

University of Macedonia
Master Information System
Networking Technologies
Professor: A.A. Economides
economid@uom.gr

IPv6, MBONE, WIRELESS IPv6 NETWORKING,
ICMPv6 (INTERNET CONTROL PROTOCOL), IGMPv6(INTERNET
GROUP MANAGEMENT),
IPv6 OVER ATM, IPMULTICASTING OVER ATM

MAVROUDI MAGDALINI

8/1/2002

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων
Υπεύθυνος Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης
economid@uom.gr

Πρωτόκολλο Διαδικτύου Έκδοση 6, Ασύρματη Δικτύωση με βάση το πρωτόκολλο Διαδικτύου Έκδοση 6, Πρωτόκολλο Ελέγχου Μηνυμάτων Διαδικτύου έκδοση 6, Πρωτόκολλο Διαχείρισης Ομάδων Διαδικτύου, Πρωτόκολλο Διαδικτύου Έκδοση 6 στον Ασύγχρονο Τρόπο Μετάδοσης, Πολλαπλή Μετάδοση Πρωτοκόλλου Διαδικτύου στον Ασύγχρονο Τρόπο Μετάδοσης.

Μαυρουδή Μαγδαληνή

8/1/2002

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	4
Εισαγωγή.....	5
1 Ipv6.....	5
1.1 IPNG (IPv6).....	5
1.2Οι βελτιώσεις που εισάγει το IPv6.....	6
1.3 Η δομή των δεδομένων στο IPv6.....	6
1.4IPv6 header.....	7
1.5Οι Διευθύνσεις στο IPv6.....	11
2 MBONE.....	13
2.1Τι είναι το MBONE.....	13
2.2Μέγεθος του MBONE.....	14
2.3Τοπολογία του MBONE.....	14
2.4Παροχή MBONE.....	17
2.5Επίκαιρα Προβλήματα - Πιθανές Λύσεις.....	19
2.6Θέματα Ασφάλειας.....	20
2.7Το MBONE στην Ελλάδα.....	22
2.8Multicasting και MBONE.....	24
3. 6BONE.....	25
4 Το IPv6 στα ασύρματα δίκτυα.....	26
5 ICMPv6 Πρωτόκολλο Ελέγχου Μηνύματος Έκδοση 6.....	27
6 IGMv6.....	27
7 Ipv6 over ATM.....	27
8 IP Multicasting over ATM.....	28
 BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	

Περίληψη

Το IPv6 είναι εξέλιξη του πρωτοκόλλου IPv4 το οποίο έχει εισαχθεί για να υπερνικήσει το κενό από τους περιορισμούς των διευθύνσεων και μια σειρά από αδυναμίες και ελλείψεις του παλιού πρωτοκόλλου όπως απόδοση, αυτόματη ρύθμιση των σταθμών εργασίας, ποιότητα υπηρεσιών και έλεγχος ροής, ασφάλεια και κινητή IP. Το μεγαλύτερο δίκτυο που υπάρχει αυτή τη στιγμή και χρησιμοποιείται για τις δοκιμές του IPv6 είναι το 6bone. Το MBONE είναι ένα σύνολο από sites που συγχρόνως υλοποιούν IP multicasting. Το MBONE είναι μια προσωρινή εφαρμογή η οποία τελικά θα ενσωματωθεί στο Internet όταν το multicasting θα είναι ένα στάνταρ χαρακτηριστικό στους δρομολογητές. Το ICMP όπως καθορίζεται σε RFC 792, είναι ένα κομμάτι της IP που χειρίζεται τα μηνύματα επιπέδων σφάλματος και συστημάτων και τα στέλνει στην προσφερόμενη πύλη ή στο ξένιο(host) Y/Π. Το IGMP, όπως καθορίζεται στο RFC 1112, αναπτύχθηκε για τους ξένιους H/Y στα πολλαπλής πρόσβασης δίκτυα για να καθοδηγήσει τους τοπικούς δρομολογητές για τις πληροφορίες ιδιότητας μέλους ομάδας. Τέλος το IPV6 over ATM περιγράφει τον τρόπο συνεργασίας αυτών των δύο πρωτοκόλλων επικοινωνίας, κάτι που είναι πολύ συνηθισμένο στις μοντέρνες τεχνολογίες δικτύωσης.

The IPv6 is a development of protocol IPv4 which has been imported in order to it overcomes the void from the restrictions of addresses and a line from weaknesses and lacks of the old protocol as yield, automatic regulation, the stations of work, quality of services and control of flow, safety and mobile IP. His bigger network she exists this the moment and is used for the trials of IPv6 it is the 6bone. The MBONE is a relaxed federation from sites that simultaneously materialises IP multicasting. The MBONE is a provisional application which will finally be incorporated in the Internet when multicasting it is a standard characteristic in the routers. The ICMP as it is determined in RFC 792, is a piece of IP that handles the messages of levels of fault and systems and him sends in the offered gate or in the host. The IGMP, as it is determined in RFC 1112, it was developed for host computers in multiple access networks in order to guide the local routers for the information of attribute of member of team. Finally IPV6 over ATM describes the way of co-operation between these two protocol, a fact that is very common to the modern communication technologies.

1. Εισαγωγή

Οι βασικές υπηρεσίες που παρέχει στους ευρείας κλίμακας χρήστες του το Internet σήμερα, είναι απόρροια των αναγκών που πρωτοδημιούργησαν το διαδίκτυο στα μέσα της δεκαετίας του '80. Για την κάλυψη των αναγκών αυτών αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν πρωτόκολλα τα οποία έτυχαν ευρύτατης αποδοχής.

Ωστόσο, η ραγδαία ανάπτυξη νέων τεχνολογιών οι οποίες πιέζουν για νέες δικτυακές εφαρμογές, καθιστά επιτακτική την εξυπηρέτησή τους από την υπάρχουσα δικτυακή υποδομή. Για το λόγο αυτό, σε πρώτη φάση προτάθηκαν και εφαρμόζονται -πάνω από την υπάρχουσα δομή πρωτοκόλλων- διάφορες λογικές, ενώ σε δεύτερη φάση επίκειται ολοκληρωτική αναβάθμιση της ίδιας της υποδομής, προκειμένου να μπορέσει να ανταποκριθεί με ομοιόμορφο τρόπο στην ανάγκη για επέκταση.

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας παρουσιάζεται η επικείμενη εκ βάρων αναβάθμιση των πρωτοκόλλων του διαδικτύου, γνωστή και σαν *IPv6* ή *Ipng*, η λογική η δομή και η λειτουργία του *MBONE*, η ασύρματη δικτύωση με βάση το πρωτόκολλο διαδικτύου έκδοσης 6

1.1 IPNG (IPv6)

Το *IPv4*, παρά τα όσα προσέφερε μέχρι σήμερα στο χώρο της διαδικτύωσης, φτάνει στο τέλος της ζωής του, και τη θέση του παίρνει το *IPv6* (γνωστό και ως *IP Next Generation*).

Επιπλέον, ένα πολύ βασικό κίνητρο για την υιοθέτηση νέας έκδοσης του IP ήταν ο περιορισμός που εισήγαγε το 32-bit πεδίο διευθύνσεων στο *IPv4*. Γιατί όμως τα 32 bit (περίπου 4 δισεκατομμύρια) διευθύνσεων δεν είναι αρκετά;

1. Η δομή της διεπίπεδης διευθυνσιοδότησης είναι βολική, αλλά σπαταλάει χώρο διευθύνσεων. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε δίκτυο “καταλαμβάνει” ένα ενιαίο χώρο για τους host του (πεδίο διεύθυνσης δικτύου), ανεξάρτητα από τον αν θα το χρησιμοποιήσει όλο (αραιή διευθυνσιοδότηση).
2. Το μοντέλο απαιτεί μία IP διεύθυνση δικτύου για κάθε δίκτυο, ανεξάρτητα από το αν αυτό είναι συνδεδεμένο στο διαδίκτυο (στατική διευθυνσιοδότηση).
3. Ο αριθμός των διαδικτυομένων δικτύων αυξάνει με εκρηκτικούς ρυθμούς.
4. Τυπικά, μία IP ανατίθεται σε κάθε host. Σε μια πιο ευέλικτη θεώρηση, όπως θα δούμε πιο κάτω, πολλαπλές IP θα μπορούν να ανατίθενται σε ένα host.

Επιπλέον, νέες απαιτήσεις στους τομείς της ασφάλειας, της ευελιξίας στη διαδρόμηση, και της διαχείρισης φόρτου εμφανίστηκαν.

Έτσι, η *Internet Engineering Task Force* (IETF) εξέδωσε πρόσκληση για προτάσεις για το *IPng* τον Ιούλιο του 1992. Αρκετές προτάσεις εμφανίστηκαν, και μέχρι το τέλος του 1994 ο τελικός σχεδιασμός για το *IPng* προέκυψε. Ένα μεγάλο βήμα έγινε τον Ιανουάριο του 1995 με την έκδοση της RFC 1752 «Σύσταση για το πρωτόκολλο *Ipng*» (“*The Recommendation for the IP Next Generation Protocol*”), στην οποία δίνονται οι απαιτήσεις για το *IPng*, προσδιορίζεται η διαμόρφωση του *Protocol Data Unit (PDU)*, και παρουσιάζει την προσέγγιση του *IPng* στους τομείς της διευθυνσιοδότησης, διαδρόμησης και ασφάλειας. Στη συνέχεια ένας αριθμός κειμένων προσδιόρισε τις λεπτομέρειες του πρωτοκόλλου, το οποίο επισήμως ονομάστηκε *IPv6*. Τα κείμενα αυτά περιλαμβάνουν μια γενική περιγραφή του *IPv6*

- Κυκλοφορία ελεγχόμενης συμφόρησης (Congestion Controlled Traffic)

Με τον όρο *κυκλοφορία ελεγχόμενης συμφόρησης* αναφερόμαστε σε δεδομένα τα οποία η πηγή μπορεί να σταματήσει να αποστέλλει (προσωρινά), ανταποκρινόμενη σε κατάσταση υψηλού δικτυακού φόρτου. Παράδειγμα, οι υπηρεσίες πάνω από *TCP*. Αν υπάρξει συμφόρηση στο δίκτυο, τα πακέτα *TCP* αργούν να φτάσουν στον προορισμό τους, και τα *ACK* για αυτά αργούν να επιστρέψουν. Όσο αυξάνει η συμφόρηση, γίνεται αναπόφευκτη η απόρριψη πακέτων σε κάποιο σημείο της διαδρομής. Ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για πακέτο με δεδομένα ή για πακέτο *ACK*, το αποτέλεσμα είναι ο αποστολέας να αναμεταδώσει το πακέτο. Η φύση των δεδομένων που συνιστούν αυτό που ονομάζουμε *κυκλοφορία ελεγχόμενης συμφόρησης*, είναι τέτοια, που να επιτρέπει μεταβλητή καθυστέρηση μεταξύ των πακέτων, ακόμα και παράδοση με λάθος σειρά.

Το IPv6 υποστηρίζει τις παρακάτω κατηγορίες *κίνησης ελεγχόμενης συμφόρησης* οι οποίες παρουσιάζονται με αύξουσα σειρά προτεραιότητας εξυπηρέτησης:

0. Αχαρακτήριστη κίνηση

Αν η εφαρμογή ανώτερου επιπέδου δεν δίνει στο επίπεδο IP στοιχεία που να προσδιορίζουν προτεραιότητα για το πακέτο, τότε του ανατίθεται αυτή η τιμή προτεραιότητας (0), που είναι και η χαμηλότερη.

1. Κίνηση “γεμίσματος” (“filler traffic” πχ. Netnews)

Αυτού του είδους η κίνηση αναμένεται να διακινείται “στο παρασκήνιο”, ήτοι αφού τελειώσει η μετάδοση άλλων ειδών δεδομένων. Καλό παράδειγμα αποτελούν τα μηνύματα του USENET.

2. Μη επισυναπτόμενη μεταφορά δεδομένων (πχ. email)

Αυτού του είδους η κίνηση δημιουργείται από κάποιο χρήστη, ο οποίος όμως συνήθως δεν περιμένει την ολοκλήρωση της μετάδοσης. Καλό παράδειγμα είναι τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

3. (Δεσμευμένη)

4. Επιχειρούμενη μαζική μετάδοση (πχ. ftp)

Η κίνηση αυτή δημιουργείται από εφαρμογές οι οποίες μπορεί να εμπλέκουν τη μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων, για τα οποία συνήθως ο χρήστης περιμένει την ολοκλήρωση της μετάδοσης. Αυτού του είδους η κυκλοφορία διαφέρει από την κυκλοφορία αλληλεπίδρασης (μεγάλου φόρου), κυρίως γιατί ο χρήστης είναι σε θέση να ανεχτεί μεγαλύτερη καθυστέρηση.

