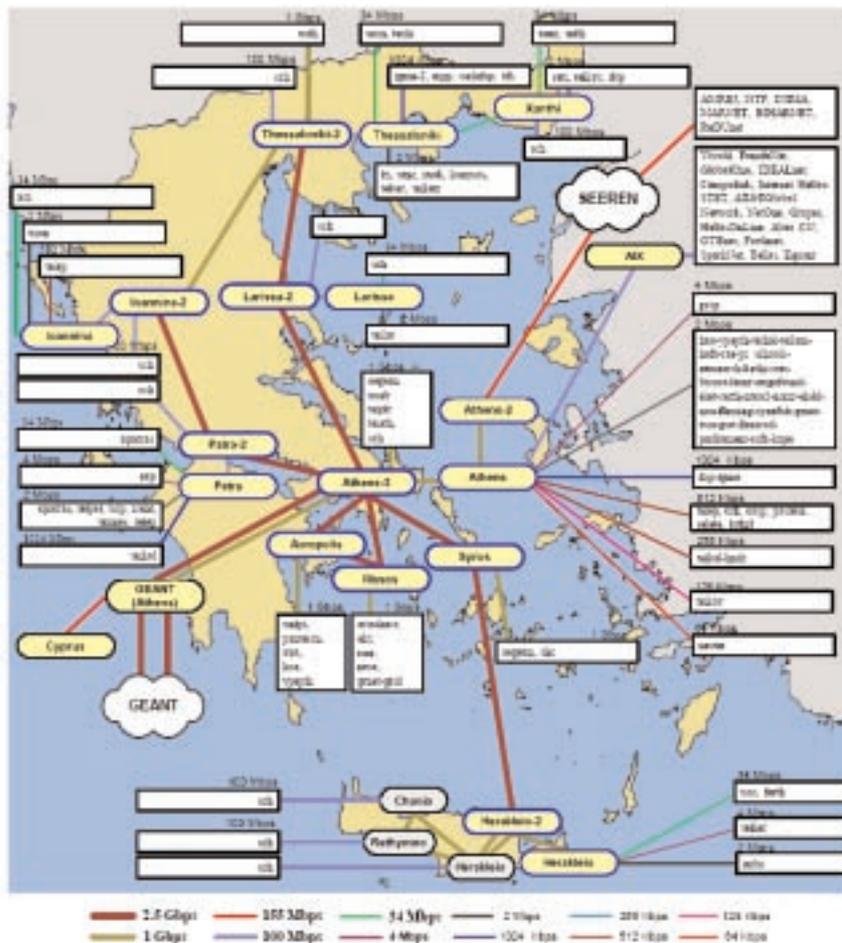
- Διαχειρίζεται τον κόμβο Athens Internet Exchange (**AIX**), ο οποίος παρέχει τοπική διασύνδεση μεταξύ των μεγαλύτερων εταιρειών παροχής υπηρεσιών Internet στην Ελλάδα.
- Παρέχει διεθνή διασύνδεση με τα υπόλοιπα ερευνητικά δίκτυα και το Internet μέσω του πανευρωπαϊκού ερευνητικού δικτύου **GEANT**
- Διαχειρίζεται / συμμετέχει σε μια σειρά αναπτυξιακών έργων, όπως το **e-Business Forum** και η Εκπαιδευτική Στήριξη του προγράμματος **Δικτυωθείτε**, τα οποία έχουν σκοπό την προώθηση των τεχνολογιών του Internet και των εφαρμογών τους στις ελληνικές επιχειρήσεις και τη διαμόρφωση και ανταλλαγή ιδεών και προτάσεων για το ηλεκτρονικό επιχειρείν, με έμφαση στις Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις (ΜΜΕ).

Το ΕΔΕΤ είναι ένας από τους βασικούς φορείς - αναδόχους ερευνητικούς οργανισμούς του έργου "Διεθνές Πιλοτικό Δίκτυο IPv6 Μεγάλης Κλίμακας ("Large Scale International IPv6 Pilot Network") - **6NET**, ένα τριετές ερευνητικό πρόγραμμα στα πλαίσια της ευρωπαϊκής δράσης "Τεχνολογίες της Κοινωνίας της Πληροφορίας" (Information Society Technologies - IST) που έχει ως στόχο να αποδείξει ότι η τεχνολογία δικτύων IPv6 μπορεί να ανταποκριθεί αποτελεσματικά στις ανάγκες της διαρκούς ανάπτυξης του Διαδικτύου. Η κοινοπραξία του 6NET έχει ήδη εγκαταστήσει ένα δίκτυο υψηλών ταχυτήτων που διασύνδεει δεκαέξι ευρωπαϊκές χώρες και το οποίο βασίζεται εξολοκλήρου στην τεχνολογία IPv6. Έχει επίσης αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στην εγκατάσταση νέων υπηρεσιών και εφαρμογών που βασίζονται στο νέο πρωτόκολλο

IPv6 ενώ μελετήθηκαν μέθοδοι για την μετάβαση των υπάρχόντων δικτύων από το παραδοσιακό πρωτόκολλο IPv4 στο πρωτόκολλο IPv6.

Η Κοινοπραξία που συμμετέχει στο 6NET αποτελείται από περισσότερους από τριάντα ερευνητικούς και ακαδημαϊκούς οργανισμούς καθώς και εμπορικές εταιρίες. Η διαχείριση του έργου γίνεται από τον κατασκευαστικό οίκο **Cisco** ενώ συμμετέχουν δεκατρία Εθνικά Ερευνητικά και Εκπαιδευτικά Δίκτυα (National Research & Technology Networks - NRENs), δεκαπέντε πανεπιστήμια και ερευνητικά ινστιτούτα καθώς και οι πανευρωπαϊκοί οργανισμοί **DANTE** και **TERENA** και οι πολυεθνικές εταιρίες IBM, ETRI και NTT. Το 6NET ξεκίνησε την 1η Ιανουαρίου 2002 και το ερευνητικό έργο του θα ολοκληρωθεί στις 31 Δεκεμβρίου 2004. Στη συνέχεια, στο πρώτο εξάμηνο του 2005 θα υπάρξουν δράσεις που αποσκοπούν στη διάχυση της τεχνογνωσίας που αποκτήθηκε και ανακοίνωση των αποτελεσμάτων που συλλέχθηκαν.

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 5.19) βλέπουμε την τυπολογία του δικτύου ΕΔΕΤ. Η τεχνολογία πρόσβασης που χρησιμοποιεί το T.E.I. Ηπείρου για σύνδεση με το ΕΔΕΤ είναι η Hellas Com με ταχύτητες πρόσβασης 2048 kbps και 512 kbps.



Σχήμα 5.19: Τοπολογία του δικτύου ΕΔΕΤ

5.6.1 Σύνδεση με το ΕΔΕΤ

Η δρομολόγηση multicast σε ένα δίκτυο κορμού συνίσταται αφενός στην ανακοίνωση των δικτύων των συνδεδεμένων φορέων με χαρακτηριστικά multicast και αφετέρου στην δημιουργία δικτύου διανομής (distribution tree).

Το ΕΔΕΤ από το 1998, υποστηρίζει στο δίκτυο κορμού την υπηρεσία multicast με native τρόπο. Η υποστήριξη native multicast (δηλ. "εγγενούς" δρομολόγησης multicast χωρίς χρήση tunnels ή άλλων παρόμοιων τεχνικών) στο λειτουργικό σύστημα Cisco IOS δεν είναι επαρκής για εκδόσεις του IOS μικρότερες από την 12.0. Κατά συνέπεια, οι δρομολογητές των συνδεδεμένων φορέων που χρησιμοποιούν IOS έκδοσης 12.0 ή μεταγενέστερο μπορούν να το υλοποιήσουν και να υποστηρίξουν χωρίς πρόβλημα πλήρες εγγενή δρομολόγηση multicast, ενώ οι δρομολογητές που χρησιμοποιούν IOS έκδοσης μικρότερης από 12.0 πρέπει να χρησιμοποιούν ανά περίπτωση διάφορες εναλλακτικές τεχνικές. Συνιστάται πάντως σαφώς η χρησιμοποίηση IOS έκδοσης 12.0 ή μεταγενέστερης στους δρομολογητές συνδεδεμένων φορέων, τόσο εξαιτίας της δυνατότητας υποστήριξης native multicast όσο και για τα άλλα διαθέσιμα εξελιγμένα χαρακτηριστικά.

5.6.1.1. Ανακοίνωση δικτύων multicast συνδεδεμένων φορέων

Η ανακοίνωση των δικτύων των φορέων στο διεθνές MBONE (Multicast BackBONE) γινόταν παλαιότερα με την χρήση του πρωτοκόλλου DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol). Το πρωτόκολλο DVMRP είναι ένα distance vector πρωτόκολλο δρομολόγησης τύπου RIP (Routing Information Protocol) version 2, το οποίο δεν υποστηρίζει χαρακτηριστικά πολιτικής δρομολόγησης και ως εκ τούτου δεν μπορεί να επεκταθεί η χρήση του σε μεγάλο αριθμό δικτύων χωρίς προβλήματα (routing loops, ευστάθεια κλπ). Στο ΕΔΕΤ η ανακοίνωση των πινάκων δρομολόγησης των συνδεδεμένων φορέων γίνεται με χρήση του πρωτοκόλλου BGP. Ειδικότερα χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο MPBGP (MultiProtocol BGP). Το πρωτόκολλο MPBGP δημιουργεί μια νέα κατηγορία (address family identifier) για τους πίνακες δρομολόγησης. Η νέα κατηγορία του πίνακα δρομολόγησης σηματοδοτείται με την κατάλληλη ιδιότητα (γνώρισμα) NLRI (Network Layer Reachability Information) που ταυτοποιεί ότι η συγκεκριμένη πληροφορία δρομολόγησης ανήκει στην κατηγορία multicast.