5. (Δεσμευμένη)

6. Κυκλοφορία με αλληλεπίδραση (πχ. TELNET, X)

Είναι σημαντική η γρήγορη μετάδοση δεδομένων, όταν αυτά αποτελούν τμήμα διαδικασίας αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και απομακρυσμένου συστήματος. Η απόδοση του χρήστη εξαρτάται σε κρίσιμο βαθμό από το χρόνο απόκρισης του αλληλεπιδρώντος συστήματος, γι’ αυτό και πρέπει να είναι το δυνατό ακαριαία.

7. Έλεγχου ροής (πχ. Πρωτόκολλα διαδρόμησης, SNMP)

Πρόκειται για το πιο σημαντικό τμήμα της κυκλοφορίας, και το πιο απαραίτητο για παράδοση, ιδιαίτερα σε καταστάσεις υψηλής συμφόρησης. Για παράδειγμα, σε πρωτόκολλα διαδρόμησης όπως το *OSPF (Open Shortest Path First)* και το *BGP (Border Gateway Protocol)*, οι διαδρομητές χρειάζονται συχνή ανανέωση της πληροφορίας που έχουν σχετικά με το φόρτο που υπάρχει στο δίκτυο, ώστε να ρυθμίσουν τη διαδρόμηση, προσπαθώντας να προλάβουν ή να εκτονώσουν τη συμφόρηση. Πρωτόκολλα διαχείρισης, όπως το *SNMP (Simple Network Management Protocol)* πρέπει να είναι σε θέση να αναφέρουν καταστάσεις συμφόρησης, για να μεταβάλλουν τις σχετικές παραμέτρους με τρόπο ώστε να αρθεί η συμφόρηση. Είναι προφανές, ότι αυτού του είδους η πληροφορία είναι ζωτικής σημασίας για τη συνέχιση της ύπαρξης του δικτύου, και γι' αυτό πρέπει να διακινείται κατ' απόλυτη προτεραιότητα.

- Κυκλοφορία μη ελεγχόμενης συμφόρησης (Non-congestion Controlled Traffic)
Πρόκειται για κυκλοφορία για την οποία σταθερός ρυθμός δεδομένων και σταθερός χρόνος καθυστέρησης είναι επιθυμητά. Παράδειγμα ήχος και video πραγματικού χρόνου. Σε τέτοιες περιπτώσεις, δεν υπάρχει λόγος επαναμετάδοσης απορριφθέντων πακέτων, αλλά είναι ουσιώδης η διατήρηση ομαλής ροής. Οκτώ επίπεδα προτεραιότητας έχουν δεσμευτεί για αυτού του είδους τα δεδομένα, με κωδικούς από 8-15:

8. Δεδομένα τα οποία μπορούμε να απορρίψουμε εύκολα
(πχ. Video υψηλής πιστότητας)

-
-
-

15. Δεδομένα τα οποία δεν είμαστε πρόθυμοι να απορρίψουμε
(πχ. ήχος χαμηλής πιστότητας)

Ο βαθμός προτεραιότητας στην περίπτωση αυτή, σχετίζεται με το κατά πόσο η φερόμενη πληροφορία αλλοιώνεται από την απώλεια μερικών πακέτων. Για παράδειγμα, σε ήχο χαμηλής ποιότητας, όπως αυτός μιας τηλεφωνικής συνδιάλεξης, απώλεια μερικών πακέτων γίνεται άμεσα αντιληπτή (σαν “κλικ” ή θόρυβος) στον τελικό χρήστη. Αντίθετα, όταν πρόκειται για video, (η πληροφορία του οποίου έχει υψηλό βαθμό “επαναληψιμότητας”) απώλεια μερικών πακέτων δεν είναι απίθανο να μη γίνει καν αντιληπτή (μερικά λευκά pixels σε κάποιο frame δεν αλλοιώνουν αισθητά το τελικό αποτέλεσμα).

Πρέπει στο σημείο αυτό, να τονιστεί το ότι δεν υπάρχει συσχετισμός μεταξύ των προτεραιοτήτων των 2 κατηγοριών (ελεγχόμενης και μη συμφόρησης). Οι βαθμοί προτεραιότητας ισχύουν μόνο μέσα στα πλαίσια της αυτής κατηγορίας.

Ετικέτα ροής

Το IPv6 προσδιορίζει τη ροή ως την αλληλουχία των πακέτων τα οποία αποστέλλονται από μια συγκεκριμένη πηγή, σε έναν συγκεκριμένο (unicast ή multycast) προορισμό, για την οποία η πηγή επιθυμεί ειδική μεταχείριση από τους ενδιάμεσους κόμβους. Μια ροή προσδιορίζεται μονοσήμαντα από το συνδυασμό της διεύθυνσης της πηγής και μιας μη μηδενικής 24-bit ετικέτας. Έτσι, όλα τα πακέτα που ανήκουν στην ίδια ροή, παίρνουν απ' την πηγή την ίδια ετικέτα. Μια ροή μπορεί να απασχολεί μια μονή, ή πολλές TCP συνδέσεις. Παράδειγμα για το τελευταίο

μπορεί να είναι μια εφαρμογή μεταφοράς αρχείων, η οποία μπορεί να έχει μια σύνδεση ελέγχου και πολλές συνδέσεις μεταφοράς δεδομένων. Μια εφαρμογή μπορεί να δημιουργήσει μία ή περισσότερες ροές. Για παράδειγμα μια εφαρμογή για “multimedia conference” μπορεί να ορίζει δύο ροές, μία για ήχο και μία για παράθυρο γραφικών, καθεμιά από τις οποίες έχει διαφορετικές απαιτήσεις μετάδοσης (ρυθμό μετάδοσης, καθυστέρηση, διακύμανση καθυστέρησης κλπ)

Δεν υπάρχει a-priori ορισμένη σημασία για κάποια (-ες) ετικέτες. Αντί γι’ αυτό, η ιδιαίτερη μεταχείριση που απαιτεί κάθε ροή, πρέπει να δηλωθεί με κάποιο άλλο τρόπο.

Για παράδειγμα, μια πηγή μπορεί να διαπραγματευτεί συγκεκριμένη μεταχείριση για κάποια συγκεκριμένη ροή με τους διαδρομητές εκ των προτέρων, (ή κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, μέσω πληροφορίας σε κάποιον από τους extension header *βλέπε παρακάτω). Είναι προφανές, ότι πλέον μπορούν να ζητηθούν από τον αποστολέα συγκεκριμένα standards ποιότητας υπηρεσιών για συγκεκριμένες ροές, με όλες τις συνέπειες του γεγονότος (εξασφάλιση quality of service κλπ).

Οι παρακάτω κανόνες εφαρμόζονται στην ετικέτα ροής:

1. Διαδρομητές ή hosts που δεν την υποστηρίζουν, θέτουν 0 το πεδίο κατά τη δημιουργία του πακέτου, ή το αφήνουν αναλλοίωτο κατά την προώθησή του.
2. Όλα τα πακέτα της αυτής ροής πρέπει να έχουν την ίδια διεύθυνση πηγής και προορισμού, το ίδιο *hop-by-hop* και *routing header*. Ο στόχος είναι η προώθηση του πακέτου χωρίς να πρέπει ο δρομολογητής να δει τα περιεχόμενα των *extension header*.
3. Η πηγή πρέπει να δώσει ετικέτα σε μια ροή. Οι καινούριες ετικέτες ροής πρέπει να επιλεγούν ψευδοτυχαία και ομοιόμορφα κατανεμημένα στο διάστημα $1:2^{24}-1$ και να υπόκεινται στον περιορισμό της μη επαναχρησιμοποίησης τους στο διάστημα ζωής της συγκεκριμένης ροής.

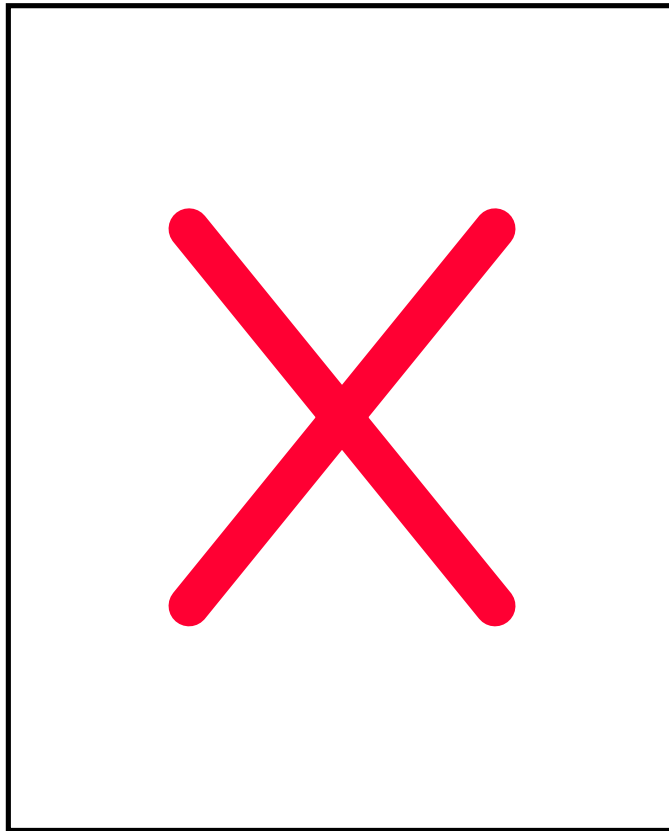
Extension headers

Όπως προαναφέρθηκε, ο μόνος header ο οποίος απαιτείται ονομάζεται IPv6 header. Έχουν οριστεί όμως επιπλέον οι παρακάτω headers επέκτασης (extension headers):

1. Hop-by-hop Options header. Σε αυτόν προσδιορίζονται επιλογές που αφορούν επεξεργασία hop-by-hop.
2. Επιλογές Προορισμού(Destination Options header) Μόνο για την περίπτωση που παρέχονται πληροφορίες για τον πρώτο ενδιάμεσο κόμβο, πλέον αυτών που υπάρχουν για τον κόμβο προορισμού.
3. Διαδρόμησης(Routing header). Παρέχει “επεκτεταμένη διαδρόμηση” ανάλογη της διαδρόμησης πηγής (source routing) του IPv4.
4. Κλασματοποίησης(Fragment header). Περιέχει πληροφορία για την κλασματοποίηση και την “επανάσυνδεση” των κομματιών.
5. Πιστοποίησης ταυτότητας(Authentication header).Παρέχει “ακεραιότητα” και προστασία.
6. Εμφωλιαζόμενης ασφάλειας περιεχομένου(Encapsulating Security Payload header) Παρέχει προστασία του απορρήτου του περιεχόμενου.

Οι παραπάνω header (εφόσον υπάρχουν στο αποστελλόμενο πακέτο), συνάπτονται στον IPv6 header με την σειρά που φαίνεται παραπάνω. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση στη οποία ο *Destination Options header* περιέχει πληροφορίες οι οποίες αναφέρονται μόνο στον κόμβο τελικού προορισμού. Στην περίπτωση αυτή,

ο παραπάνω header μπαίνει στην τελευταία θέση (μετά από όλους τους υπόλοιπους υπάρχοντες). Έτσι τελικά, το IPv6 πακέτο παίρνει τη μορφή του παρακάτω σχήματος.



Η μορφή του IPv6 πακέτου

1.5 Οι Διευθύνσεις στο IPv6

Οι διευθύνσεις στο IPv6 είναι μήκους 128 bit. Αντίθετα με το IPv4, οι διευθύνσεις ανατίθενται σε συγκεκριμένα *interfaces* του κόμβου αντί στον ίδιο τον κόμβο. Ένα interface, μπορεί να έχει πολλές (περισσότερες από μία) μοναδικές μονής εκπομπής (unicast) διευθύνσεις. Οποιαδήποτε από αυτές, μπορεί να χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει μονοσήμαντα τον κόμβο.

Ο συνδυασμός *μεγαλύτερων* διευθύνσεων και *πολλαπλών* διευθύνσεων ανά κόμβο, βοηθάει στη βελτίωση της αποδοτικότητας της διαδρόμησης σε σχέση με το IPv4. Στο IPv4, οι διευθύνσεις δεν έχουν γενικά δομή ευνοϊκή για διαδρόμηση, κι' αυτό οδηγεί στην ανάγκη ύπαρξης τεράστιων πινάκων με μονοπάτια διαδρόμησης στους δρομολογητές. Ο μεγαλύτερος χώρος διευθύνσεων που υποστηρίζει το IPv6, επιτρέπει το διαχωρισμό (aggregation) των διευθύνσεων με βάση την *ιεραρχία των δικτύων, των ISP, γεωγραφικών δεδομένων*, κτλ. Αυτό θα συνεισφέρει στη δημιουργία μικρότερων πινάκων διαδρόμησης, και επιτάχυνση της διαδικασίας.

Όπως έχει προαναφερθεί, ένας από τους βασικότερους λόγους που μας οδήγησαν στο IPv6, είναι η απαίτηση υποστήριξης νέων δικτυακών εφαρμογών. Στα πλαίσια αυτής της απαίτησης, το IPv6 υποστηρίζει τρεις τύπους διευθύνσεων:

- Unicast (μονής εκπομπής). Ένας identifier-διεύθυνση για κάθε interface. Το πακέτο που στέλνεται με τον τρόπο αυτό, παραδίδεται στο interface που προσδιορίζει η διεύθυνση.
- Anycast (εκπομπή σε κάποιον). Ένας identifier για ένα σύνολο interfaces, τα οποία ανήκουν σε διαφορετικούς κόμβους. Το πακέτο τελικά παραδίδεται στον πλησιέστερο από αυτούς.
- Multicast (πολλαπλή εκπομπή). Ένας identifier για σύνολο από interfaces επίσης. Το πακέτο παραδίδεται σε όλα τα interfaces (όλους τους κόμβους).

Η μετάβαση από το IPv4

Ένα βασικό ζήτημα για την εφαρμογή του IPv6 είναι η μετάβαση από το IPv4. Είναι προφανές ότι δεν είναι εφικτή η αντικατάσταση των IPv4 δρομολογητών του δικτύου από δρομολογητές IPv6, και στη συνέχεια η ενημέρωσή τους με τις IPv6 διευθύνσεις. Αντί για αυτό, τα δύο πρωτόκολλα επιβάλλεται να συνυπάρξουν για απροσδιόριστα μεγάλο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό, υιοθετείται και η *εμφωλιαζόμενη IPv4* διευθυνσιοδότηση (*embedded IPv4*). Τα 32 χαμηλότερης τάξης bit χρησιμοποιούνται για την IPv4 διεύθυνση. Το πρόθεμα στην περίπτωση αυτή αποτελείται από 80 μηδέν ακολουθούμενα από 16 άσσους ή μηδενικά. Στην πρώτη περίπτωση μιλάμε για IPv6 διεύθυνση αντιστοιχιζόμενη σε IPv4, ενώ στη δεύτερη μιλάμε για IPv4-συμβατή IPv6 διεύθυνση. Κατά τη διάρκεια της μετάβασης, οι ακόλουθοι τύποι συσκευών θα υποστηρίζονται:

- Διπλής χρήσης δρομολογητές
- Διπλής χρήσης Hosts, οι οποίοι θα υποστηρίζουν IPv4 και IPv4-συμβατές IPv6 διευθύνσεις
- IPv4-μόνο δρομολογητές
- IPv4-μόνο Hosts, των οποίων οι διευθύνσεις θα παριστάνονται με IPv4-συμβατές IPv6 διευθύνσεις στο υπόλοιπο δίκτυο.

Τα ενοχλητικά φαινόμενα που αναμένεται να υπάρξουν στο διάστημα αυτό είναι με συντομία τα παρακάτω:

1. Η κυκλοφορία που θα δημιουργούν οι IPv4-μόνο δρομολογητές, αν περάσει από IPv6 τμήμα του δικτύου, θα πρέπει ο πρώτος Διπλής χρήσης δρομολογητής που θα πάρει το IPv4 πακέτο να το μετατρέψει σε εμφωλιαζόμενο IPv4.
2. Η κυκλοφορία που θα δημιουργούν οι Διπλής χρήσης Hosts, η οποία όταν θα πρέπει να περάσει από IPv4 τμήμα του δικτύου θα πρέπει να μετασχηματιστεί κατάλληλα. Ο τρόπος για να γίνει αυτό είναι μέσω μιας διαδικασίας “tunneling” μεταξύ των IPv4-μόνο Hosts, κατά την οποία το IPv6 πακέτο μετασχηματίζεται σε περιεχόμενο του datagram του IPv4 πακέτου.

Είναι προφανές, ότι πλήρης (απροβλημάτιστη πέρα από κάποιο χρονικό overhead) είναι δυνατό να υπάρξει μόνο για όσο διάστημα οι IPv6 κόμβοι χρησιμοποιούν μόνο IPv4-συμβατές διευθύνσεις.

2.1 Τι είναι το MBONE

Το Mbone είναι ένα παράγωγο των δύο πρώτων Internet Engineering Task Force (IETF¹) "audiocast" πειραμάτων στα οποία τα live audio και video γίνονταν multicast από το site συνάντησης του IETF προς προορισμούς σε όλο τον κόσμο. Η ιδέα ήταν να κατασκευαστεί μία προσωρινή IP multicast πλατφόρμα για test με σκοπό να μεταφέρει τα IETF transmissions και να υποστηρίζει συνεχόμενα πειράματα μεταξύ των meetings. Αυτό θα είναι μία εθελοντική δουλειά με συνεργασία.

Το 1992 μέσα στο IETF αποφασίστηκε ότι η έλλειψη έξυπνων hardware συστημάτων (mrouters) θα μπορούσε να ξεπεραστεί (προσωρινά) με χρήση έξυπνου software. Γι' αυτό λοιπόν, δημιούργησαν ένα "virtual network" -ένα δίκτυο το οποίο τρέχει πάνω από το Internet- και έγραψαν software που επιτρέπει σε multicast πακέτα να διασχίζουν το δίκτυο. Εφοδιασμένοι με το κατάλληλο software, μπορούσαν να στέλνουν δεδομένα όχι μόνο σ' ένα κόμβο του Internet, αλλά σε πολύ περισσότερους. Το δίκτυο αυτό που ονομάσανε 1MBONE είναι ένα virtual network διότι μοιράζεται τα ίδια φυσικά μέσα με το Internet.

Το χαρακτηριστικό του MBONE είναι ότι επιτρέπει σε multicast πακέτα να ταξιδεύουν και μέσω των routers οι οποίοι έχουν δημιουργηθεί για να διαχειρίζονται μόνο unicast κίνηση. Με χρήση ειδικού software που χρησιμοποιεί το MBONE, τα multicast πακέτα μετατρέπονται σε παραδοσιακά unicast πακέτα έτσι ώστε οι unicast routers να μπορούν να τα διαχειριστούν. Η διαδικασία αυτή καλείται tunneling. Μελλοντικά, οι περισσότεροι εμπορικοί routers θα υποστηρίζουν το multicasting, χωρίς να χρειάζεται το tunneling.

Όταν τα multicast πακέτα (που είναι κρυμμένα σε unicast πακέτα) φτάσουν σ' ένα router που μπορεί να τα καταλάβει, ή σ' ένα workstation με το κατάλληλο software, τότε αυτά αναγνωρίζονται και επεξεργάζονται σαν multicast πακέτα όπως πράγματι είναι. Οι μηχανές (workstations ή routers) εκείνες που είναι εφοδιασμένες στο να υποστηρίζουν multicast IP (πρωτόκολλα δικτύου - Internet Protocol) καλούνται mrouters (multicast routers).

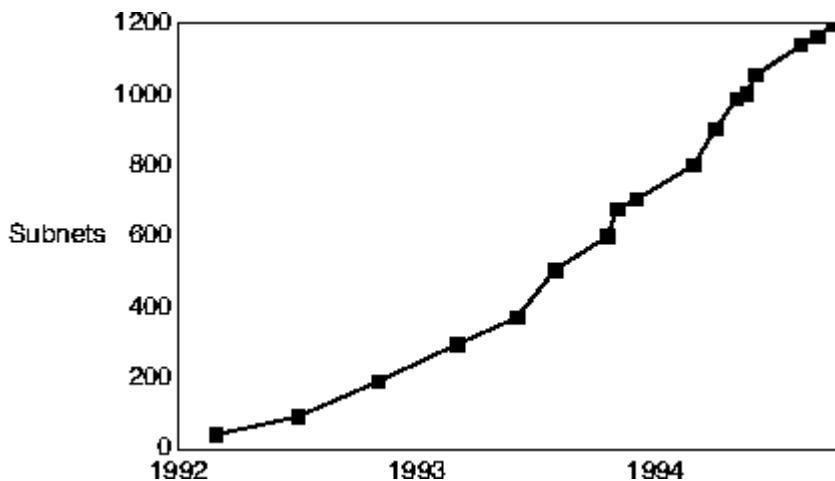
Το MBONE είναι μια χαλαρή συμμαχία από sites που τα οποία συγχρόνως υλοποιούν IP multicasting. Το MBONE είναι στην καλύτερη περίπτωση μια προσωρινή εφαρμογή, η οποία τελικά θα γίνει απαρχαιωμένη όταν το multicasting θα είναι ένα στάνταρ χαρακτηριστικό στους routers του Internet.

¹ Το IETF (Internet Engineering Task Force - Ομάδα Μηχανικών του Διαδικτύου) είναι ένα παρακλάδι-υποκατάστημα του Internet Architecture Board (Σύνδεσμος Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου), το οποίο αφοσιώνεται στα άμεσα τεχνικά προβλήματα και στις προκλήσεις του Internet. Το IETF είναι μια εθελοντική επιτροπή από ειδικούς ανθρώπους όπως διαχειριστές του δικτύου, μηχανικούς, και πωλητών τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού. Ο πατέρας οργανισμός του IETF, ο Internet Architecture Board, εμπλέκεται με τεχνικές προκλήσεις που αντιμετωπίζει το Internet, τώρα και στο μέλλον. Τέτοιες προκλήσεις περιλαμβάνουν:

- πώς να χειριστείς αποτελεσματικά την συνεχόμενη αύξηση του Internet
- πώς να κρατήσεις το δίκτυο σε λειτουργία ακόμη και όταν κάθε ένας μπορεί να αντλήσει 2 megabits ανά δευτερόλεπτο μέσω μιας οπτικής ίνας που μια μέρα θα συνδεθεί και στους υπολογιστές
- πώς να βοηθήσεις το δίκτυο ώστε να διαχειρίζεται καλύτερα τις απαιτήσεις για real-time (πραγματικού χρόνου) video και ήχο

2.2 Μέγεθος του MBONE

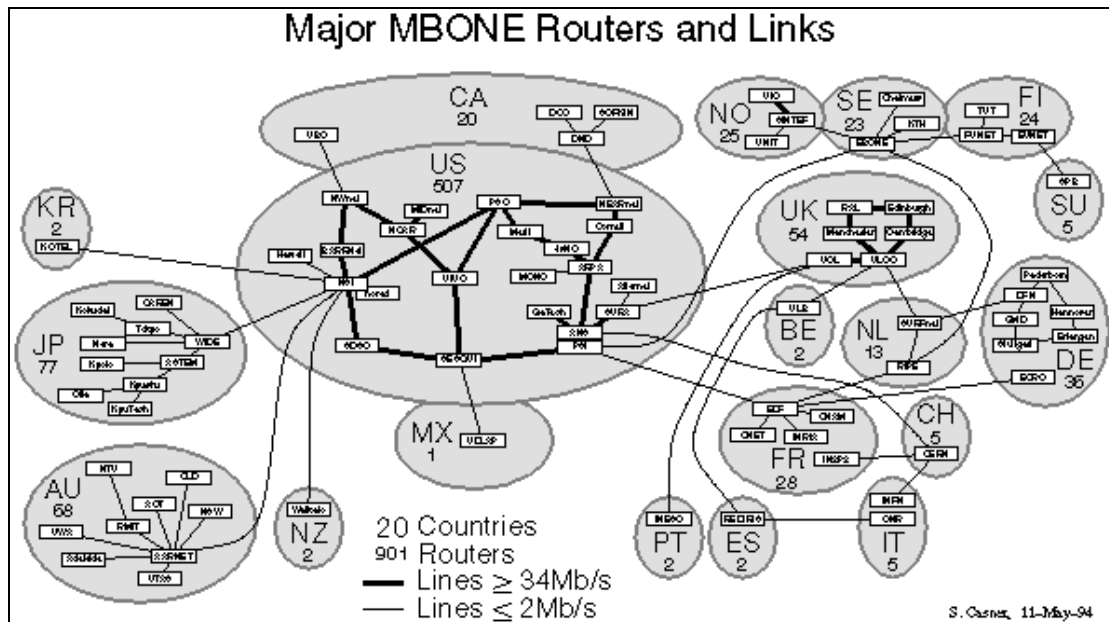
Περίπου 1700 δίκτυα (σε περίπου 20 χώρες) είναι στο MBONE σήμερα, πράγμα που σημαίνει ότι έχει το μέγεθος που περίπου είχε το Internet το 1990. Δυστυχώς, όμως δεν υπάρχει ασφαλής τρόπος για να εκτιμήσουμε πόσοι ακριβώς άνθρωποι έχουν πρόσβαση στο MBONE. Στο σχήμα 3.1 που ακολουθεί απεικονίζεται γραφικά η ανοδική πορεία που ακολουθεί το MBONE τα τελευταία χρόνια.



Σχήμα 3.1 Η ανοδική πορεία του MBONE τα τελευταία χρόνια.