Στην γενικότερη περίπτωση ο συνδεδεμένος φορέας του ΕΔΕΤ είναι υπεύθυνος για την δημιουργία των πληροφοριών δρομολόγησης multicast. Στην περίπτωση του multicast οι συνήθεις εκδόσεις του λειτουργικού (11.3.X, 12.0) των δρομολογητών των συνδεδεμένων φορέων δεν παρέχουν αυτή τη δυνατότητα. Το πρόβλημα μπορεί να ξεπεραστεί προσωρινά με αντιγραφή των πληροφοριών δρομολόγησης unicast στις multicast, η οποία πραγματοποιείται BGP του δρομολογητή του ΕΔΕΤ που συνδέεται ο φορέας. Η εντολή με την οποία επιτυγχάνεται αυτό είναι:

```
router bgp 5408
  no synchronization
  timers bgp 10 30
  network ...
  --
  neighbor 194.177.211.254 remote-as 65123
  neighbor 194.177.211.254 route-map bgp-foreas in
  neighbor 194.177.211.254 route-map bgp-grnet-out out
  neighbor 194.177.211.254 distribute-list 123 in
  neighbor 194.177.211.254 remove-private-AS
  neighbor 194.177.211.254 translate-update
  neighbor 194.177.211.254 send-community
  neighbor 194.177.211.254 soft-reconfiguration inbound
```

Στην περίπτωση που ο δρομολογητής του συνδεδεμένου φορέα έχει έκδοση λειτουργικού ($\geq 12.07T$ ή $12.05S$) που υποστηρίζει MPBGP, δεν θα χρειάζεται η παραπάνω αντιγραφή και η συγκρότηση του BGP για το πρώτο σενάριο με μία σύνδεση με το ΕΔΕΤ θα είναι:

```
router bgp 65123
  no synchronization
  timers bgp 10 30
  network 193.92.74.0 mask 255.255.254.0 nlrri unicast multicast
  network 193.92.76.0 mask 255.255.255.0 nlrri unicast multicast
  network 195.251.88.0 mask 255.255.252.0 nlrri unicast multicast
  neighbor 193.92.75.15 remote-as 65123 nlrri unicast multicast
  neighbor 194.177.211.253 remote-as 5408 nlrri unicast multicast
  neighbor 194.177.211.253 route-map bgp-grnet-in in
  neighbor 194.177.211.253 route-map bgp-grnet-out out
  neighbor 194.177.211.253 soft-reconfiguration inbound
```

Η δημιουργία δίκτυου διανομής σχετίζεται άμεσα με την φύση των διευθύνσεων multicast. Οι διευθύνσεις multicast (πολλαπλής εκπομπής) (Class D addresses) περιλαμβάνουν διευθύνσεις από 224.0.0.0 έως 239.255.255.255. Οι διευθύνσεις αυτές έχουν το χαρακτηριστικό ότι δεν ανήκουν σε κανένα αλλά χρησιμοποιούνται από πρωτόκολλα (εφαρμογές) για την ταυτόχρονη αποστολή σε περισσότερους από έναν παραλήπτες. Η δρομολόγηση των πακέτων πολλαπλής εκπομπής γίνεται με ειδικά πρωτόκολλα, τα οποία υποστηρίζονται από όλους τους δρομολογητές κορμού του δικτύου ΕΔΕΤ. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης πολλαπλής εκπομπής διαφέρουν από τα αντίστοιχα πρωτόκολλα unicast, στο ότι απαιτούν να γνωρίζουν την προέλευση ενός πακέτου για την αποφυγή συμφόρησης (flooding). Η λειτουργία αυτή αναφέρεται ως RPF (reverse path forwarding) κατά την οποία ο δρομολογητής δεν προωθεί πακέτο προς εκείνη την θύρα για την οποία έχει πληροφορία δρομολόγησης από τον **unicast** πίνακα δρομολόγησης. Τα περισσότερα πρωτόκολλα δρομολόγησης πολλαπλής εκπομπής στηρίζονται στην τεχνική της δημιουργίας ενός δέντρου διανομής που συνδέει όλους τους ενδιαφερόμενους σταθμούς. Ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας του δέντρου διανομής, τα πρωτόκολλα δρομολόγησης πολλαπλής εκπομπής όπως έχουμε αναφέρει ξανά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

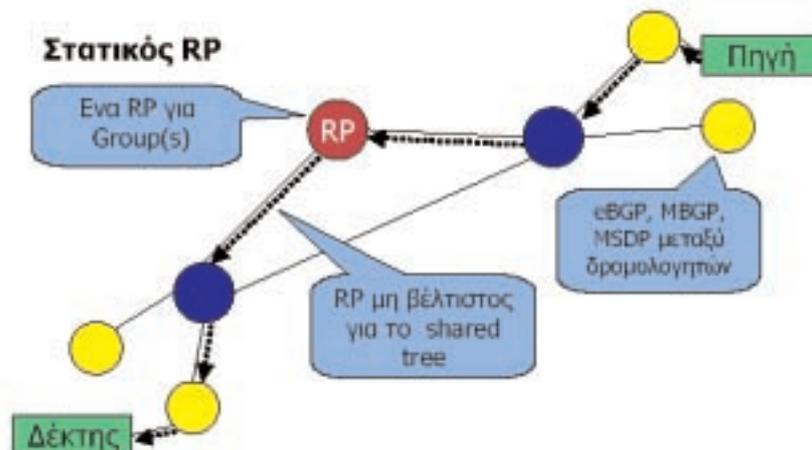
5.6.2.1 Πρωτόκολλα Πυκνής Δρομολόγησης (Dense Mode)

Τα πρωτόκολλα της κατηγορίας αυτής θεωρούν ότι υπάρχει πυκνή διασπορά όσον αφορά τη φυσική θέση των κόμβων στις διάφορες ομάδες και αρκετή χωρητικότητα στα κανάλια. Παραδείγματα τέτοιων πρωτοκόλλων είναι το DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol) και το MOSPF (Multicast Open Shortest path First), τα οποία συνεργάζονται με τα unicast πρωτόκολλα RIP και OSPF αντίστοιχα. Και τα δύο αποτελούν πρότυπα της IETF (RFC1075, RFC1584). Παράλληλα η IETF αναπτύσσει το PIM-DM (Protocol Independent Multicast - Dense Mode), το οποίο δεν εξαρτάται από ένα συγκεκριμένο unicast πρωτόκολλο.

5.6.1.2.2 Πρωτόκολλα Αραιής Δρομολόγησης (Sparse Mode)

Τα πρωτόκολλα της κατηγορίας αυτής θεωρούν ότι υπάρχει μικρή πυκνότητα στις ομάδες και ότι οι αποστάσεις μεταξύ των κόμβων είναι αρκετά μεγάλες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα πρωτόκολλα CBT (Core Based Trees) και το PIM-SM (Protocol Independent Multicast - Sparse Mode). Στο ΕΔΕΤ χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο PIM-SM. Το πρωτόκολλο PIM-SM κάνει φειδωλή χρήση των αγαθών του δικτύου και για αυτό είναι κατάλληλο για δίκτυα κορμού. Όλο το ΕΔΕΤ ανεξάρτητα από την ύπαρξη διαφορετικών AS στο εσωτερικό του αποτελεί μία μοναδική περιοχή PIM. Η περιοχή καλύπτει όχι μόνο το δίκτυο κορμού αλλά και μερικά εσωτερικά δίκτυα συνδρομητών του ΕΔΕΤ. Απαραίτητο συστατικό της λειτουργίας του πρωτοκόλλου PIM-SM είναι η έννοια του RP (Rendez-Vous Point). Ο RP είναι ένα σημείο (συνήθως ένας δρομολογητής) όπου συναντιούνται οι κλήσεις για λήψη πακέτων πολλαπλής εκπομπής με τις κλήσεις για εκπομπή πακέτων πολλαπλής εκπομπής. Αυτή η λειτουργία περιγράφεται ως PIM registration στο πρότυπο του PIM. Στο ΕΔΕΤ χρησιμοποιείται στατικός RP ο οποίος έχει διεύθυνση 194.177.210.61.

Το PIM-SM, όπως περιγράφεται στη σύσταση και φαίνεται στο (Σχήμα 5.20) επιτρέπει ένα μόνο ενεργό RP ανά group και ως εκ τούτου η βέλτιστη τοποθέτηση του RP μπορεί να είναι προβληματική για ένα περιφερειακό δίκτυο το οποίο λειτουργεί με PIM-SM.