2.3 Τοπολογία του MBONE

Μέσα σε μία περιοχή, η τοπολογία του Mbone θα είναι ένας συνδυασμός από mesh και star: το backbone και τα regional (ή μεσαίου επιπέδου) networks θα σχετίζονται μέσω a mesh of tunnels μεταξύ mouted μηχανές τοποθετημένες κυρίως στα σημεία επικοινωνίας των backbones και regionals. Μερικά εφεδρικά tunnels μπορεί να ρυθμιστούν με υψηλότερες μετρικές για robustness. Τότε κάθε regional network θα έχει μία ιεραρχία star κρεμάμενο από τον κόμβο του mesh για να συνδέεται με άλλα customer networks που θέλουν να συμμετέχουν.



Μεταξύ περιοχών υπάρχουν συνήθως μόνο ένα ή δύο Tunnels, που κατά προτίμηση τερματίζονται στο κοντινότερο σημείο στο Mbone Mesh.

Προϋποθέσεις και απαιτήσεις συμμετοχής

Ο κύριος λόγος που υπάρχει η Mbone e-mail λίστα είναι να συντονίσει τα Top levels της τοπολογίας. Αυτό θα είναι ένα project συνεργασίας που θα συνδυάζει την κατακευματημένη γνώση των συμμετασχόντων. Η ιδέα είναι ότι όταν θέλει κάποιο regional network να συμμετάσχει θα πρέπει να κάνουν μία αίτηση στην λίστα και τότε οι συμμετέχοντες στους "κλειστούς" κόμβους θα απαντήσουν και θα συνεργαστούν στο να ρυθμίσουν τα τέρματα των συγκεκριμένων tunnels. Πολλές φορές σπάει ένα υπάρχον tunnel για να μπει ένας καινούργιος κόμβος πράγμα που σημαίνει ότι τρία sites θα πρέπει να συνεργαστούν.

Για να γνωρίσουμε ποιοι κόμβοι είναι κλειστοί θα απαιτηθεί γνώση του Mbone Logical map και του underlying physical network topology. Για παράδειγμα η φυσική τοπολογία του T3 NSFnet backbone χάρτη συνδυασμένη με τη γνώση των network providers για την τοπική τους τοπολογία.

Σε ένα regional network, οι ιδιοκτήτες του μπορούν ανεξάρτητα να διαχειριστούν την ιεραρχία του tunnel funout σε συνδυασμό με τους τελικούς χρήστες. Νέα end-user network για να συνδεθούν θα επικοινωνούν με τον Network Provider άμεσα και όχι με το Mbone list.

Υπολογιστική δύναμη

Χρειάζεται αρκετή υπολογιστική ισχύ για να χειριστεί κανείς το multicast IP. Σήμερα, λογισμικό για multicasting, δηλαδή τα εργαλεία που χρειαζόμαστε για τη μετακίνηση, κωδικοποίηση, αποσυμπίεση και χειρισμό των multicast πακέτων είναι διαθέσιμο μόνο για ισχυρούς Unix σταθμούς εργασίας εταιριών όπως η Sun, η Dec, η HP, η IBM και η Silicon Graphics.

Όμως, η κατάσταση αλλάζει. Εργαλεία για multicasting αρχίζουν να διατίθενται και για το Linux, λειτουργικό που όπως γνωρίζουμε τρέχει σε απλά PCs. Έτσι λοιπόν

αφού εργαλεία για MBONE μπορούν να τρέξουν σε PCs με Linux, είναι μάλλον θέμα χρόνου να κυκλοφορήσουν αντίστοιχα εργαλεία για PCs με Windows ή Macs.

Υλικό

Οι απαιτήσεις σε υλικό εξαρτώνται από τη συμμετοχή που επιθυμεί να έχει κανείς στο MBONE. Για να ακούσει κανείς ένα γεγονός στο MBONE αρκεί ένας κοινός Unix σταθμός εργασίας, ένα PC που τρέχει Windows ή ένας Mac αρκεί. Για να στείλει κανείς ήχο, απαιτείται σίγουρα ένα μικρόφωνο, μαζί με υλικό ήχου. Βέβαια, υλικό ειδικό για ήχο υπάρχει σχεδόν στα περισσότερα PCs, Macs και Unix σταθμούς εργασίας. Για να στείλει κανείς βίντεο απαιτείται ακριβότερος εξοπλισμός. Απαραίτητα είναι μία κάρτα frame grabber, εξοπλισμός που δεν υπάρχει σε κάθε PC, Mac ή Unix σταθμό εργασίας. Παρόλα αυτά σίγουρα δεν πρόκειται για πολύ εξεζητημένο και ακριβό εξοπλισμό.

Ικανότητα multicast

Multicast hosts

Εάν κάποιος σταθμός εργασίας ξέρει μόνο να χειρίζεται unicast πακέτα, πρέπει να προστεθεί ειδικό λογισμικό στον πυρήνα του πριν καταφέρει να χειριστεί multicasting. Οι IP multicasting επεκτάσεις επιτυγχάνονται μέσω patches που υπάρχουν για τα περισσότερα είδη Unix σταθμών εργασίας.

Οι πλατφόρμες για τις οποίες το πρόγραμμα είναι διαθέσιμο είναι:

Machine	Operating System
Sun Sparc	SunOS 4.1.1,2,3
Vax or Microvax	4.3+ or 4.3-tahoe
Decstation 3100,5000	Ultrix 3.1c, 4.1, 4.2a
Silicon Graphics	All ship with multicast

Τα Macs υποστηρίζουν multicast με μία πρόσφατη έκδοση του Mac-TCP.

Multicast δρομολόγηση

Δρομολόγηση σημαίνει η μετάβαση από το ένα δίκτυο στο άλλο μέχρι να φτάσουμε στο τελικό προορισμό. Το πιο γνωστό πρόβλημα είναι ότι στο μεγαλύτερο κομμάτι του Internet δρομολογείται μόνο unicast κίνηση. Έτσι για να σταλεί multicast κίνηση σε άλλα δίκτυα, πρέπει να κοροϊδέψουμε τους routers έτσι ώστε να πιστέψουν ότι στέλνουν unicast κίνηση πράγμα που γίνεται με τη βοήθεια των γνωστών μας mouted και των tunnels.

Απαιτήσεις σε εύρος ζώνης (bandwidth)

Οι άνθρωποι που ανέπτυξαν το MBONE υπολόγισαν ότι η συνολική κατανάλωση σε bandwidth του MBONE θα πρέπει να είναι σε ένα μέγιστο των 500 KBps. Αν η δικτυακή σύνδεση ενός site είναι μέσω μιας γραμμής T1 (1.5 MBps), το site αυτό μπορεί να συμμετάσχει πλήρως στα γεγονότα του MBONE. Μια σύνδεση T1 είναι

ίσως η ελάχιστη σύνδεση που πρέπει να έχει κανείς αν επιθυμεί πλήρη συμμετοχή. Λέγοντας πλήρη συμμετοχή εννοούμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε οποιοδήποτε αριθμό ταυτόχρονων γεγονότων αλλά και να συμμετέχουμε σε οποιοδήποτε αριθμό από υπάρχοντα γεγονότα. Φυσικά η δημιουργία των γεγονότων πρέπει να περιορίζεται από τις γνωστές δυνατότητες του MBONE, δηλαδή τη συνολική χωρητικότητα των 500 KBps.

Αν ένα site έχει μια πιο αργή σύνδεση δεν σημαίνει ότι αποκλείεται από το MBONE. Μια από τις πιο συνηθισμένες ερωτήσεις σχετίζεται με τις ISDN συνδέσεις που προσφέρουν καλή σχέση τιμής / bandwidth. Μπορεί ένα site να εκμεταλλευτεί την ISDN σύνδεσή του για να συμμετάσχει σε γεγονότα στο MBONE; Η απάντηση είναι ναι, αρκεί να υπάρχει pruning υποστήριξη. Τέλος υπάρχουν μέθοδοι παρακολούθησης ένα μέρος των γεγονότων για εξοικονόμηση εύρους.

2.4 Παροχή MBONE

Σε περίπτωση που κάποιος επιθυμεί να λάβει MBONE κυκλοφορία, πρέπει να πάρει την αντίστοιχη παροχή από τον παροχέα του δικτύου. Όταν ο παροχέας δικτύου δεν συμμετέχει στο MBONE τότε είναι δυνατό να πάρουμε παροχή από κάποιο άλλο site, αλλά πριν γίνει αυτό θα χρειαστεί η έγκριση του παροχέα, ο οποίος κανονικά δεν πρέπει να έχει πρόβλημα.

Εργαλεία λογισμικού

Από τη στιγμή που ο σταθμός εργασίας έχει την ικανότητα να στέλνει και να λαμβάνει multicast πακέτα, το επόμενο βήμα που πρέπει να κάνει κανείς για να συμμετέχει στο MBONE είναι η συλλογή των εργαλείων λογισμικού που απαιτούνται. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από εργαλεία λογισμικού που μπορεί να βρει κανείς. Χωρίζονται σε οχτώ κατηγορίες. Παρακάτω θα παρουσιαστούν τόσο οι κατηγορίες όσο και τα κυριότερα εργαλεία.

Multicast routing εφαρμογές

Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι το γνωστό μας mrouted και το Pimd που είναι ένας PIM multicast routing daemon.

Εργαλεία διαχείρισης συνόδων

Μερικά από τα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι:

- *Session directory (SD)*: Το Session Directory (SD) είναι ένα ηλεκτρονικό περιοδικό που δείχνει τα τρέχοντα, αλλά και τα μελλοντικά γεγονότα του MBONE και που σου παρέχει την δυνατότητα να συμμετάσχεις σε αυτά. Όλα αυτά είναι δυνατά χάρη στην υποστήριξη του Internet Group Management Protocol (IGMP) από το SD.
- *SDR*: Το SDR έχει επεκτείνει το πρότυπο του SD κατά πολλούς τρόπους, και παρέχει δυνατότητες συνδιάσκεψης και αναζήτησης συνόδων.

Εργαλεία εικόνας

Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι τα: *Ivs*, *Network video (NV)*, *ViC*, *Rendez-vous* τα οποία προσφέρουν δυνατότητες τηλεδιάσκεψης και συνδιάσκεψης.

Εργαλεία ήχου

Τα κυριότερα εργαλεία αυτής της κατηγορίας είναι:

- *Visual audio tool (vat)*: Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιείται για την αποστολή και λήψη ήχου μέσω του MBONE και παρέχει δυνατότητα κρυπτογράφησης ηχητικών μηνυμάτων.
- *Robust Audio Tool (RAT)*: Το RAT είναι ένα εργαλείο σχεδιασμένο για να επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να συνομιλούν πάνω από το MBONE. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο RTP.
- *NeVoT*: Το NeVoT (Network voice terminal) είναι ένα ακόμα πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για ανοιχτή ηχοσυνδιάσκεψη.
- *FreePhone*: Το FreePhone είναι ένα εργαλείο για υψηλής ποιότητας ήχο πάνω από το Internet. Υλοποιεί το RTP. Διαχειρίζεται πολλαπλές unicast και multicast συνόδους.

Άλλα εργαλεία

- *Whiteboard (wb)*: Το wb χρησιμοποιείται συνήθως σαν ένα οπτικό βοήθημα κατά τη διάρκεια βίντεο διαλέξεων στο MBONE.
- *NTE*: Το NTE είναι ένας διαμοιραζόμενος διορθωτής κειμένου.
- *MultiMon*: Το MultiMon είναι ένα εργαλείο video συνδιάσκεψης το οποίο συλλέγει, οργανώνει και παρουσιάζει την IP κίνηση που περνά από τον MultiMon server.
- *Mpoll*: Το Mpoll είναι ένα εργαλείο που δημιουργεί σε πραγματικό χρόνο ερωτήσεις σε μια MBONE διάσκεψη, συλλέγοντας και παρουσιάζοντας παράλληλα γραφικά τα αποτελέσματα.

Εμπορικά προγράμματα

Υπάρχουν αρκετά εμπορικά προγράμματα τα οποία υποστηρίζουν μετάδοση εικόνας, ήχου και φωνής, αλλά ελάχιστα από αυτά συνεργάζονται σωστά με το MBONE. Το πιο γνωστό από αυτά είναι το CU-SeeMe.

Διαχείριση

Διαχείριση αιτήσεων επέκτασης του MBONE

Ο κύριος λόγος δημιουργίας των e-mail lists για το MBONE ήταν ο συντονισμός των υψηλότερων επιπέδων της τοπολογίας (Το mesh των συνδέσεων μεταξύ των backbone και των τοπικών δικτύων). Ο συντονισμός πρέπει να είναι προϊόν συνεργασίας μεταξύ των συμμετεχόντων. Ο στόχος είναι όπως προαναφέρθηκε να αποφευχθεί η επιφόρτιση της ευθύνης του σχεδιασμού και της διαχείρισης της τοπολογίας σε κάποιον ατομικά.

Ο σκοπός του μοντέλου είναι η εδραίωση μίας διαδικασίας ως εξής : Ένα τοπικό δίκτυο για να εκδηλώσει ενδιαφέρον για συμμετοχή πρέπει να υποβάλει μία αίτηση στη κατάλληλη λίστα. Κατόπιν οι συμμετέχοντες στους γειτονικούς κόμβους θα απαντήσουν και θα συνεργαστούν στο στήσιμο του κατάλληλου tunnel. Μερικές φορές η πιο ενδεδειγμένη λύση για να κρατηθεί χαμηλά το fanout είναι να σπάσει ένα υπάρχον tunnel και τη θέση του να πάρει ένας κόμβος, με αποτέλεσμα να απαιτείται η συνεργασία τριών sites ώστε να στηθούν τα tunnels.

Διαχείριση αιτήσεων δημιουργίας ενός γεγονότος στο MBONE

Υπάρχει ένα άνω όριο στο μέγεθος της πληροφορίας που μπορεί να διακινηθεί στο σύνολο του MBONE : 500 KBPS. Το MBONE στην καλύτερη θεωρητική περίπτωση δεν μπορεί να διαχειριστεί παραπάνω από τέσσερα ταυτόχρονα sessions βιντεοσυνδιάσκεψης ή οκτώ sessions ήχου. Μέχρι τώρα λόγω και του μικρού σχετικά μεγέθους του MBONE δεν υπήρξαν σοβαρά προβλήματα. Παρόλα αυτά είναι σαφές ότι το MBONE έχει πεπερασμένη χωρητικότητα.

Οι περιορισμένοι πόροι του MBONE επιβάλλουν τη συνεργασία των χρηστών με στόχο το διαμερισμό και την αξιοποίηση όσο το δυνατό καλύτερα των πόρων. Ο διαμερισμός σημαίνει ότι τα multicast γεγονότα πρέπει να προγραμματίζονται από πριν και να βρίσκεται τρόπος ώστε να αποφεύγονται οι συγκρούσεις με άλλα γεγονότα. Όπως προαναφέρθηκε για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται μία e-mail λίστα η rem-conf mailing list. Για να εγγραφεί κανείς σε αυτή τη λίστα πρέπει να στείλει e-mail στο rem-conf-request@es.net.

2.5Επίκαιρα Προβλήματα - Πιθανές Λύσεις

Η τεχνολογία του MBONE είναι δεν εγγυάται ότι με την υπάρχουσα υποδομή και την αύξηση των χρηστών και των απαιτήσεών τους δεν θα έχει προβλήματα. Αντίθετα τα πρώτα προβλήματα είναι ήδη εντοπισμένα και αποτελούν αντικείμενο προς έρευνα.

Υποστήριξη του multicast

Αυτή τη στιγμή το MBONE δεν είναι Plug and Play. Μέχρι ο αριθμός των χρήσεων της μεθόδου tunneling μειωθεί θα υπάρχουν πάντα περιορισμοί στην αυτόματη χρήση του MBONE. Η χρήση των tunnels απαιτεί ανθρώπινη μεσολάβηση και στις δύο άκρες, και μερικές φορές εβδομάδες ή μήνες μπορεί να περάσουν μεταξύ της στιγμής που μια τοποθεσία αποφασίζει να προχωρήσει στο MBONE και της στιγμής που η τοποθεσία αυτή θα μπορέσει να το χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά. Εκτιμάται όμως ότι αυτό το πρόβλημα θα λυθεί σταδιακά από μόνο του αφού θα εγκαθίστανται όλο και περισσότεροι πραγματικοί multicast routers.

Μετάβαση από το mrouterd σε φυσικούς multicast δρομολογητές

Ένα άλλο πρόβλημα προέρχεται από αυτή την μετάβαση από το mrouterd: χρησιμοποιώντας mrouterd, ωριμάζουμε συνηθίζοντας τα προοδευμένα χαρακτηριστικά του, όπως την υποστήριξη mtrace και pruning. Συγχρόνως, οι περισσότεροι φυσικοί multicast δρομολογητές δεν υποστηρίζουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Αν και οι multicast δρομολογητές τελικά θα ενσωματώσουν αυτά τα χαρακτηριστικά εάν αυτά αναληφθούν για mrouterd, αυτό δεν είναι το γεγονός σήμερα; σαν αποτέλεσμα, η ανάπτυξη μετώπου του φυσικού multicast δρομολόγησης έχει επιβραδυνθεί (έχει μειωθεί σε ταχύτητα).

Εύρος Ζώνης

Δυστυχώς, το πρόβλημα αυτό θα συνεχίσει να υπάρχει αλλά και να αυξάνεται συνεχώς όσο κρατώντας το ίδιο maximum bandwidth (500Kps) αυξάνονται οι χρήστες του δικτύου. Το αποτέλεσμα θα είναι η υπερφόρτωση του δικτύου και όσες παρενέργειες μπορούν να υπάρξουν από χρήση μη αρκετού εύρους.

Θέματα που προκύπτουν εξαιτίας της φύσης του Internet

Ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα χρησιμοποιώντας το MBONE είναι ότι έχει μια πιο τεχνική φύση. Συγχρόνως, τα πρωτόκολλα δικτύου του Internet δεν εξασφαλίζουν την απαραίτητη υποστήριξη που απαιτείται για real-time video. Αυτό σημαίνει ότι το MBONE δεν μπορεί να δουλέψει όσο καλά θα μπορούσε. Real time traffic απαιτεί ελάχιστες (μηδαμινές) καθυστερήσεις ανάμεσα στον πομπό και στον δέκτη και low packet loss. Το Internet, επί του παρόντος, δεν έχει τις δυνατότητες να εξασφαλίσει ότι η real-time traffic θα διανέμεται με μηδαμινές καθυστερήσεις και χαμηλούς ρυθμούς χασίματος (low loss rates). Ο ρυθμός χασίματος πακέτων επηρεάζει έντονα την ποιότητα εξυπηρέτησης την οποία μπορείς να πάρεις από το MBONE.

Μια μερική λύση αυτού του προβλήματος καλείται IPng ή IPV6. Η IPng (Internet Protocol, Next Generation) είναι η επόμενη έκδοση του IP πρωτοκόλλου και οι αρχές της έχουν ήδη υιοθετηθεί. Η μετάβαση στο νέο IP πρωτόκολλο αναμένεται να πραγματοποιηθεί στα επόμενα 10 χρόνια. Αυτό το νέο πρωτόκολλο θα εξασφαλίσει το MBONE μαζί με τα εφόδια που αυτό χρειάζεται για να υποστηρίξει την real-time traffic. Για να το κάνει αυτό, το νέο IP πρωτόκολλο θα είναι ικανό να προσδιορίζει τις ανάγκες της real-time traffic και έπειτα να λαμβάνει υπ' όψιν υπό θεώρηση όταν δρομολογεί τα διάφορα ήδη της κυκλοφορίας.

Ένα άλλο μέρος της λύσης αναμένεται ακόμη, ωστόσο. Στο μεταξύ, η δικτυακή έρευνα πραγματοποιείται πάνω στα σημαντικά ζητήματα που ακόμη βασανίζουν τις δυνατότητες της real-time traffic μας και IETF (Internet Engineering Task Force) ομάδες εργασίες που έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε να αναπτύξουν καθιερωμένα πρωτόκολλα που θα υποστηρίξουν real-time εξυπηρετήσεις στο Internet. Στο μέλλον, μπορούμε να αναμένουμε από αυτές τις ομάδες εργασίες να λύσουν τα προβλήματα που σχετίζονται με τέτοια θέματα όπως έλεγχος εισόδου (απορρίπτει μια απαίτηση αν οι τρεχούμενοι διαθέσιμοι πόροι δεν είναι επαρκείς) στην ταξινόμηση πακέτων και ουρά αναμονής (προγραμματίζοντας κάθε πακέτο για δρομολόγηση στην κατάλληλη σειρά προτεραιότητας).

Εργαλεία διαχείρισης του MBONE

Δεν μπορεί να πει κανείς ότι υπάρχει αναπτυγμένο λογισμικό που εγγυάται την πλήρη διαχείριση του MBONE σήμερα. Παρόλα αυτά διάφορα εργαλεία υλοποιούνται συνεχώς πράγμα που δείχνει ότι είναι θέμα χρόνου η δυνατότητα διαχείρισης του δικτύου μέσα από προγράμματα.

2.6 Θέματα Ασφάλειας

Προβλήματα που ανακύπτουν

Η εξασφάλιση του απορρήτου της επικοινωνίας από μη συμμετέχοντες χρήστες αποτελεί ένα σημαντικό μέρος που πρέπει να επιλυθεί. Γι' αυτό στις επικοινωνίες τα μηνύματα κρυπτογραφούνται με διάφορους αλγόριθμους. Επίσης η δυσκολία της αναγνώρισης του πραγματικού εκπομπού (ακόμα και αν έχει συμβεί IP spoofing) είναι ένα πρόβλημα που αυτή τη στιγμή λύνεται με τη χρήση ψηφιακών υπογραφών. Τέλος θα ήταν απαραίτητη η αποτελεσματική διαχείριση της πρόσβασης του καθένα (πχ. σε περίπτωση που κάποιος δεν θέλουν να λαμβάνουν ένα γεγονός). Αυτή τη στιγμή οι έλεγχοι αυτοί γίνονται από τους multicast routers. Επειδή όμως η φύση του δικτύου Internet στο οποίο βασίζεται αυτό το virtual network δεν υποστηρίζει

multicasting, δυστυχώς είναι πολύ δύσκολη η επιτυχία υπηρεσιών υψηλής αξιοπιστίας.

SKIP

Το IETF έχει υπό ανάπτυξη το SKIP (Simple Key-Management IP) το οποίο προσπαθεί να εξασφαλίσει ασφαλή μετάδοση δεδομένων στο Internet. Στα πλαίσια αυτού του έργου γίνεται προσπάθεια να λυθούν και προβλήματα στο multicasting και να παρέχονται οι εξής δυνατότητες:

- Τα νέα μέλη του group να μην μπορούν να έχουν γνώση της προηγούμενης πληροφορίας που έχει μεταδοθεί
- Τα μέλη να μπορούν να συνδέονται και να φεύγουν από το group όποτε το επιθυμούν
- Όταν κάποιο μέλος του group αποχωρήσει, να μην είναι δυνατό να παρακολουθεί πλέον τα δεδομένα που μεταδίδονται
- Να μη μεσολαβεί (αν αυτό είναι δυνατό) ένα trusted thirty party

2.7 Το MBONE στην Ελλάδα

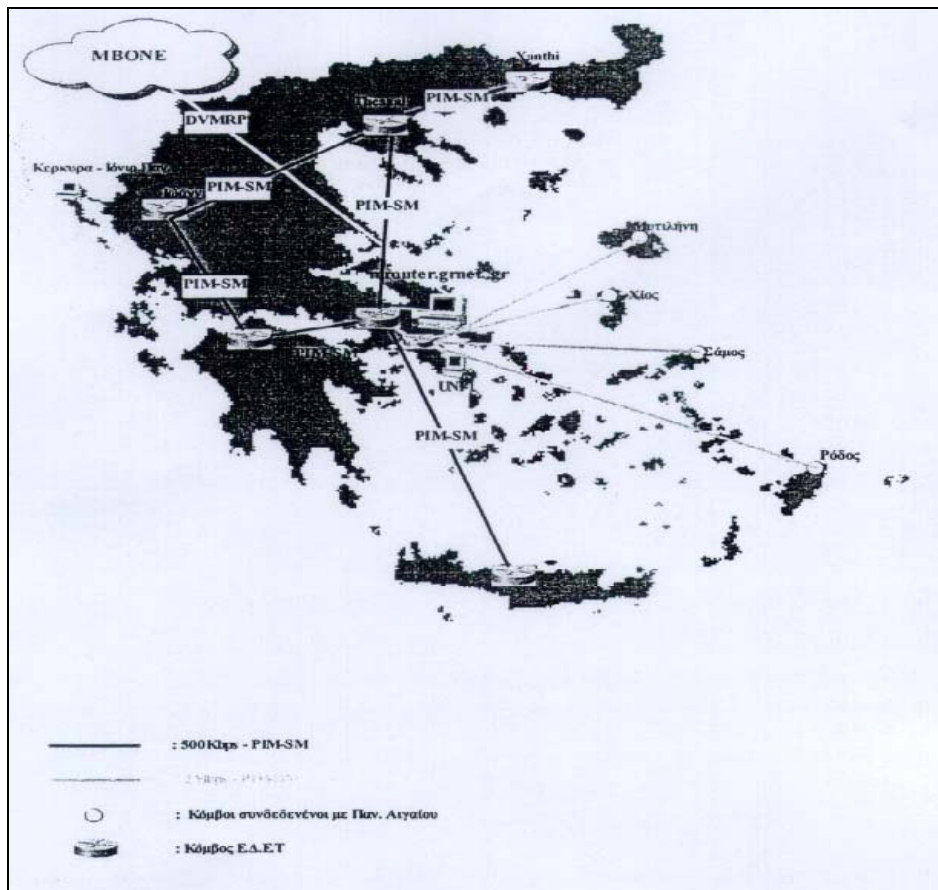
ΕΔΕΤ (GUNet)

Το ΕΔΕΤ είναι το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας για παροχή Internet υπηρεσιών στην ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα της χώρας. Σκοπός του ΕΔΕΤ είναι να διασυνδέει όλα τα Πανεπιστήμια και Ερευνητικά Κέντρα της χώρας καθώς και τα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης άλλων οργανισμών σε υψηλές ταχύτητες μετάδοσης και με αξιοπιστία ικανοποιώντας τις σύγχρονες απαιτήσεις για μετάδοση δεδομένων. Το ΕΔΕΤ σε συνεργασία με μεγάλο αριθμό πανεπιστημίων της χώρας μας ξεκίνησε το project της παροχής MBONE στην Ελλάδα.