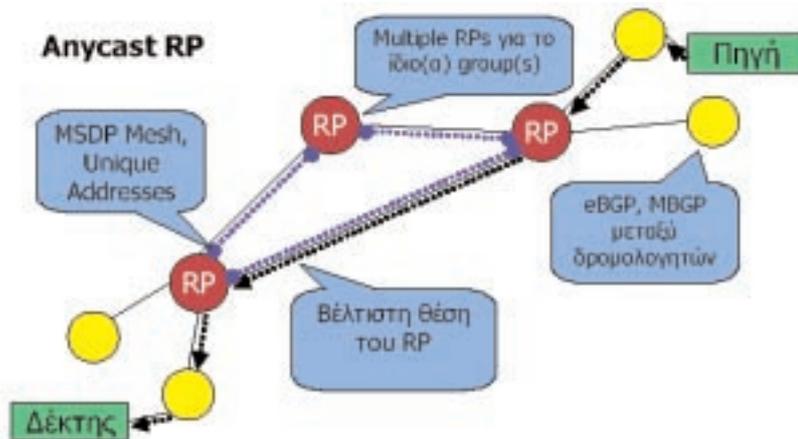


Σχήμα 5.20: Στατικό RP

Οι επιπτώσεις που επιφέρει η μοναδική αντιστοίχιση μεταξύ group και RP είναι:

- Συγκέντρωση της κίνησης γύρω από ένα μοναδικό σημείο σε όλο το δίκτυο,
- Έλλειψη ενός κλιμακώσιμου μηχανισμού αποθλάκωσης (decapsulation) κατά την χρήση του PIM-registration
- Χρονοβόρα σύγκλιση σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας του RP.
- Μη βέλτιστη διαδρομή των πακέτων Multicast στο δίκτυο

Ο μηχανισμός που προτάθηκε για την λύση των παραπάνω προβλημάτων είναι ο μηχανισμός του anycast RP, όπως προδιαγράφεται στην σύσταση RFC 3449 (Σχήμα 2). Η σύσταση περιγράφει τον τρόπο λειτουργίας ενός αυθαίρετου αριθμού Rendezvous Points (RP) ανά group σε ένα μοναδικό διαμοιραζόμενο PIM-SM domain. Για να μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνική Anycast RP στα δίκτυα που λειτουργούν με χρήση του PIM-SM θα πρέπει να υποστηρίζονται ταυτόχρονα και το πρωτόκολλο MSDP (Το MSDP χρειάζεται ώστε όλοι οι RP να έχουν την ίδια εικόνα για τις πηγές που είναι ενεργές). Η χρήση του MBGP είναι επικουρική στην λειτουργία του RPF για τις διευθύνσεις πηγών. Μια σημαντική παρατήρηση για την λειτουργία του Anycast RP είναι ότι η συγκεκριμένη διεύθυνση δεν χρησιμοποιείται για την ανακοίνωση των διευθύνσεων πηγών (SA – Source Announcements).



Σχήμα 5.21: Anycast RP

Ο τρόπος που επιτυγχάνεται η διάρθρωση του Anycast RP είναι με την παρακάτω ακολουθία:

- Επιλογή δύο ή περισσότερων RP
- Ανάθεση της διεύθυνσης RP σε loopback interface
- Ρύθμιση των δρομολογητών να χρησιμοποιούν την διεύθυνση Anycast για RP για όλα τα group
- Ρύθμιση του MSDP μεταξύ όλων των δρομολογητών χρησιμοποιώντας μοναδικές διευθύνσεις.

Τα παραπάνω φαίνονται στην συνέχεια για τους δρομολογητές τύπου RP και τους δρομολογητές των φορέων διασύνδεσης.

Δρομολογητής RP:

```
interface Loopback0
description [] Router Id
ip address 194.177.210.41 255.255.255.255
ip pim sparse-mode

.....
interface Loopback1
description [] Anycast RP
ip address 194.177.210.61 255.255.255.255
ip pim sparse-mode
!
ip mdp peer 194.177.210.42 connect-source Loopback0
ip mdp peer 194.177.210.43 connect-source Loopback0
ip mdp mesh-group IMSDP 194.177.210.42
ip mdp mesh-group IMSDP 194.177.210.43
...
ip mdp cache-sa-state
ip mdp originator-id Loopback0
```

Στο δίκτυο του ΕΔΕΤ όλοι οι δρομολογητές του δικτύου κορμού είναι και RP. Ο λόγος για αυτό είναι ότι πολλοί φορείς του ΕΔΕΤ δεν έχουν δικό τους RP και χρειάζονται έναν που να είναι «κοντά» στο δίκτυο τους. Επιπλέον εάν ο RP του ΕΔΕΤ ήταν περισσότερος απομακρυσμένος τότε πιθανή διακοπή των γραμμών του δικτύου κορμού θα είχε ως αποτέλεσμα την αδυναμία λειτουργίας multicast στο εσωτερικό του δικτύου του φορέα.

Οι συνδεδεμένοι φορείς πρέπει να δηλώσουν στον δρομολογητή τους την διεύθυνση του RP. Αυτό γίνεται σε global configuration mode με την εντολή:

```
ip pim rp-address 194.177.210.61
```

Σε κάθε interface του δρομολογητή διασύνδεσης θα πρέπει να υπάρχει η εντολή ip pim sparse-mode. Αρα στον δρομολογητή διασύνδεσης θα ισχύει:

```
ip multicast-routing
ip multicast cache-headers
ip pim rp-address 194.177.210.61
ip pim accept-rp 194.177.210.61

int Serial x/y
description connection to GRNET
ip address 194.177.208.x.w 255.255.255.252
ip pim sparse-mode
int Ethernet 0
description internal lan
ip address 195.130.X.Y 255.255.255.224
ip pim sparse-mode
ip sdr listen
```

5.6.1.3 Διασύνδεση περιοχών PIM-SM

Η δρομολόγηση πακέτων πολλαπλής εκπομπής μεταξύ διαφορετικών περιοχών PIM-SM αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα. Ο λόγος είναι ότι απαιτείται οι κατά τόπους RP των αντίστοιχων περιοχών να ενημερώνονται για τις νέες πηγές πολλαπλής εκπομπής και για τις αιτήσεις για λήψη περιεχομένου από διευθύνσεις πολλαπλής εκπομπής. Σε μια μεγάλη διασυνδεδεμένη τοπολογία θα χρειαζόταν να γίνεται περιοδική συμφόρηση για να είναι εφικτή η ενημέρωση όλων των συνδεδεμένων RP. Το πρόβλημα είναι αρκετό περίπλοκο και μέχρι στιγμής δεν έχει βρεθεί μία λύση στα πλαίσια της αραιής δρομολόγησης. Για την πρόσκαιρη αντιμετώπιση του προβλήματος δημιουργήθηκε το πρωτόκολλο MSDP (Multicast Source Discovery Protocol). Κάθε RP δημιουργεί μια σύνδεση τύπου MSDP με τους άμεσα συνδεδεμένους (γειτονικούς) RP από όλα τις γύρω περιοχές PIM. Την στιγμή που ένας RP ενημερωθεί για την δημιουργία μιας νέας πηγής στέλνει μηνύματα SA(Session Advertisement) σε όλους τους MSDP γείτονες του. Το μήνυμα SA προωθείται από όλους τους παραλήπτες προς τους πιθανούς αποδέκτες χρησιμοποιώντας ένα τροποποιημένο αλγόριθμο RPF. Στην περίπτωση του ΕΔΕΤ και για λόγους απλότητας λειτουργίας ο RP είναι και ο γείτονας MSDP. Ο αντίστοιχος MSDP γείτονας είναι ο RP του Geant. Σε αυτήν την περίπτωση (όπου οι γείτονες MSDP είναι και οι RP) οι RP γίνονται μέλη της διεύθυνσης multicast και δημιουργούν δέντρα διανομής. Για να μειωθεί ο χρόνος διασύνδεσης σε ένα δέντρο διανομής του οποίου η πηγή βρίσκεται σε εξωτερική περιοχή PIM υπάρχει η δυνατότητα για αποθήκευση (caching) των μηνυμάτων από τους γειτονικούς RP. Υπάρχει πλέον δε η περίπτωση να διατηρούν τα δέντρα διανομής για περισσότερο χρόνο από την διάρκεια ζωής των SA μηνυμάτων για να μειώσουν το χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση μιάς συνόδου. Στην περίπτωση που ο RP δρά ως πληρεξούσιος για AS τα οποία δεν έχουν δικά τους RP είναι απαραίτητο να γίνει μια μετάφραση όλων των μηνυμάτων από τα AS διανομής στο AS του RP. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται με την εντολή `ip msdp redistribute`.

Μια τυπική συγκρότηση MSDP του δρομολογητή του δικτύου κορμού είναι:

```
ip msdp peer 212.1.192.141 connect-source ATM3/0/0.7
ip msdp sa-request 212.1.192.141
ip msdp cache-sa-state
ip msdp redistribute asn 11
```

5.6.1.4 Υλοποίηση της Τρίτης Διάσκεψης

Όπως έχουμε προαναφέρει στον χώρο του T.E.I. Ηπείρου πραγματοποιήσαμε τρία session. Το τρίτο session θέλαμε να έχει παγκόσμια εμβέλεια και για να συμβεί κάτι τέτοιο έπρεπε να συνδεθούμε μέσω ΕΔΕΤ. Πραγματοποιώντας λοιπόν τις παραπάνω ρυθμίσεις όσο αφορά τους δρομολογητές ξεκινήσαμε την δημιουργία μιας καινούργιας συνόδου με το όνομα `globe test`.

- Εγκαταστήσαμε τα SDR, RAT και VIC σε δύο υπολογιστές που βρίσκονται σε εργαστήριο του κτιρίου Τηλεπληροφορικής και Διοίκησης. σύμφωνα με τις οδηγίες που

δίνονται στην παράγραφο 5.2. Τρέξαμε το SDR στον έναν από τους 2 υπολογιστές και είδαμε στο κύριο παράθυρο του SDR να εμφανίζονται όλες οι διασκέψεις που γίνονταν μέσω MBONE εκείνη την στιγμή.