Πρωτόκολλα δρομολόγησης

(1) Όσον αφορά στην επιλογή του πρωτοκόλλου δρομολόγησης, το GUNet πρέπει να ακολουθήσει μια ενιαία πολιτική, δεδομένου του προβλήματος της διαλειτουργικότητας των σχετικών πρωτοκόλλων. Η υιοθέτηση ενός πρωτοκόλλου αραιής δρομολόγησης είναι η πλέον ενδεδειγμένη λύση, λόγω του γεγονότος ότι επιβαρύνει λιγότερο τις γραμμές κορμού και είναι ευκολότερη η επέκτασή του δικτύου σε μεγαλύτερη κλίμακα. Επίσης θα πρέπει να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα τόσο με τα πρωτόκολλα δρομολόγησης του GUNet (π.χ. OSPF), όσο και με άλλα πρωτόκολλα πολλαπλής εκπομπής και κυρίως με το DVRMP που είναι το βασικό πρωτόκολλο δρομολόγησης του MBONE. Επίσης, για την μικρή επιβάρυνση των γραμμών κορμού πρέπει να είναι δυνατή η εξασφάλιση ότι η κίνηση πολλαπλής εκπομπής δεν θα μεταφέρεται πέρα από τα επιθυμητά σημεία του δικτύου και ο περιορισμός του διαθέσιμου εύρους για την μεταφορά πακέτων πολλαπλής εκπομπής από ένα συγκεκριμένο interface. Η κίνηση η οποία θα υπερβαίνει το όριο αυτό θα είναι δυνατό να απορρίπτεται αμέσως..

Στην Ελλάδα, στο ΕΔΕΤ, λόγω του ότι οι δρομολογητές στους κόμβους του, καθώς και στα περισσότερα ιδρύματα είναι Cisco, η τροφοδοσία από και προς τον υπόλοιπο κόσμο γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου PIM-SM. Εσωτερικά των ιδρυμάτων συνηθίζεται να υλοποιείται το πρωτόκολλο PIM-DM ή οποιοδήποτε πρωτόκολλο της αρεσκείας του κάθε ιδρύματος.



Τοπολογία “Ελληνικού MBONE” με χρήση πρωτοκόλλου PIM.

Τρόπος σύνδεσης με το MBONE στην Ελλάδα

Παροχέας MBONE στην Ελλάδα είναι είναι το ΕΔΕΤ (adm@grnet.gr). Εάν κάποιο ίδρυμα επιθυμεί να συνδεθεί επιλέγει ένα σύστημα στο οποίο θα οριστεί ένα tunnel με το ΕΔΕΤ και μέσω του οποίου (m-router) θα γίνεται παροχή κίνησης multicast στα υπόλοιπα συστήματα του ιδρύματος. Ενημερώνεται σχετικά το κέντρο δικτύου του ΕΜΠ ή αποστέλλεται μήνυμα στη λίστα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που έχει δημιουργηθεί για αυτά τα θέματα, mbone@grnet.gr. Με συνεννόηση αποφασίζεται αν θα οριστεί ένα tunnel από τον κεντρικό δρομολογητή multicast ή θα δοθεί κίνηση μέσω ενός ήδη συνδεδεμένου μέλους.

Τα γεγονότα στο MBONE

- Βασικά γεγονότα: οι εκπομπές των συναντήσεων της IETF. Σ’ αυτές τις συναντήσεις άνθρωποι από διάφορες ομάδες εργασίας συναντιούνται και ανταλλάσσουν απόψεις και λύσεις.
- Ερευνητικά γεγονότα: Στο Internet οι ερευνητές συχνά χρησιμοποιούν το MBONE για να ανταλλάξουν ιδέες και να εργαστούν με συναδέλφους σε απομακρυσμένους χώρους.
- Εκπαιδευτικά γεγονότα: Η εκπαιδευτική έρευνα ήταν πάντα πολύ δημοφιλής σε όλα τα κομμάτια του Internet και φυσικά το MBONE δεν αποτελεί εξαίρεση.

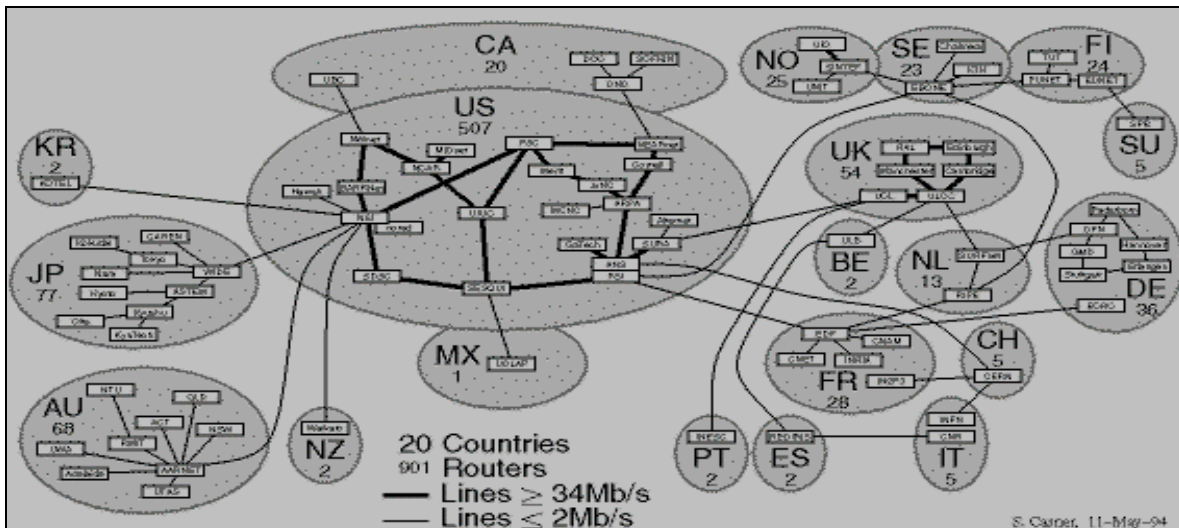
- Το JASON project: Διοργάνωση εκδρομών και επικοινωνία μαθητών-φοιτητών με επιστήμονες.
- Οι αποστολές των διαστημόπλοιων: παρακολούθηση αποστολών διαστημόπλοιων, διαστημικούς περιπάτους κλπ.
- Οι SUNergy εκπομπές: Μερικές φορές μια ομάδα ανθρώπων μοιράζονται κοινά ενδιαφέροντα, παρουσιάζουν μια σειρά σεμιναρίων για κάποιο θέμα και προσκαλούν άλλους ανθρώπους να τα παρακολουθήσουν.
- Μουσικά γεγονότα: Ζωντανές συναυλίες

Προβλήματα στους ISPs

Με εξαίρεση τους ISPs που προσφέρουν MBone συνδετικότητα, δεν υπάρχει διαλειτουργικότητα ανάμεσα στα multicasting δίκτυα που οι ISPs σχεδίασαν. Τα ιεραρχικά πρωτόκολλα δρομολόγησης για multicasting είναι σχετικά νέα και η τυποποίησή τους δεν έχει ολοκληρωθεί. Η δυνατότητα να εκτελέσουν πολιτικά βασιζόμενη δρομολόγηση ανάμεσα σε αυτοδύναμα συστήματα ή ανάμεσα σε περιοχές περίπου με τον ίδιο τρόπο που αυτό εκτελείται για unicast κυκλοφορία είναι μια βασική απαίτηση για Internet-wide multicasting ανάμεσα στους ISPs, αλλά η δουλειά για την κατανόηση των ζητημάτων και τον καθορισμό προτύπων για αυτή την δουλειά έχει μόλις αρχίσει.

2.8 Multicasting και MBONE

Το *Multicasting Backbone On the InterNEt* είναι ένα ιδεατό δίκτυο τοποθετημένο στην κορυφή τμημάτων του φυσικού Internet, που υλοποιεί τον *multicast* τρόπο μετάδοσης των πληροφοριών κάνοντας χρήση των πρωτοκόλλων IP “πολλαπλής εκπομπής”. Το IP πολλαπλής εκπομπής (*IP Multicasting*) παρέχει έναν αποδοτικό μηχανισμό για την εξοικονόμηση εύρους ζώνης στα κανάλια, διαχέοντας τα δεδομένα από μία πηγή σε πολλούς παραλήπτες παράλληλα. Η ικανότητα αυτή στοχεύει στην υποστήριξη προηγμένων εφαρμογών, όπως η τηλεδιάσκεψη (videoconferencing), ο κοινός χώρος εργασίας (whiteboard applications) και η από κοινού χρήση εφαρμογών (application sharing). Γενικά από το IP πολλαπλής εκπομπής εννοούνται εφαρμογές που η κίνηση των δεδομένων χαρακτηρίζεται από ροές τύπου πολλά-προς-πολλά (many-to-many) ή ένα-προς-πολλά (one-to-many). Το MBONE είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη διακίνηση και προσπέλαση διαλογικών πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο στο Internet. Η διανομή τέτοιων μέσων με έναν ευρείας κλίμακας τρόπο πάνω από δίκτυα μεταγωγής πακέτων, όπως το Internet, δεν ήταν εφικτή πριν εφευρεθεί και αναπτυχθεί το MBONE. Πρόκειται για μια πειραματική δομή που κατασκευάστηκε για την ανάπτυξη, εκλέπτυνση και βελτίωση των πρωτοκόλλων πολλαπλής αποστολής (multicast protocols) και εφαρμογών στο Internet. Στην αρχική του μορφή το MBONE παρουσιάστηκε ως η έκβαση των δύο πρώτων πειραμάτων της IETF-Internet Engineering Task Force, το 1992, κατά τα οποία ήχος και video από το site της IETF μεταδόθηκαν απευθείας - σε πραγματικό χρόνο - σε πολλούς προορισμούς σε όλο τον κόσμο.



Τοπολογία του MBONE (1994)

Το κάθε περιφερειακό δίκτυο ακολουθεί μία τοπολογία αστέρα, έχοντας όλα τα υποδίκτυα, που θέλουν να συμμετέχουν, να κρέμονται από τον κόμβο που συνδέεται στο πλέγμα του MBONE. Μεταξύ των ηπείρων υπάρχουν συνήθως ένα ή δύο tunnels τα οποία τερματίζονται στο κοντινότερο σημείο του πλέγματος του MBONE.

3. 6BONE

Το 6bone άρχισε ως ιδεατό δίκτυο (που χρησιμοποιεί IPv6 πέρα από να ανοίξει/την ενθυλάκωση IPv4) που λειτουργεί μέσω του IPv6-βασισμένου Διαδικτύου για να υποστηρίξει τη μεταφορά IPv6, και μεταναστεύει αργά στις εγγενείς συνδέσεις για τη μεταφορά IPv6.

Η αρχική εστίαση 6bone ήταν στη δοκιμή των προτύπων και τις εφαρμογές, ενώ η παρούσα εστίαση είναι περισσότερο στη δοκιμή της μετάβασης και των λειτουργικών διαδικασιών.

Το 6bone λειτουργεί κάτω από την εξεταστική κατανομή διευθύνσεων IPv6 (βλ. [RFC 2471](#)).

Υποτίθεται ότι θέλετε να ενώσετε το 6bone για να αποκτήσετε την πρόωρη εμπειρία με IPv6, και για να βοηθήσετε να γίνει το IPv6 το πρωτόκολλο Διαδικτύου επόμενης γενεάς. Αν και η κοινότητα 6bone είναι αρκετά μεγάλη και ενεργός, είναι ακόμα στα αρχικά στάδια της επέκτασης IPv6. Κατά συνέπεια θα πρέπει να διαβάσετε και να μάθετε πολύ, να πειραματιστείτε λίγο, ενδεχομένως να διορθώνετε τα νέα προγράμματα και τα πρωτόκολλα, και έτσι να είστε από τους πρώτους συμμετέχοντες της παγκόσμιας κοινότητας IPv6.