- Κατόπιν δημιουργήσαμε στον συγκεκριμένο υπολογιστή ένα session σύμφωνα με τις οδηγίες της παραγράφου 5.3.1.6. και κάναμε τα εξής:
 - α) Στο παράθυρο του SDR Create New Session και στο πεδίο Type of Session επιλέξαμε Test.
 - β) Επιλέξαμε ότι η διάσκεψη θα γίνει μία φορά και δεν θα επαναληφθεί ξανά καθώς και ότι η διάρκεια της συνόδου θα είναι για δύο ώρες. Επίσης θέσαμε την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα.
 - γ) Στο πεδίο Area Reached επιλέξαμε World (ttl 127).
 - δ) Τα μέσα που επιλέξαμε είναι audio και video.
 - ε) Στα πεδία Authentication και Encrytion διαλέξαμε την επιλογή `_none_`.
- Μέσα σε κάποια λεπτά και εφόσον έχουμε ανοίξει το SDR και στον άλλο υπολογιστή, βλέπουμε στο κύριο παράθυρο του SDR να εμφανίζεται η σύνοδος με το όνομα globe test.
- Επειδή όπως ήταν φυσικό δεν θα υπήρχε προθυμία να συμμετάσχει κανείς στην συνοδό μας αποφασίσαμε να πάρουμε μέρος εμείς σε μία.
Ψάξαμε να βρούμε μία διάσκεψη όπου να χρησιμοποιεί ακριβώς τα ίδια μέσα που χρησιμοποιούμε και εμείς δηλαδή audio και video.
Αυτήν την πληροφορία για το ποια μέσα χρησιμοποιούνται την παίρνουμε από το Session Information Window το οποίο εμφανίζεται κάνοντας κλικ στο όνομα της συνόδου που μας ενδιαφέρει στο κύριο παράθυρο του SDR.
- Όντως βρήκαμε μία σύνοδο με θέμα την εναλλακτική μουσική όπου χρησιμοποιούνταν αυτά τα δύο μέσα. Κάναμε Join και αυτόματα ξεκινήσανε τα εργαλεία RAT και VIC. Έτσι παρακολουθήσαμε συζητήσεις για το συγκεκριμένο θέμα όπου ο δημιουργός της διάσκεψης βρισκόταν στο Άμστερνταμ της Ολλανδίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΤΟ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ HARDWARE ΚΑΙ SOFTWARE

6.1 Software

Το MBone είναι ακόμα κάπως πειραματικό και δεν είναι ακόμα διαθέσιμο σε κάθε λειτουργικό σύστημα και σε κάθε υποδίκτυο ως προεπιλογή. Ο ευκολότερος τρόπος να καθοριστεί εάν είστε σε θέση να λάβετε τα multicast πακέτα στο τοπικό μηχάνημα σας είναι να τρέξετε το SDR. Εάν ο κατάλογος με τα session έχει καταχωρήσεις και αυτές παραμένουν στον κατάλογο για περισσότερο από 20 λεπτά τότε είστε στο MBone και ο υπολογιστής σας λαμβάνει MBone μεταδόσεις οπότε παραβλέπετε τα βήματα 1 & 2 τα οποία βρίσκονται παρακάτω. Προκειμένου να συμμετάσχετε σε μια MBONE σύνοδο χρειάζεστε:

1. Ένα **multicast capable kernel**. Πολλά από τα λειτουργικά συστήματα έρχονται τώρα με multicast δυνατότητες. Υπάρχουν διαθέσιμα patches για πολλά από τα λειτουργικά συστήματα που δεν παραδίδονται με multicast δυνατότητες.
2. **Το υποδίκτυό σας πρέπει να είναι στο MBONE**. Με άλλα λόγια, τα multicast πακέτα πρέπει να διαβιβάζονται στον υπολογιστή σας. Ο ευκολότερος τρόπος για να ελέγξετε εάν είστε στο MBone είναι να τρέξετε το εργαλείο SDR και να δείτε εάν εμφανίζονται session. Τρέξτε το για περίπου 10 λεπτά και εάν τίποτα δεν παρουσιαστεί στην λίστα των session τότε δεν είστε στο MBone.
3. **Multicast εφαρμογές για τηλεδιασκέψεις**. Χρειάζεστε τα εργαλεία sdr, vic, και vat (ή rat). Είναι επίσης χρήσιμο να έχετε και το εργαλείο wb.
 - Το SDR σας παρέχει έναν κατάλογο συνόδων και ένα εργαλείο δημιουργίας τηλεοπτικών διασκέψεων.
 - Το Vic είναι το τηλεοπτικό εργαλείο το Vat και το Rat είναι εργαλεία ήχου.
 - Το WB είναι μια εφαρμογή whiteboard (πίνακα) που χρησιμοποιείται μερικές φορές για την αποστολή slides ή ως feedback.(Το SDR και το Rat αναπτύχθηκαν στο UCL. Το Vic το Vat και το WB αναπτύχθηκαν αρχικά στο LBNL από την ομάδα του Van Jacobson's. Το UCL διατηρεί επίσης ενημερωμένες εκδόσεις του vic.)
4. **Multicast debugging εργαλεία**. Είναι χρήσιμα στη διάγνωση προβλημάτων. Τα εργαλεία που είναι διαθέσιμα είναι τα mtrace, mrinfo, και rtrmon. Το Mtrace σας επιτρέπει να κάνετε multicast traceroute από έναν δέκτη στην πηγή σε μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Το Mrinfo σας επιτρέπει να στέλνετε ερωτήματα σε έναν multicast δρομολογητή και να καθορίσετε το τοπικό configuration. Το Rtrmon σας επιτρέπει να ελέγχετε τις RTP εκθέσεις των δεκτών καθώς παραλαμβάνονται. Τα mrinfo και το mtrace πρέπει να τρέχουν ως root.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν συνδέεστε από το σπίτι μέσω μιας γραμμής ISDN μπορεί τότε να χρειαστεί να κάνετε μερικά πράγματα για να λάβετε multicast πακέτα μέσω μιας γραμμής ISDN. Επίσης πιθανώς να χρειαστείτε ένα video transcoder για να μετατρέψετε το βίντεο σε ένα χαμηλότερο βαθμό μορφοποίησης .

6.2 Απαιτούμενες Περιφερειακές Μονάδες

Για να συμμετέχετε σε μια σύνοδο συνεδριάσεων μέσω video μέσω του MBone υπάρχουν μερικά πράγματα που χρειάζεστε. Παρακάτω σας δίνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για να συμμετέχετε σε μια τηλεδιάσκεψη (Αυτές είναι:

- Ελάχιστες προδιαγραφές για τον ήχο: Θα χρειαστείτε μια κάρτα ήχου ικανή τουλάχιστον για half-duplex ήχο, οι δυνατότητες για full-duplex ήχο προτιμώνται. Θα χρειαστείτε ένα μικρόφωνο και μεγάφωνο ή ακουστικά. Το μικρόφωνο και το μεγάφωνο μπορούν να είναι ενσωματωμένα και σχεδόν οποιαδήποτε ποιότητα mic και μεγάφωνου θα λειτουργήσουν. Ένα ζευγάρι μεγάλωνων για PC και ένα φτηνό mic αποτελούν ένα standard εξοπλισμό ήχου.
- Πρόσθετα ήχου: Εάν κάποιος συμμετέχει συχνά σε τηλεδιασκέψεις και θέλει οι συνομιλίες να είναι κάπως φυσικές τότε χρειάζεται hardware echo cancellation.
- Ελάχιστες προδιαγραφές για video: Θα χρειαστείτε μία κάρτα αποτύπωσης βίντεο (video capture card) και μια κάμερα. Η κάμερα μπορεί να είναι οτιδήποτε που μπορεί να παραγάγει τηλεοπτικό σήμα. Η χρησιμοποίηση video είναι ουσιαστική εφόσον επιτρέπει το ζουμ, την αλλαγή της φωτεινότητας και τον έλεγχο της αντίθεσης.

6.3 Network Bandwidth

Κατ' αρχάς, οτιδήποτε ποσό εύρους ζώνης και αν έχετε, πρέπει πάντα να τρέχετε μια έκδοση του multicast λογισμικού δρομολόγησης που υποστηρίζει το pruning. Αυτή η απαίτηση είναι ιδιαίτερα σημαντική από την στιγμή που υπάρχουν χαμηλές συνδέσεις εύρους ζώνης όπως το ISDN. Όταν το multicast λογισμικό δρομολόγησής σας υποστηρίζει το pruning, θα λάβει μόνο την κυκλοφορία που απαιτείται. Η απαραίτητη κυκλοφορία καθορίζεται από τα γεγονότα τα οποία ενώνονται, από τους ανθρώπους που ωφελούνται από την κυκλοφορία MBONE που λαμβάνετε. Θα λάβετε μόνο την κυκλοφορία για εκείνα τα γεγονότα. Χωρίς το pruning, θα λαμβάνετε πάντα ολόκληρη την κυκλοφορία MBONE. Για να λειτουργήσει σωστά το pruning, όχι μόνο πρέπει να υποστηρίζετε το pruning, αλλά και οι τροφοδότες σας πρέπει επίσης να το υποστηρίζουν. Εάν μόνο ένας από σας υποστηρίζει το pruning, θα λάβετε πάλι ολόκληρη την κυκλοφορία του MBONE, άσχετα εάν τα γεγονότα τα παρακολουθούν οι άνθρωποι σας ή όχι. Μια άλλη περίπτωση στην οποία θα λάβετε όλη αυτή την κυκλοφορία είναι εάν τροφοδοτείτε ένα site που δεν υποστηρίζει το pruning. Αυτό το site θα ζητούσε ολόκληρη την κυκλοφορία του MBONE, αναγκάζοντας και το δικό σας site να την λάβει όλη.