4Το IPv6 στα ασύρματα δίκτυα

Οι χειριστές δικτύων τρίτης γενιάς (3G) ελπίζουν να προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα των εφαρμογών και των υπηρεσιών στους πιθανούς χρήστες τους. Αυτό το μίγμα της κυκλοφορίας, το οποίο περιέχει παραδοσιακή φωνή, καθώς επίσης και μια σειρά υπηρεσιών, προσφέρει μερικές ενδιαφέρουσες προκλήσεις στις ομάδες προτύπων, στους προμηθευτές εξοπλισμού και στους εφαρμοστές δικτύων

Τα δίκτυα τρίτης γενιάς θα πρέπει να αντιμετωπίσουν ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων μετάδοσης της πληροφορίας. Ευρέως προβλέπεται ότι θα υπάρξει ένας πολλαπλασιασμός των τερματικών. Επίσης πολλές συσκευές θα είναι σε θέση να παρεμβάλουν μια 3G κάρτα σε αυτές για να τους επιτρέψουν μηχανή προς μηχανή επικοινωνία. Τα δίκτυα τρίτης γενιάς προσφέρουν επίσης την έννοια "πάντα" στην υπηρεσία. Έχει προταθεί ότι τα 3G θα επιτρέψουν στο κινητό Διαδίκτυο και πράγματι ότι η πρόσβαση από τα εκατομμύρια των ασύρματων συσκευών θα οδηγήσει τις μελλοντικές εξελίξεις στο Διαδίκτυο. Είναι σαφές ότι τα δίκτυα θα προσφέρουν μια σειρά των υπηρεσιών συμπεριλαμβανομένης της φωνής

Δεδομένου ότι η μη φωνητική κυκλοφορία αυξάνεται είναι πιθανό να μοιάσει με αυτής της κυκλοφορίας Διαδικτύου είναι bursty, ασυμμετρική και κατά ένα μεγάλο μέρος απρόβλεπτη, αν και οι προσπάθειες έχουν γίνει να διαμορφώσουν τη συμπεριφορά αυτού του τύπου κυκλοφορίας σύμφωνα με τα δίκτυα

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για να θεωρήσουμε ότι όλα τα IP των δικτύων ως μια εφαρμογή των μελλοντικών 3G δικτύων.

Αυτό το ψέμα στον τομέα της οικονομίας, της εφαρμοσμένης μηχανικής και του επιθυμητού του ανοίγματος της παροχής εφαρμογών και των υπηρεσιών καθώς επίσης και για να αποκτήσει πρόσβαση σε εκείνοι που υπάρχουν ήδη μέσα στο Διαδίκτυο

Το IPv6 προσφέρει ένα αριθμό των αυξήσεων άνω των IPv4 που βοηθούν στην εισαγωγή του 3G στα δίκτυα. Ο προφανέστερος αυτοί είναι το εκτεταμένο διάστημα διευθύνσεων. Υπάρχουν επίσης αυξήσεις που επιτρέπουν την κινητικότητα

Εντούτοις η εκτεταμένη επικεφαλίδα σημαίνει ότι προσεκτική προσοχή πρέπει να δοθεί στη φασματική αποδοτικότητα. Είναι επομένως πιθανό ότι η διάβαση της IP πέρα από τη διαπροσωπεία αέρα είναι πιθανό να είναι στην τελική φάση μιας όλα εφαρμογής IP.

Μέσα στο ραδιο δίκτυο accesss, οι προοπτικές για την IP που γίνεται το πρωτόκολλο μεταφορών για τη φωνή και στοιχίσα είναι καλές.

Είναι λιγότερο σίγουρο ότι η διαχείριση κινητικότητας από την άποψη των διάφορων παραδόσεων είναι επιτεύξιμη στα απαραίτητα πρότυπα στο εγγύς μέλλον

ICMPv6 Πρωτόκολλο Ελέγχου Μηνύματος Έκδοση 6

Το πρωτόκολλο Διαδικτύου, έκδοση 6 (IPv6) χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο μηνυμάτων ελέγχου Διαδικτύου (ICMP) όπως καθορίζεται για IPv4 [RFC 792], με διάφορες αλλαγές οι οποίες κάνουν τις καινούργιες και τις παλιές εκδόσεις του ICMP **incompatible**. Το προκύπτον πρωτόκολλο καλείται ICMPv6, και έχει μια επόμενη αξία Επικεφαλίδων IPv6 58.

Το ICMP όπως καθορίζεται σε RFC 792, είναι ένα κομμάτι της IP που χειρίζεται τα μηνύματα επιπέδων σφάλματος και συστημάτων και τα στέλνει στην προσφερόμενη πύλη ή στο ξένιο(host) Υ/Π. Χρησιμοποιεί τη βασική υποστήριξη της IP σαν ήταν ένα πιο υψηλό επίπεδο πρωτοκόλλου. Εντούτοις, το ICMP είναι πραγματικά ένα ακέραιο κομμάτι της IP, και πρέπει να εφαρμοστεί από κάθε IP ενότητα. Μηνύματα στέλνονται σε διάφορες καταστάσεις π.χ. όταν δεν φθάνει ένα διάγραμμα δεδομένων στους προορισμούς του ή όταν μια πύλη αποτυγχάνει να διαβιβάσει το διάγραμμα(συνήθως λόγω μη επαρκούς αποθηκευτικής ικανότητας της πύλης)

Το ICMPv6 χρησιμοποιείται από τους κόμβους του IPv6 για να εκθέσει τα σφάλματα που αντιμετωπίζονται στα πακέτα επεξεργασίας, και για να εκτελέσουν άλλες στρώματος- Διαδικτύου λειτουργίες, όπως η διάγνωση και η αναφορά πολλαπλής διανομής ιδιότητα μέλους.

IGMv6

Το IGMP, όπως καθορίζεται στο RFC 1112, αναπτύχθηκε για τους ξένιους H/Y στα πολλαπλής πρόσβασης δίκτυα για να καθοδηγήσει τους τοπικούς δρομολογητές για τις πληροφορίες ιδιότητας μέλους ομάδας. Αυτό γίνεται από πολλαπλής διαδρομής IGMP ξένιων H/Y τις εκθέσεις ιδιότητας μέλους ξένιου. Οι πολλαπλής διανομής δρομολογητές αφουγκράζονται αυτά τα μηνύματα και μπορούν έπειτα ανταλλάσσουν πληροφορίες ιδιότητας μέλους ομάδας με άλλους πολλαπλής διανομής δρομολογητές, που επιτρέπουν στα δέντρα διανομής για να διαμορφωθούν για να παραδώσουν τα πολλαπλής διανομής διαγράμματα δεδομένων.

Υπήρξαν μερικές επεκτάσεις, γνωστές ως IGMP έκδοση 2, που αναπτύχθηκαν και που εκδόθηκαν στις πιο πρόσφατες εκδόσεις της πολλαπλής διανομής IP για να περιλάβουν τα ρητά μηνύματα άδειας για τη γρηγορότερη περικοπή και τα πολλαπλής διανομής μηνύματα traceroute.

IPv6 over ATM

Στο παρακάτω κείμενο παρουσιάζεται ένα πρωτόκολλο Internet το IPv6 πάνω από τον ασύγχρονο τρόπο μετάδοσης (ATM) που ονομάζεται εξομοιωτής (SIANET). Το SIANET προσφέρει ένα δικτυακό εργαλείο με ένα γραφικό Interface. Αν και ο ασύγχρονος τρόπος μετάδοσης έχει γίνει αποδεκτός ως μια υποσχόμενη τεχνολογία, στα δίκτυα ευρείας περιοχής, στα τοπικά δίκτυα και τα Μητροπολιτικά δίκτυα, υπάρχει ένας δισταγμός όσον αφορά την αποδοχή του. Λόγω της εξάπλωσης του Internet και της εμφάνισης νέων πρωτοκόλλων που βοηθούν τη χρήση υπηρεσιών με υψηλό εύρος ζώνης η επιτυχία του ATM είναι αβέβαια. Η πρόοδος που παρατηρήθηκε στο Ip και εξελίχθηκε στο IPv6 παρεκκλίνει το ATM από τους αρχικούς σκοπούς του. Εντούτοις η δύναμη της τεχνολογίας του ATM ακόμα ελκύει και είναι ενδιαφέρον να δούμε πως οι καινούργιες ιδιότητες του IPv6 θα συνδυαστούν με το ATM. Για παράδειγμα όπου οι τεχνικές όπως η εξομοίωση

τοπικών δικτύων και το κλασικό IP πάνω από ATM δεν χρησιμοποιούν όλα τα πλεονεκτήματα του ATM, η εισαγωγή του Ipv6 μπορεί να υπερνικήσει αυτό το γεγονός. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο Ipv4 και το Ipv6. Συγκεκριμένα στα περιβάλλοντα IP πάνω από ATM που χρησιμοποιούν μοντέλα ανώτερου επιπέδου μια διαφορά στη προσαρμογή του IP στα ATM δίκτυα έγκειται στο γεγονός ότι η ανάλυση της διεύθυνσης προέρχεται από το ίδιο το Ipv6 αντίθετα με την περίπτωση του Ipv4 όπου η ανάλυση της διεύθυνσεως γίνεται από βοηθητικό πρωτόκολλο. Έτσι στην περίπτωση του Ipv4, διαφορετικές μέθοδοι ανάλυσης – όπως το ARP ή ATMARP- μπορεί να χρησιμοποιηθούν για διαφορετικές τεχνολογίες δικτύων. Στο δεύτερο επίπεδο το Ipv6 υποτίθεται ότι είναι μια δικτυακή τεχνολογία εκπομπής χωρίς σύνδεση. Παρόλο που αυτό συμβαίνει όταν το Ethernet χρησιμοποιείται σαν θεμελιώδης τεχνολογία δικτύων, η ίδια υπόθεση δεν είναι αληθής όταν χρησιμοποιείται το ATM. Έτσι όταν χρησιμοποιείται η τεχνολογία ATM είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούμε ένα επίπεδο εισαγωγής ανάμεσα στο τρίτο και το δεύτερο επίπεδο το οποίο να προσομοιώνει ένα περιβάλλον εκπομπής χωρίς σύνδεση να χρησιμοποιείται από το Ipv6. Αυτό ενεργοποιεί το Ipv6 να ικανοποιήσει λειτουργία όπως η ανακάλυψη του γείτονα (Neighbor Discovery) ανακάλυψη δρομολογητή (Router Discovery) και τη ρύθμιση της διεύθυνσης. Ο σκοπός των επεκτάσεων του MAR που αναπτύχθηκε για το Ipv6 πάνω από το ATM (MEDIA) είναι να μελετήσει νέους αλγόριθμους του Ipv6 πάνω από το ATM, περισσότερο εξειδικευμένους σε πολύ μεταδιδόμενες περιοχές όχι μόνο για ένα προς – πολλά – σημεία συνδέσεις αλλά επίσης για πολλά προς – πολλά – σημεία συνδέσεις. Προς το παρόν, η πλειοψηφία των εφαρμογών του διαδικτύου βασίζεται σε επικοινωνίες από σημείο σε σημείο. Η χρήση της πολυμετάδοσης έχει τυπικά περιοριστεί σε μικρά ή μεσαία δίκτυα. Η ευρεία χρήση του Internet αλλάζει την κατάσταση. Από την άλλη το ATM δεν παρέχει μια πολλά – προς – πολλά σημεία λειτουργικότητας που είναι μια τυπική λειτουργικότητα σε περιβάλλοντα LAN. Επιπλέον είναι αδύνατο να λάβουμε ATM κελιά από διαφορετικές πηγές χρησιμοποιώντας το AALS , γιατί το AALS δεν υποστηρίζει έναν αναγνωριστή όπως το AAL $\frac{3}{4}$ πολυπλεκτικής αναγνώρισης. Από την άλλη πλευρά με τη χρήση του AAL $\frac{3}{4}$ για να έχουμε συνδέσεις από πολλά σε πολλά σημεία θα ήταν απαραίτητο να αναπτυχθούν αλγόριθμοι για την ανάθεση διαφορετικών MID σε διαφορετικές πηγές. Υπάρχουν βέβαια, μερικοί αλγόριθμοι για την υλοποίηση της λειτουργίας από πολλά _προς – πολλά σημεία, αλλά οι προτάσεις για την ολοκλήρωση του IP Multicasting και ATM άρχισε να εμφανίζονται , μόνο τα τελευταία δυο χρόνια. Το IP πολλαπλής εκπομπής μπορεί να ενισχυθεί από την Ipv6 τεχνολογία και τις καινούργιες εκδόσεις του ATM.