Οι άνθρωποι που ανέπτυξαν το MBONE έχουν υπολογίσει ότι η συνολική κατανάλωση εύρους ζώνης του MBONE πρέπει να είναι περίπου το μέγιστο 500 Kbps. Περιορίζοντας το ποσό των δεδομένων (βίντεο, ήχος, whiteboard, εικόνες, και τα λοιπά) στην αξία των 128 Kbps για το βίντεο είναι επίσης μια κοινή πρακτική. Εντούτοις, οι χρήστες τείνουν να χρησιμοποιούν λιγότερο από αυτό το ανώτερο όριο περιορίζοντας το ποσοστό των frame ή επιλέγοντας χαμηλότερες σε εύρος ζώνης τεχνικές κωδικοποίησης. Τα audio streams σχεδόν αμετάβλητα καταλαμβάνουν 64 Kbps. Αυτοί οι δύο κανόνες

έχουν παραμείνει αρκετά σταθεροί, ακόμα κι αν τα διάφορα εργαλεία έχουν εξελιχθεί πολύ κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Ένα video stream από ένα NV (ένα εργαλείο του MBONE για video) παράγει μεταξύ 25 Kbps και 120 Kbps, περίπου 1-15 πλαίσια ανά δευτερόλεπτο. Το VIC, ένα άλλο εργαλείο του MBONE που μπορεί να χειριστεί ένα πολύ αποτελεσματικό τρόπο συμπίεσης video το αποκαλούμενο H.261, χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο. Αυτός ο αλγόριθμος συμπίεσης video επιτρέπει στο VIC να καταλαμβάνει λιγότερο εύρος ζώνης από το NV. Όμως, για να μπορέσει να συμπίεσει ένα H.261, απαιτείται πολύ περισσότερη CPU, και εκτός αν έχετε ένα πολύ ισχυρό μηχάνημα, θα παράγετε ένα χαμηλότερο ποσοστό πλαισίων με το VIC από ότι με το NV.

Ένα ασυμπίεστο audio stream χρησιμοποιεί 64 Kbps, τα οποία γίνονται 78 Kbps στο δίκτυο. Το λογισμικό συμπίεσης του audio stream θα χαμηλώσει τα 78 Kbps. Υπάρχουν πάρα πολλές τεχνικές συμπίεσης audio που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μερικές επιτρέπουν ακόμη και την αποστολή δεδομένου ήχου το οποίο χρησιμοποιεί μόνο 5 Kbps του εύρους ζώνης σας, η ποιότητα του ήχου είναι ανάλογη του ποσού εύρους ζώνης που χρησιμοποιήθηκε.

Λόγω της δημοτικότητας που εμφανίζει τα τελευταία χρόνια το ISDN, έχει δημιουργηθεί το ερώτημα εάν όποιος έχει ISDN μπορεί να συμμετέχει σε γεγονότα MBONE. Η απάντηση είναι θετική αλλά υπό ορισμένους όρους.

Ο πρώτος όρος, όπου έχουμε ήδη αναφέρει, είναι ότι εσείς, οι τροφοδότες σας και οι άνθρωποι που τροφοδοτείτε πρέπει να υποστηρίζετε το pruning. Επειδή το MBONE έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί στα 500 Kbps το μέγιστο, η λήψη όλης της κυκλοφορίας MBONE θα σας εμποδίζει να συμμετέχετε ένα session.

Κάποιος με μια σύνδεση ISDN θα μπορούσε να λάβει ένα MBONE γεγονός εάν το συνολικό εύρος ζώνης του γεγονότος είναι χαμηλότερο από αυτό της σύνδεσης ISDN. Λαμβάνοντας υπόψη τους αριθμούς που παρουσιάστηκαν νωρίτερα, μπορείτε εύκολα να φανταστείτε ότι τα γεγονότα που ταιριάζουν με αυτά τα κριτήρια δεν είναι πάρα πολλά.

Ένα τέχνασμα είναι να παρακολουθηθεί μέρος ενός γεγονότος. Μερικά γεγονότα δημιουργούνται ως πολλά χωριστά γεγονότα, ένα για το βίντεο, ένα για τον ήχο ή ένα για το whiteboard. Μπορείτε να επιλέξετε μόνο το βίντεο, μόνο τον ήχο ή μαζί βίντεο και ήχο. Σε πολλές περιπτώσεις, εντούτοις, η προτεραιότητα της MBONE κυκλοφορίας, σας δίνει καλό ήχο αλλά προβληματικό βίντεο. Η ανεπάρκεια είναι στο σχεδιασμό του multicast λογισμικού δρομολόγησης. Τα διάφορα είδη της MBONE κυκλοφορίας κατηγοριοποιούνται και τους δίνονται διαφορετικές προτεραιότητες. Ο ήχος έχει την πιο υψηλή προτεραιότητα επειδή είναι το σημαντικότερο. Είναι πολύ δύσκολο να παρακολουθηθεί μια ομιλία εάν λαμβάνεται μόνο το 60 τοις εκατό (παραδείγματος χάριν) των δεδομένων λόγω της απώλειας πακέτων. Το whiteboard έχει μέση προτεραιότητα και το βίντεο χαμηλή.

Εάν το site σας συνδέεται με τον έξω κόσμο μέσω μιας σύνδεσης ISDN, η οποία είναι η σύνδεση μέσω της οποίας όλοι οι χρήστες σας έχουν πρόσβαση στο FTP, στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, στις ειδήσεις, και τα λοιπά, τότε πρέπει να ξεχάσετε την δυνα-

τότητα παρακολούθησης των MBONE session μέσω αυτής της σύνδεσης. Μια μεγάλη FTP μεταφορά ή το κατέβασμα μιας ιστοσελίδας από έναν χρήστη μπορεί εύκολα να διακόψει τα MBONE γεγονότα που παρακολουθείτε.

Εντούτοις, τα site με χαμηλό εύρος ζώνης δύσκολα παρεμποδίζονται από να εκμεταλλευθούν τα εργαλεία και τις μακρινές διασκέψεις. Είναι δυνατό να δημιουργηθεί μια σύνοδος που χρησιμοποιεί lower-quality βίντεο και ήχο. Το αποτέλεσμα ακόμα θα είναι ακόμα ευχάριστο, και θα είστε σε θέση να πάρετε τις πληροφορίες.

Είναι επίσης πάρα πολύ εφικτό να χρησιμοποιηθεί το MBONE εσωτερικά. Φανταστείτε μια επιχείρηση που εγκαθιστά τα εργαλεία MBONE σε όλους τους υπολογιστές στις έτσι ώστε οι υπάλληλοι μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν στο εσωτερικό δίκτυο. Οι χρήστες θα μπορούσαν να μιλήσουν με συναδέλφους τους που βρίσκονται τέσσερα πατώματα πιο κάτω χωρίς να πρέπει να αφήσουν το γραφείο τους και να χάσουν κάποιο σημαντικό τηλεφώνημα. Είναι πολύ εύκολο να βρει κάποιος εφαρμογές του MBONE, τοπικές ή παγκόσμιες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ MBONE

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην μέχρι τώρα αναφορά μας στο MBONE έχουμε επισημάνει τις τεράστιες δυνατότητες που έχει. Σε αυτό το κεφαλαίο θα εξετάσουμε αυτές τις δυνατότητες με περισσότερες λεπτομέρειες. Συγκεκριμένα, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις που έχει το MBONE στις επιχειρήσεις, την ψυχαγωγία και την εκπαίδευση.

7.2 Το MBONE και οι επιχειρήσεις

Η επιχειρησιακή δραστηριότητα στο MBONE μπορεί να χωριστεί σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: την συνεργασία, τις πωλήσεις και τις υπηρεσίες.

7.2.1 Συνεργασία

Στην συγκεκριμένη περίπτωση όταν λέμε συνεργασία, δεν εννοούμε διαφορετικές επιχειρήσεις οι οποίες συνεργάζονται μέσω του MBONE, αλλά την εσωτερική επικοινωνία σε μια επιχείρηση με σκοπό την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών. Αυτές οι εργασίες περιλαμβάνουν κυρίως συνεδριάσεις αλλά και δραστηριότητες, όπως οι επιδείξεις και η κατάρτιση.

Το πρόβλημα που οι μεγάλες επιχειρήσεις έχουν με τις συνεδριάσεις είναι ότι αυτές οι συνεδριάσεις καλύπτουν συχνά ουσιαστικά το ίδιο θέμα και παρουσιάζεται η ανάγκη για την διεξαγωγή τους σε διάφορα μέρη μέσα σε μια χώρα ή ακόμα και σε όλο τον κόσμο. Επίσης, οι συνεδριάσεις απαιτούν την συμμετοχή των πεπειραμένων υπαλλήλων οι οποίοι μπορεί να εργάζονται σε διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές. Για να συγκεντρωθούν όλοι αυτοί οι άνθρωποι μαζί απαιτείται είτε μια οργάνωση συνεδριάσεων μέσω video, η οποία μπορεί να είναι εξαιρετικά ακριβή είτε συχνότερα, εκτενή ταξίδια.

Εδώ είναι που μπαίνει το MBONE. Για τη συνεδρίαση μέσω video οι δαπάνες είναι ακόμα σχετικά υψηλές όσο αφορά την ενοικίαση γραμμών και τον σωστό εφοδιασμό ενός τερματικού σταθμού. Κατόπιν πρέπει να προστεθεί και το κόστος προβολής της εικόνας γιατί η ιδέα ενός δωματίου γεμάτο υπαλλήλους οι οποίοι παρακολουθούν ένα μικρό παράθυρο φαίνεται λίγο αντιπαραγωγική.

Με το MBONE οι γραμμές και ο εξοπλισμός ήδη υπάρχουν και μπορεί κάποιος να κανονίσει μία τηλεδιάσκεψη όποτε θέλει χωρίς ειδικές ρυθμίσεις. Εθνικές ή διεθνείς συνεδριάσεις πωλήσεων μπορούν να γίνονται σε μηνιαία, εβδομαδιαία ή ακόμα και καθημερινή βάση εφόσον δεν υπάρχουν πλέον έξοδα ταξιδιού και στέγασης. Οι επιδείξεις των νέων προϊόντων ή των υπηρεσιών σε προσωπικό το οποίο βρίσκεται σε διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές γίνονται ευκολότερες. Μπορείτε να διευθύνετε την κατάρτιση υπαλλήλων χωρίς ανησυχία για την τοποθεσία και τα σεμινάρια μπορούν να παρακολουθούνται από τους υπαλλήλους που μπορεί να έχει μία εταιρία σε όλο τον κόσμο μέσω κάποιου site. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το MBONE για να μετα-

δώσετε συζητήσεις από ειδικούς κάτι το οποίο αποτελεί έναν εξίσου σημαντικό τομέα στην εταιρική εκπαίδευση.

7.2.2 Πωλήσεις

Οι επιχειρήσεις πωλούν πράγματα. Έτσι κερδίζουν χρήματα. Κατά συνέπεια, οι επιχειρήσεις εξαρτώνται από το προσωπικό πωλήσεων. Οι άνθρωποι που δουλεύουν στις πωλήσεις εργάζονται σε όλα τα πιθανά μέρη από αίθουσες επιδείξεων μέχρι στους δρόμους. Ανεξάρτητα από τη θέση τους, έρχονται σε επαφή με πελάτες καθώς και με πιθανούς πελάτες για αυτό και χρειάζονται όλα τα διαθέσιμα εργαλεία στη διάθεσή τους ώστε να μπορούν να κλείνουν μια πώληση.

Με το MBONE μπορούν οι τοπικοί πωλητές να προσκαλέσουν τους πελάτες τους σε επιδείξεις και παρουσιάσεις προϊόντων που μπορεί να διευθύνονται από κάποιο μακρινό site. Ας πάρουμε για παράδειγμα μια αυτοκινητοβιομηχανία η οποία προωθεί ένα νέο mini φορτηγό το οποίο έχει σχεδιαστεί για μεταφορές: μία καλή MBONE διάσκεψη, η οποία περιλαμβάνει παρουσίαση του προϊόντος και προσφέρει δυνατότητες ερωτήσεων και απαντήσεων, θα έκανε πολύ μεγαλύτερη εντύπωση στους πιθανούς αγοραστές από ακόμα μια άλλη διανομή φυλλαδίων από κάποιο πωλητή.

Επίσης το MBONE έχει την ικανότητα ως τεχνολογία να βοηθήσει σημαντικά στην πώληση πιο άμεσα καταναλωτικών προϊόντων. Εάν υποθέσουμε ότι όλοι έχουμε πρόσβαση σε ISDN ή ADSL συνδέσεις η πιθανότητα δημιουργίας ενός δικτύου μέσου του οποίου θα γίνονται αγορές διαφόρων αγαθών ενώ βρισκόμαστε στο σπίτι μας γίνεται ακόμα πιο πραγματοποιήσιμη. Εάν έχετε ποτέ παρακολουθήσει τηλεοπτικά προγράμματα που ασχολούνται με την πώληση προϊόντων, πιθανώς να έχετε συνειδητοποιήσει ότι η παρατήρηση αυτών των προϊόντων είναι περιορισμένη και οι πληροφορίες συγκεκριμένες. Για να βρείτε ένα προϊόν που να αξίζει πρέπει να αναγκαστείτε να δείτε ατελείωτες περιγραφές π.χ. διάφορων άσχημων κοσμημάτων και πορτρέτων αθλητικών ηρώων που μπορεί και να μην έχετε ακούσει ποτέ και έπειτα πρέπει να πάρετε τηλέφωνο για να παραγγείλετε αυτό που θέλετε, χωρίς να υπάρχουν σοβαρές εγγυήσεις.

Τώρα συγκρίνετε τις αγορές που πραγματοποιούνται μέσω της τηλεόρασης με της αγορές μέσω διαφημιστικών καταλόγων. Οι αγορές μέσω διαφημιστικών καταλόγων προσφέρουν μεγαλύτερη ποικιλία, εκτενείς επιλογές αλλά η διαδικασία αυτή είναι πιο κουραστική και για αυτό είναι πιο εύκολο οι επιλογές που υπάρχουν, να αγνοηθούν. Το MBONE θα μπορούσε να συνδυάσει τα πλεονεκτήματα αυτών των δύο τρόπων αγοράς προϊόντων και να δημιουργήσει ένα πλήρες forum για αγορά προϊόντων, παρέχοντας ευκολία στις παραγγελίες, εκτενείς επιλογές προϊόντων κ.τ.λ.

Αυτός ο τύπος πωλήσεων μπορεί να έχει μια ισχυρή επίδραση στις πωλήσεις ακίνητων και στα ενοίκια. Εάν χρειάστηκε ποτέ να μετακομίσετε από μια πόλη σε μία άλλη, θα γνωρίζετε τις τεράστιες δεσμεύσεις που υπάρχουν σε χρόνο και ενέργεια για την αναζήτηση ενός νέου σπιτιού. Ακόμη και η μετακόμιση μέσα στην πόλη σας μπορεί να είναι χρονοβόρα και κουραστική. Σκεφτείτε τις δυνατότητες που υπάρχουν για την αγορά σπιτιού μέσω του MBONE. Μπορείτε να συνδεθείτε με το Διαδίκτυο και να πάτε

στις σελίδες που έχουν τα μεσιτικά γραφεία όπου υπάρχουν λίστες με σπίτια για αγορά ή ενοικίαση για την πόλη που σας ενδιαφέρει. Επιλέγετε όποιο σας αρέσει, συμπληρώνετε μία φόρμα και στέλνετε μία αίτηση για μία MBONE "επίσκεψη". Το μεσιτικό γραφείο θα έρθει έπειτα σε επαφή μαζί σας και θα συμφωνήσετε για την ημερομηνία και για την ώρα που θα γίνει η σύνοδος. Στον συμφωνηθέντα χρόνο, συνδέεστε πάλι, φορτώνετε το λογισμικό πελατών και ένας μεσίτης βρίσκεται στο σπίτι που έχετε επιλέξει. Με αυτό τον τρόπο σας δίνεται η δυνατότητα να δείτε το σπίτι και να κάνετε τις απαραίτητες ερωτήσεις στον μεσίτη.

7.2.3 Υπηρεσίες

Συνήθως ο μόνος λόγος που οι επιχειρήσεις δίνουν σημασία στον τομέα της υπηρεσίας είναι για να αυξήσουν τις πωλήσεις τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ,οι υπηρεσίες που πολλές επιχειρήσεις παρέχουν να μην είναι και τόσο καλές. Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί αν πάρουμε τηλέφωνο μια τεχνική υπηρεσία π.χ. μιας εταιρίας υπολογιστών ή αν προσπαθήσουμε να βρούμε κάποιον τεχνικό π.χ. για το ψυγείο.

Το μυστικό για την επιτυχή εξυπηρέτηση πελατών είναι η ταχύτητα, η αξιοπιστία και η κατάρτιση. Οι γραμμές εξυπηρέτησης πελατών μπορεί να είναι γρήγορες, αλλά είναι συχνά αναξιόπιστες (κατελιημμένες) και ο τεχνικός αντιπρόσωπος συχνά αδυνατεί να εντοπίσει το πρόβλημα από το τηλέφωνο. Οι ιστοσελίδες και άλλες on-line υπηρεσίες είναι χρήσιμα εργαλεία για να απευθυνθείτε εάν ξέρετε τι ψάχνετε, αλλά επειδή λείπει η ανθρώπινη επαφή, πολλές φορές γίνονται δύστροπες. Το MBONE έχει την δυνατότητα να ενώσει τα πλεονεκτήματα από τις διάφορες παροχές υπηρεσιών και το αποτέλεσμα θα είναι η αυξανόμενη ικανοποίηση πελατών σε λογικό κόστος.

7.3 Το MBONE και η Ψυχαγωγία

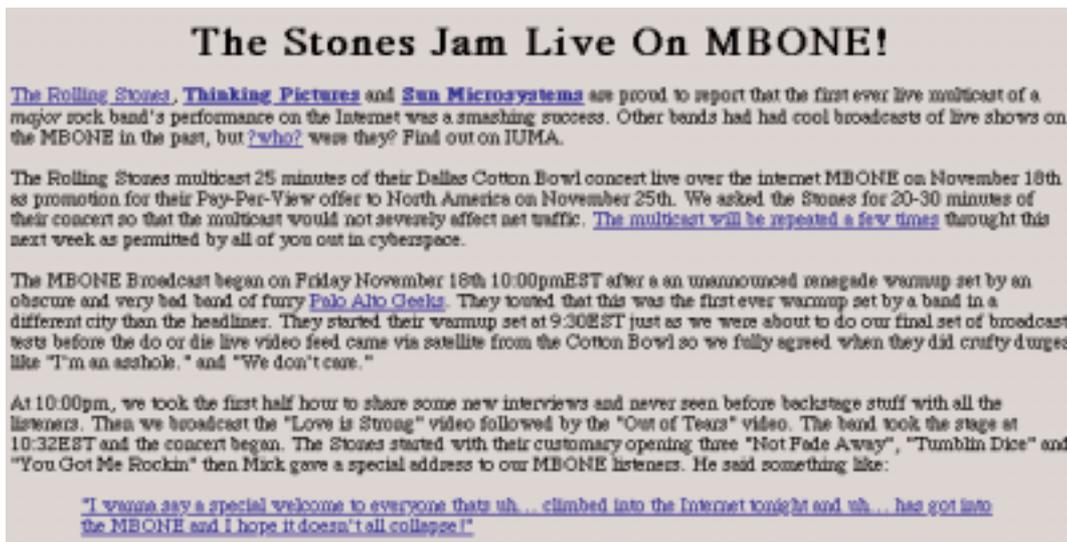
Η ψυχαγωγία συμπεριλαμβάνει ήχο, οπτικές πληροφορίες, αλληλεπίδραση και τον ενθουσιασμό της ζωντανής απόδοσης. Λίγες μορφές ψυχαγωγίας χρησιμοποιούν όλα αυτά τα χαρακτηριστικά, αλλά όλες οι μορφές ψυχαγωγίας χρησιμοποιούν τουλάχιστον δύο από αυτά. Θα μπορούσατε να υποστηρίξετε ότι η ανάγνωση περιλαμβάνει μόνο ένα χαρακτηριστικό (οπτικές πληροφορίες), αλλά πολλά βιβλία και σχεδόν όλα τα περιοδικά περιλαμβάνουν απεικονίσεις και για πολλούς αναγνώστες, η φαντασία συμπληρώνει τις οπτικές και ακουστικές λεπτομέρειες. Όσον αφορά άλλες μορφές ψυχαγωγίας, τα παιχνίδια υπολογιστών είναι αυτά που προσφέρουν τον προφανέστερο συνδυασμό πολυμέσων και αλληλεπίδρασης, ενώ το ζωντανό θέατρο περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά.