IPMulticasting over ATM

Αυτή η εργασία δίνει πρακτικές πληροφορίες μαζί και θεωρητικό υπόβαθρο πάνω σε αποφάσεις σχεδίασης στο Multicube project για βαθμιαία και αξιόπιστη υπηρεσία πολυμετάδοσης διευκολύνοντας το πολυμεσικό διαδίκτυο των πραγματικών χρηστών πάνω από το πιλοτικό Ευρωπαϊκό ATM. Η πολυμετάδοση της IP χαρτογράφησης σκοπεύει να εκτελεστεί με τη χρήση της ενός εξυπηρετητή με μειωμένη ανάλυση διεύθυνσης προσφέροντας μια εξειδικευμένη πολυμετάδοση LIS μαζί με το ATM LAN . Η επίτευξη αυτής της επιλογής αποδεικνύεται μερικώς από πρακτικά πειράματα μέσω της προσομοίωσης . Οι εφαρμοστές των δεδομένων για CSCW σενάρια εξαρτώνται από μια αξιόπιστη μετάδοσης πληροφορίας. Το επιλεγμένο Χψ του πολυκυβικού Project, δηλαδή για χ εφαρμογή διαμεριζόμενου εργαλείου βοηθά στη μελέτη των αξιόπιστων υπηρεσιών πολυμετάδοσης που παρέχονται από τα πρωτόκολλα MTP, RMP, και SRM. Πως θα μπορούσαν οι

εφαρμογές να χρησιμοποιήσουν την πολυσημειακή (Multipoint) λειτουργικότητα που προσφέρεται από το ATM; Η διαλειτουργικότητα μέσω των εργασιών του διαδικτύου και η χρήση των υπάρχουσων εφαρμογών προτείνει τη χρήση της IP πολυμετάδοσης πάνω από το ATM. Αυτό, παρόλα αυτά, απαιτεί επιπρόσθετες χαρτογραφήσεις και αναλύσεις διευθύνσεων. Η εργασία συζητά τις εναλλακτικές λύσεις και τους λόγους της πρόσφατης απόφασης για το πολυκυβικό Project. Ο στόχος του πολυκυβικού αυτού Project είναι να αναπτύξει, να δοκιμάσει και να αξιολογήσει την πολυμετάδοση που βασίζεται στο ATM. Για την υποστήριξη των CSCW εφαρμογών. Είναι ένα δοκιμαστικά στρεφόμενο Project μαζί με την συμμετοχή των τελικών χρηστών από αεροναυτική Βιομηχανία. Η πλειοψηφία των δικών τους εφαρμογών πολυμετάδοσης βασίζονται πάνω στο IP.

Η IP πολυμετάδοση ωριμάζει γρήγορα. Προς στιγμή υποστηρίζει Τηλεσυνεδριάσεις. Τηλεδιδασκαλία και εικονικές συναντήσεις. Περιλαμβάνει περισσότερες πολύπλοκες CSCW εφαρμογές οι οποίες επεκτείνονται σε όλη την υδρόγειο, όπως η κατανενημένη προσομοίωση, διαδραστικά CAD.

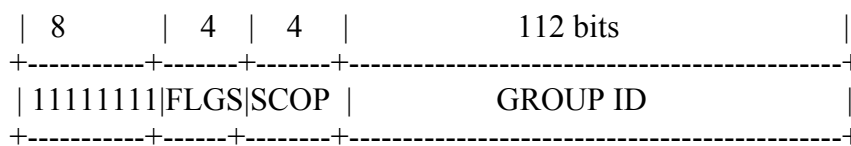
Το κατώτερο επίπεδο εργασίας του διαδικτύου τείνει να ενσωματωθεί με τεχνολογίες giga bit που αναπτύσσοντας το ATM στα τοπικά και ευρείας περιοχής δίκτυα. Προς το παρόν, η συνδεσιμότητα του ATM είναι συγκεντρωμένη κυρίως στις απαιτήσεις των χρηστών. Επομένως αυτές οι νησίδες αντιμετωπίζονται σαν λογικά υποδύκτια IP. Μια από τις βασικές διαφορές σε σχέση με το Multicasting είναι στα διαφορετικά σχήματα διευθυνσηοδότησης σε LAN με ενσωματωμένες δυνατότητες εκπομπής και δίκτυα ATM χωρίς αυτή την υπηρεσία. Οι μηχανισμοί διευθυνσηοδότησης, στο διαδίκτυο και γενικά στα IP υποδίκτυα κάνουν χρήση της διαθεσιμότητας κοινών επιπέδων οποιουδήποτε ζεύγους σταθμών μέσα στο χώρο διευθύνσεων του IP υποδικτύου (όλα τα hub, γέφυρες, διακόπτες κ.λ.π. είναι αόρατη). Αυτό το χαρακτηριστικό δεν δημιουργεί σοβαρά προβλήματα για την ανάλυση της διεύθυνσης σε πρότυπα υποδίκτυα IP όπως το Ethernet. Οι αιτήσεις το Address Resolution Protocol (ARP) εκπέμπονται, μια λειτουργία η οποία είναι φτηνή και φυσική για όλα τα δίκτυα.

Από την άλλη σε ένα περιβάλλον ATM οι διακόπτες παίζουν ένα πιο εμφανή ρόλο. Το μοντέλο εξυπηρετητή ATM είναι προσανατολισμένο στη σύνδεση. Η εκπομπή δεν είναι μια φυσική διαδικασία και επομένως η ανάλυση της διεύθυνσης καθίσταται ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα για το IP Multicasting over ATM. Το IP Multicasting χρησιμοποιεί μια ειδική Multicast διεύθυνση που προέρχεται από το δεσμευμένο χώρο διευθύνσεων κλάσης D. Ο ξένιος στέλνει μια πολλαπλής εκπομπής ροή και αυτή τη διεύθυνση και συνδέει τον εαυτό του με αυτή την διεύθυνση στο πλησιέστερο πολλαπλής εκπομπής δρομολογητή για να δεχθεί τη ροή. Η διαδικασία της σύνδεσης με το πολλαπλής εκπομπής γκρουπ αρχίζει από τον αποδέκτη NBMA πολλαπλής εκπομπής οργανώνεται δια μέσου της εγκαθίδρυσης μιας σύνδεσης από τους αποστολείς στους παραλήπτες. Ένα συγκεκριμένο είδος σύνδεσης ενός – σε πολλά – σημεία προσδιορίζεται στο UNI 3.1 για Multicast. Ωστόσο η σύνδεση με ένα γκρουπ πολλαπλής εκπομπής είναι δυνατή μόνο μέσου του δρομολογητή της σύνδεσης ενός σε πολλά σημεία δηλαδή ο δρομολογητής πρέπει να γνωρίζει όλες τις διευθύνσεις NSAP για όλους τους αποδέκτες.

Multicast

Το IPv6 περιλαμβάνει τη δυνατότητα της διευθυνσιοδότησης ενός προκαθορισμένου συνόλου interfaces μέσω μίας και μόνο *multicast* διεύθυνσης. Ένα πακέτο που φέρει *multicast* διεύθυνση θα πρέπει να παραδοθεί σε όλα τα μέλη της *multicast* ομάδας.

Μια *multicast* διεύθυνση έχει την παρακάτω μορφή:



Σχ. 15 Η δομή της multicast διεύθυνσης

Προς το παρόν το πεδίο των *Flag* αποτελείται από 3 μηδενικά ακολουθούμενο από:

- 0 αν πρόκειται για *μόνιμα προσδιορισμένη διεύθυνση*, η οποία έχει ανατεθεί από την “αρχή διευθύνσεων” του internet.
- 1 σε διαφορετική περίπτωση (*μη μόνιμη ή μεταβατική multicast* διεύθυνση).

Η τιμή του πεδίου βεληνεκούς (*scope*) χρησιμοποιείται για να περιορίσει το μέγεθος της ομάδας *multicast*. Οι τιμές του είναι:

0 (Δεσμευμένο)	4 (Μη ανατεθέν)	8 Τοπικό οργανισμού	12 (Μη ανατεθέν)
1 Τοπικό κόμβου	5 Τοπικό site	9 (Μη ανατεθέν)	13 (Μη ανατεθέν)
2 Τοπικό σύνδεσης (Σφαιρικό)	6 (Μη ανατεθέν)	10 (Μη ανατεθέν)	14
3 (Μη ανατεθέν) (Δεσμευμένο)	7 (Μη ανατεθέν)	11 (Μη ανατεθέν)	15

Το *Group id* προσδιορίζει την ομάδα *multicast*, μόνιμη ή μεταβατική, μέσα σε ένα δεδομένο βεληνεκές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://www.mbone.com> Σύνολο από sites η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στο IP multicasting
- [2] <http://www.grnet.gr/mbone>
 Το ΕΔΕΤ είναι το Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας για παροχή Internet υπηρεσιών στην ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα της χώρας.
- [3] <http://www.savetz.com/mbone> Ηλεκτρονικό βιβλίο πάνω στο IP multicasting
- [4] <http://www.ipmulticast.com> Ο στόχος αυτού του site είναι να αποτελέσει μια πηγή εκτεταμένης τεκμηρίωσης πάνω στο IP multicasting
- [5] <http://www.merit.edu>
 Internet provider που παρέχει δωρεάν πρόσβαση στο Internet για τους χρήστες που βρίσκονται στο Michigan
- [6] <http://mice.ed.ac.uk/mice/archive/sdr.html> Ηλεκτρονική τεκμηρίωση πάνω στο multicast backbone
- [7] <http://www.inria.fr/rodeo/rv/> Παρουσιάζει τις αρχές λειτουργίας εργαλείου για videoconferencing
- [8] <http://www-nrg.ee.lbl.gov/vic/> Παρέχει πληροφορίες για το VIC (Videoconferencing Tool).
- [9] <http://mice.ed.ac.uk/mice/archive/vat.html> Το VAT επιτρέπει στους χρήστες να επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του Internet στα πλαίσια τηλεσυνδιάσκεψης.
- [10] <http://www.inria.fr/rodeo/fphone/> Free Phone Web Page – πολυμεσικό εργαλείο βασισμένο στο διαδίκτυο που επιτρέπει τη διαχείριση αρχείου ήχου.
- [11] <http://mice.ed.ac.uk/mice/archive/nt.html> Επεξεργαστής κειμένου που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές MBONE
- [12] www.sisco.com Το κεντρικό site της Sisco με εκτεταμένη βιβλιογραφία πάνω στις μοντέρνες τεχνολογίες δικτύωσης.
- [13] <http://www.merit.edu/~mbone/mviewdoc/Welcome.html> Manual Page για το Mview που είναι ένα εργαλείο προεπισκόπησης και διαχείρισης της υπηρεσίας Mbone.

- [14] <http://www.video.ja.net/mice> Συλλογή εφαρμογών που αφορούν την τηλεσυνδιάσκεψη μέσα από συστήματα πολυμέσων.
- [15] <http://6bone.net/> Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την εγκατάσταση, διαμόρφωση και χρήση του IPV6.
- [16] <http://www.ipv6.org/> Το κεντρικό site του πρωτοκόλλου IPV6.
- [17] <http://playground.sun.com/pub/ipng/html/> Το κεντρικό site του IP Next Generation (IPng) Working Group που παρέχει πληροφορίες για το πρωτόκολλο IPV6.
- [18] <http://www.freenet6.net/> - Το site αυτό παρέχει επίσης πληροφορίες σχετικά με το IPV6.
- [19] www.protocols.org – Παρέχει αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τα διάφορα πρωτόκολλα δικτύωσης.
- [20] <http://www.faqs.org/rfc> Η κεντρική σελίδα για τα Requests for Comments (RFCs) που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις αρχές λειτουργίας των διαφόρων πρωτοκόλλων δικτύωσης.

IPMulticasting over ATM: The Multicube Approach
H.Schulzrinne,M.Smirnov,R.Roth,A.Wolisz
GMD FOKUS, Herdenbergplatz 2,Berlin 10623,Germany

Evaluating Ipv6 over ATM Networks
Jorge Sa Silva,Sergio Duarte
Universidade de Coimbra Departamento de Engenharia Informatica Portugal

The Impact of Ipv6 on Wireless Networks

[IPV6:the New Internet](#)

Συγγρα: HUITEMA ISBN 013241936X

[IPv6: The New Internet Protocol](#)

Συγγρα: Huitema, Christian ISBN 0138505055

[IPv6: The Next Generation Protocol](#)

Συγγρα: Miller, Stewart ISBN 1555581889

[Implementing IPv6 : Migrating to the Next Internet Protocol](#)

Συγγρα: Miller, Mark A. ISBN 1558515798

[IPV6 Networks](#) GONCALVES ISBN 0070248079

[IPv6 Clearly Expained](#)

Συγγρα: LOSHIN ISBN 0124558380

[Address Unknown:a Guide to IPV6](#)

Συγγρα: SALUS ISBN 0126167702

[Implementing IPV6 2/ED](#)

Συγγρα: MILLER ISBN