Η τηλεόραση και ο κινηματογράφος περιορίζονται στη χρησιμοποίηση ακουστικών και τηλεοπτικών σημάτων αλλά η βιομηχανία που περιβάλλει αυτές τις δύο δημοφιλείς μορφές ψυχαγωγίας χρησιμοποιεί την αλληλεπίδραση όπως στα προγράμματα βραβείων, στα talk shows και στις ζωντανές μεταδόσεις. Η μουσική έχει ενσωματώσει από καιρό τον ήχο και το video με τις συναυλίες, κάτι το οποίο θεωρείται μια από τις σημαντικότερες πτυχές του συγκεκριμένου τρόπου ψυχαγωγίας.

Αλλά θα πληρώνουμε για το MBONE; Αυτό είναι μια ερώτηση που δεν μπορούμε ακόμα να απαντήσουμε, αλλά η απάντηση, τουλάχιστον μερικώς, θα καθορίσει εάν και πόσο η ανάπτυξη του MBONE θα συνεχιστεί. Σαν σύγκριση, η τηλεόραση είχε προβλεφθεί αρχικά ως εκπαιδευτικό μέσο αλλά εάν δθα είχε επιζήσει, εάν δεν είχε προσελκύσει τη βιομηχανία ψυχαγωγίας, παραμένει θέμα για συζήτηση. Επιπλέον, το Διαδίκτυο έχει υποβληθεί σε μετατόπιση των προτεραιοτήτων του, μακριά από τους ερευνητικούς σκοπούς των πρώτων ετών δημιουργίας του.

7.3.1 Ζωντανές Μεταδόσεις

Πράγματι, οι πιο προφανείς περιπτώσεις της πρόωρης δραστηριότητας του MBONE έχουν σχέση με την ψυχαγωγία. Στις 18 Νοεμβρίου 1994, οι Rolling Stones αποφάσισαν να δοκιμάσουν αυτό το νέο μέσο, προσφέροντας περίπου 20 λεπτά μιας συναυλίας μέσω του MBONE. Η εικόνα 7.1 παρουσιάζει την ιστοσελίδα όπου βρίσκονται οι multicast πληροφορίες, καθώς επίσης και συνδέσεις με σχετικά θέματα ενδιαφέροντος.

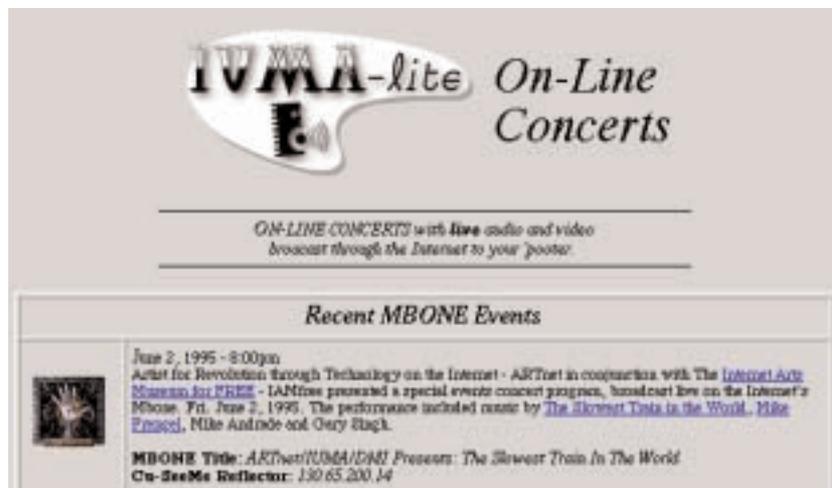


Εικόνα 7.1: Η ιστοσελίδα με τις λεπτομέρειες για την συναυλία των Rolling Stones μέσω του MBONE.

Μια από τις συνδέσεις καλεί μια άλλη σελίδα, η οποία παρουσιάζει τις σελίδες που είναι συντονισμένες με την συναυλία μέσω του MBONE. Το ενδιαφέρον σε αυτήν την σελίδα είναι ο αριθμός συμμετεχόντων που παρουσιάζεται καθώς επίσης και οι τοποθεσίες από τις οποίες προήλθαν οι συνδέσεις. Το Νοέμβριο του 1994, το hardware που χρειαζόσασταν για να συνδεθείτε με το MBONE ήταν αρκετά ακριβότερο από όσο κοστίζει σήμερα και έτσι ένα μεγάλο ακροατήριο του MBONE δεν μπορούσε να είχε μεγάλες εγγυήσεις για την πραγματοποίηση και την ποιότητα της σύνδεσης. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις παρουσιάστηκε το εξής, ένα άτομο έκανε την σύνδεση και μια παρέα φίλων μαζεύτηκαν για να δουν το γεγονός. Από αυτή την άποψη, το MBONE ενέργησε όπως μια δορυφορική τηλεόραση.

Αυτό το γεγονός είναι σημαντικό: Αν και το MBONE μπορεί να έχει την δυνατότητα να είναι ένα διαλογικό μέσο, τίποτα δεν το αποτρέπει από να ενεργήσει λίγο πολύ όπως μια δορυφορική μετάδοση, με μια πηγή και πολλούς προορισμούς. Εάν οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το MBONE κατ' αυτό τον τρόπο, θα είναι αδύνατο να αναπτυχθεί μέχρι τις πλήρες δυνατότητές του. Μια από τις υποσχέσεις του MBONE είναι ότι θα προσφέρει narrowcasting παρά broadcasting, εξυπηρετώντας εξειδικευμένα ενδιαφέροντα και διευκολύνοντας την πλήρη αλληλεπίδραση μεταξύ μεμονωμένων συμμετεχόντων.

Πιο ενδιαφέρουσα, από την πλευρά των δυνατοτήτων του MBONE, ήταν η συναυλία των Sky Cries Mary, η οποία προβλήθηκε μέσω του MBONE, στις 10 Νοεμβρίου 1994, ακριβώς οκτώ ημέρες πριν την συναυλία των Stones'. Η εικόνα 7.2 παρουσιάζει την κύρια σελίδα για εκείνη την εκδήλωση.



Εικόνα 7.2: Η ιστοσελίδα από την συναυλία των Sky Cries Mary

Το πιο ενδιαφέρον στοιχείο σε αυτήν την σελίδα είναι ότι περιλαμβάνει το "whiteboard." Το Whiteboard όπως έχουμε αναφέρει ξανά είναι λογισμικό που επιτρέπει την σχεδίαση διαγραμμάτων, πινάκων κ.τ.λ. κατά την διάρκεια μίας τηλεδιάσκεψης. Σε αυτήν την περίπτωση, το whiteboard ήταν διαθέσιμο σε καθένα που συνδεόταν στο MBONE για να δει την συναυλία. Τα σχόλια δεν ήταν με αξιοσημείωτο περιεχόμενο, αλλά το εντυπωσιακό είναι ότι έγιναν σε πραγματικό χρόνο, από πολλές διαφορετικές τοποθεσίες κατά τη διάρκεια της συναυλίας. Επεκτείνετε αυτήν την ιδέα σε μια σειρά διαφορετικών whiteboards, όπου το καθένα αναφέρεται σε ένα διαφορετικό θέμα και έχετε την βάση για την αλληλεπίδραση κατά τη διάρκεια γεγονότων ψυχαγωγίας.

Οι ζωντανές μεταδόσεις στο MBONE δεν περιορίζονται σε μουσικές συναυλίες. Έργα, αναγνώσεις ποίησης, παραστάσεις με μπαλέτο κ.τ.λ. θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το MBONE ως forum για τις παραγωγές τους. Η οργάνωση μιας τέτοιας συνόδου χρειάζεται προγραμματισμό, πρωτοβουλία και συχνά, δωρεές εξοπλισμού και συνδέσεων, αλλά μπορεί να γίνει.

7.3.2 Ραδιόφωνο και Τηλεόραση

Η τηλεόραση και το ραδιόφωνο αντιπροσωπεύουν δύο μέσα που μπορούν να κερδίσουν από την χρήση του MBONE. Η τηλεόραση πιθανώς δεν θα κάνει εκτενή χρήση των νέων τεχνολογιών επειδή έχει ήδη μια ευρεία περιοχή μετάδοσης, αλλά για τους εξειδικευμένους σταθμούς και για τα ανεξάρτητα προγράμματα, το MBONE προσφέρει τρόπους προσέγγισης με ακροατήρια που βρίσκονται διασκορπισμένα σε όλο τον κόσμο. Το μυστικό για την επιτυχημένη χρήση του MBONE στην συγκεκριμένη περίπτωση, είναι ο προσδιορισμός της ταυτότητας του κοινού και η πληροφόρηση του.

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα σημεία στο MBONE είναι οι διάφορες πρωτοβουλίες οι οποίες αφορούν το ραδιόφωνο και οι οποίες χρησιμοποιούν το multicasting ως στρατηγική διανομής. Το θέμα είναι ότι τώρα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το δίκτυο ουσιαστικά όσο αφορά το ραδιόφωνο. Με την εμφάνιση των τεχνολογιών όπως RealAudio έχει αρχίσει να εμφανίζεται το "near-live" radio όπου το ραδιοφωνικό πρόγραμμα μετατρέπεται αμέσως σε RealAudio μορφοποίηση και τοποθετείται στο δίκτυο λίγα λεπτά αργότερα από την αρχική μετάδοση.

Μια πιθανή χρήση για αυτήν την μορφή είναι να προσκληθούν ακροατές να ακούσουν τα RealAudio αρχεία και κατόπιν με την υπάρχουσα Internet τεχνολογία Chat και Web Chat, ή ίσως και το ίδιο το MBONE και να συζητήσουν για το εν λόγω πρόγραμμα. Αυτή η χρήση δεν είναι μια MBONE χρήση, αλλά επειδή συνδυάζει τα πολυμέσα και την επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο, το αποτέλεσμα είναι σχεδόν το ίδιο.

Το MBONE είναι κάτι περισσότερο από ικανό για να μεταχειρίζεται ραδιοφωνικές μεταδόσεις. Στην πραγματικότητα, μπορεί να υποστηρίξει το ραδιόφωνο πολύ καλύτερα από την τηλεδιάσκεψη και να παρέχει διάφορες πρόσθετες προγραμματισμένες συνόδους. Το πρόβλημα είναι ότι το ραδιόφωνο, αντίθετα με την τηλεόραση, τείνει να γίνει τοπικό φαινόμενο, και το ερώτημα είναι πώς οι παραγωγοί ραδιόφωνου θα χρησιμοποιούν το MBONE καθώς διατίθεται όλο και περισσότερο.

7.3.3 Παιχνίδια

Εάν το MBONE γίνει αρκετά μεγάλο (από την πλευρά του εύρους ζώνης) ώστε να υποστηρίζει μακροχρόνιες συνόδους που αφορούν παιχνίδια είναι αβέβαιο. Εάν, εντούτοις συμβεί κάτι τέτοιο, οι δυνατότητες των παιχνιδιών θα είναι ατελείωτες.

Το MBONE μπορεί να προσφέρει μια παγκόσμια έκδοση των παιχνιδιών, με την συμμετοχή πολλών παικτών και την ύπαρξη περισσότερων από ένα gamesmaster. Με συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, whiteboard, γραφικούς χάρτες και όλα τα είδη διαφόρων άλλων εργαλείων, αυτά τα παιχνίδια θα έφερναν ένα κοινωνικό στοιχείο στο παιχνίδι μέσω υπολογιστή κάτι το οποίο δεν υπάρχει αυτήν την περίοδο στις περισσότερες περιπτώσεις και στο μέλλον θα μπορούσε πιθανά να αναπτύξει μια σημαντική νέα μορφή τέχνης. Αυτή η δυνατότητα δεν βρίσκεται στο εγγύς μέλλον, αλλά είναι κάτι στο οποίο μπορεί να στοχεύσει κανείς. Το πρόβλημα είναι η υπερφόρτωση, οι παίκτες παιχνιδιών τείνουν να ξεχνούν κάποια πράγματα όπως πόση ώρα είναι συνδεδεμένοι και το MBONE έχει περιορισμένους πόρους. Αλλά η δυνατότητα είναι τεράστια.

7.4 Το MBONE και η Εκπαίδευση

Το MBONE σχεδιάστηκε ως ένα μέσο για πολύ συγκεκριμένα ακροατήρια παρά για μαζικά ακροατήρια και για αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς λόγους. Στις επόμενες παραγράφους εξετάζονται δύο δυνατότητες χρήσης του MBONE για εκπαιδευτικούς λόγους: α) εκπαίδευση εξ αποστάσεως και β) διασκέψεις. Και οι δύο περιπτώσεις είναι ζωτικής σημασίας στον τομέα της εκπαίδευσης και το MBONE παρέχει εφαρμογές για καθεμία.

7.4.1 Εκπαίδευση εξ Αποστάσεως

Η τηλεδιάσκεψη ήδη συμπεριλαμβάνεται στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση, η οποία καθορίζεται εδώ ως η παρακολούθηση μαθημάτων χωρίς να βρίσκεται κάποιος στον χώρο του σχολείου ή του πανεπιστημίου. Αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση χρησιμοποιούνται παλαιότερες μέθοδοι όπως η χρήση κασετών και η ανάγνωση σημειώσεων των διαλέξεων. Πολλοί άνθρωποι έχουν αποκτήσει πτυχία μέσω της εκπαίδευσης εξ αποστάσεως, αλλά σχεδόν όλοι έχουν σχολιάσει ότι θα ήθελαν να έχουν την αίσθηση ότι βρίσκονται στον χώρο του πανεπιστημίου. Το γεγονός ότι οι περισσότεροι σπουδαστές στην πανεπιστημιούπολη δεν συμμετέχουν πραγματικά στις διαλέξεις ή στα εργαστήρια δεν έχει σημασία, οι σπουδαστές απόστασης αισθάνονται απομονωμένοι από την ομάδα και το MBONE μπορεί ενδεχομένως να βοηθήσει ώστε να αποβάλουν μέρος αυτού του συναισθήματος.

Ιδανικά, μία σειρά μαθημάτων εξ αποστάσεως βασισμένη στο MBONE θα συνδυάζονταν με μια τάξη μέσα στην πανεπιστημιούπολη. Ο εκπαιδευτικός θα διεύθυνε μια σύνοδο βασισμένη στην αλληλεπίδραση και θα δεχόταν ερωτήσεις και συζητήσεις από τους MBONE-συνδεδεμένους σπουδαστές καθώς επίσης και από τους σπουδαστές που βρίσκονται μέσα στην τάξη. Οι σύνοδοι αυτού του τύπου δεν παίρνουν πάνω από 45 λεπτά για να είναι αποτελεσματικές, εφ' όσον υπάρχει καλή οργάνωση. Είναι γνωστό ότι στις αίθουσες των πανεπιστημίων κατά την παράδοση των διαλέξεων υπάρχει και κάποια χαλάρωση μέχρι τον επιτρεπόμενο βαθμό, οι MBONE σύνοδοι όμως δεν πρέπει (τουλάχιστον για τώρα) να σπαταλούν καθόλου χρόνο. Η οργάνωση και το πρωτόκολλο της συνόδου πρέπει να στηριχθούν και να υιοθετηθούν από τον εκπαιδευτικό, από τους σπουδαστές που βρίσκονται στο πανεπιστήμιο και από τους σπουδαστές εξ αποστάσεως.

7.4.2 Διασκέψεις

Η έρευνα στηρίζεται στη δημοσίευση των αποτελεσμάτων. Η επίσημη δημοσίευση πραγματοποιείται σε περιοδικά ή σε τεχνικές εκθέσεις αλλά η αρχική δημοσίευση πραγματοποιείται συχνά στις ακαδημαϊκές ή ερευνητικές διασκέψεις. Το πρόβλημα με τις διασκέψεις είναι ότι πρέπει να πραγματοποιηθούν ταξίδια και με τις περικοπές χρηματοδότησης που συνήθως υπάρχουν στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά ιδρύματα, τα ταξίδια έχουν γίνει δύσκολα για πολλούς ερευνητές και αδύνατα για μερικούς άλλους.

Ένα άλλο πρόβλημα υπάρχει στην απόφαση σε ποιες διασκέψεις να παρευρεθεί κάποιος. Ακόμη και αν υπάρχει απεριόριστη χρηματοδότηση, η συμμετοχή σε όλες τις κατάλληλες διασκέψεις θα ήταν αδύνατη, αυτό έχει ως συνέπεια, σημαντική έρευνα σχετική με το γνωστικό σας αντικείμενο σας μπορεί να χαθεί ή να αγνοηθεί.

Ένας σημαντικός ρόλος του MBONE θα είναι να βοηθήσει την διάδοση των ερευνητικών πληροφοριών μέσω των διασκέψεων. Οι σύνοδοι των διασκέψεων θα μπορούσαν να είναι multicast σε ζωντανή μετάδοση σύμφωνα με τις προδιαγραφές μιας πλήρους τηλεδιάσκεψης. Οι θεατές θα πρέπει να εγγράφονται για τις συνόδους, να καταβάλουν κάποιο αντίτιμο και να έχουν τους πόρους για να συμμετέχουν πλήρως, χρησιμοποιώντας τον ήχο, το whiteboard και άλλα εργαλεία. Η σημαντικότερη διαφορά εδώ είναι ότι το MBONE ελαχιστοποιεί το απαιτούμενο κόστος ταξιδιού και στέγασης. Ένα προστιθέμενο όφελος θα μπορούσε να είναι μια αυξανόμενη επιθυμία από τους χρήστες να συμμετέχουν και να μαθαίνουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.serpentine.com/~bos/tech/mbone/>
2. http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/projects/mice/mbone_review.html
3. <http://www.cs.ucb.edu/~almeroth/classes/599.290l/art1.html>
4. http://www.rfc_editor.org/rfc/rfc1889.txt
5. <http://www.javvin.com/protocollGMP.html>
6. <http://www.comptechdoc.org/independent/networking/guide.html>
7. <http://www.dataconnection.com/multicast/igmpprotocol.htm>
8. <http://www.cisco.com/warp/public/614/17.html>
9. <http://www.alliancedata.com/manufacturers/cisco-systems/aspf.asp>
10. http://www.teleteaching.gr/w3/text_6-2.htm
11. <http://www.grnet.gr/mbone/>
12. <http://www.ipmulticast.com>
13. <http://www.stardust.com/multicast/>
14. <http://www.acad.bg/beginner/grint/group/mbone-clients.html>
15. <http://morden.csee.usf.edu/Nafips/ifsanafips2001/multicast.html>
16. <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software>
17. <http://www.sprintlink.net/~mbone/index/titles.html>
18. <http://imj.ucsb.edu/sdr-monitor/because.html>
19. <http://www.nortelnetworks.com/products/02/papers/3584.html>
20. <http://www.nanog.org/mtg-9806/ppt/davemeyer>