

Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ: ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΣΤΟ INTERNET

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΠΑΥΛΟΣ
ΜΠΙΤΣΙΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	3
1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ.....	5
1.3 Η ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ (INTERACTIVITY).....	6
1.4 ΟΙ ΧΩΡΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	6
1.5 ΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	7
1.6 MULTIMEDIA PC.....	7
1.7 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	8
1.8 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	9
2. ΠΟΛΥΜΕΣΑ.....	10
2.1 ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	10
2.2 ΚΕΙΜΕΝΟ.....	11
2.3 ΕΙΚΟΝΕΣ.....	12
2.3.1 Οι Ψηφιογραφικές ή Χαρτογραφικές Εικόνες (bitmaps)	13
2.3.2 Οι Διανυσματικές Εικόνες.....	14
2.4 ΧΡΩΜΑΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	15
2.4.1 Μονόχρωμες Εικόνες	15
2.4.2 Αποχρώσεις του Γκρι (gray scale).....	15
2.4.3 Έγχρωμες Εικόνες.....	16
2.4.4 RGB	16
2.4.5 CMYK	17
2.4.6 YUV - YIQ	18
2.4.7 HSB – HSL	18
2.5 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ	19
2.5.1 Αλγόριθμος Συμπίεσης JPEG.....	20
2.5.2 Εικόνες GIF.....	22
2.6 Ήχος	24
2.7 ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΉΧΟΣ	25
2.7.1 Ψηφιοποίηση Ήχου	25
2.7.2 Η Κωδικοποίηση MIDI	27
2.8 ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΑΡΧΕΙΩΝ ΉΧΟΥ	28
2.9 ANIMATION - ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	28
2.10 ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (VIRTUAL REALITY – VR).....	29
2.11 ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΑΡΧΕΙΩΝ ANIMATION	30
2.12 Η ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΒΙΝΤΕΟ.....	30
2.13 ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΑΡΧΕΙΩΝ ΒΙΝΤΕΟ	32
3. ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	33
3.1 ΕΙΔΗ ΔΙΚΤΥΩΝ	33
3.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ INTERNET.....	33
3.3 ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ INTERNET	34
3.4 TCP/IP.....	36
3.5 ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΤΟΥ INTERNET ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΝΟΜΑΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	38
3.6 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ	40
3.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΝΟΜΑΤΩΝ.....	41
3.8 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΥ TCP/IP	43
3.9 UDP.....	44
3.10 ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΤΟ INTERNET	45
3.11 ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ATM.....	47
4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ ΜΕΣΩ INTERNET	50
4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	50

4.1.1	Εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο (Real-Time Multimedia)	51
4.1.2	Εφαρμογές σε μη - πραγματικό χρόνο (non Real-Time Multimedia).....	52
4.2	ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ	53
4.3	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ QOS (QUALITY OF SERVICE)	55
4.3.1	Καθυστερήση μετάδοσης (Latency)	56
4.3.2	Μεταβλητότητα της Καθυστερήσης (Jitter).....	57
4.3.3	Ρυθμός Εξυπηρέτησης (Throughput).....	58
4.3.4	Multicasting.....	58
4.3.5	Ρυθμός Λαθών (Bit Error Rate - BER).....	58
4.4	IP MULTICAST	59
4.5	ΠΟΛΥΜΕΣΑ ΜΕΣΩ TCP/IP ΚΑΙ UDP/IP	59
4.5.1	Ροή Ήχου και Βίντεο μέσω HTTP.....	61
4.5.2	MBONE.....	61
4.5.3	Πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου - RTP	62
4.5.4	Πρωτόκολλο ελέγχου πραγματικού χρόνου RTCP - Realtime Control Protocol.....	63
4.5.5	RSVP - Resource Reservation Protocol.....	64
4.5.6	RTSP - Realtime Streaming Protocol.....	65
4.5.7	ASF - Active Streaming Format.....	66
4.6	ΡΟΗ ΉΧΟΥ	66
4.6.1	Κωδικοποιητές - Αποκωδικοποιητές (Codecs).....	67
4.6.2	Συμπίεση.....	68
4.6.3	Dolby's AC-3.....	70
4.6.4	MP3	70
4.6.5	AAC.....	71
4.7	ΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΑΡΧΕΙΩΝ ΒΙΝΤΕΟ	72
4.7.1	Συμπίεση Ψηφιακού Video- Αλγόριθμος MPEG.....	72
4.8	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ONLINE ΒΙΝΤΕΟ ΚΑΙ ΗΧΟΥ	73
4.8.1	Real Media	74
4.8.2	Quicktime	75
4.8.3	Microsoft NetShow.....	75
4.8.4	Σύγκριση Εφαρμογών online βίντεο και ήχου	76
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	788
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	800

1. Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή

Τα πολυμέσα είναι το αποτέλεσμα μιας σειράς εξελίξεων στο χώρο της πληροφορικής τα τελευταία 30 χρόνια. Από την απλή εμφάνιση κειμένου στις οθόνες του υπολογιστή και τους βασικούς προειδοποιητικούς ήχους από το ηχείάκι των προσωπικών υπολογιστών, περάσαμε σταδιακά στη δημιουργία γραφικών και ήχου ειδικά στην κατηγορία των λεγόμενων οικιακών υπολογιστών και στη συνέχεια στην ψηφιοποίηση ήχου εικόνας και video στους σημερινούς πολύ πιο ισχυρούς προσωπικούς υπολογιστές. Έγινε έτσι μια σταδιακή συγχώνευση δυο μεγάλων σύγχρονων κλάδων, της πληροφορικής και των media, των μέσων δηλαδή επικοινωνίας. Έγινε μια ουσιαστική μετάβαση από το χώρο της αναλογικής τεχνολογίας στον κόσμο της ψηφιακής. Μέσα επικοινωνίας όπως έντυπα, ηλεκτρονικές εκδόσεις, βιομηχανία ήχου, κινηματογράφος, βίντεο, τηλεόραση, ραδιόφωνο βρήκαν το ψηφιακό τους ανάλογο μέσα από τις οθόνες των υπολογιστών. Όροι όπως ψηφιακή συνάρμωση, ψηφιοποίηση, δειγματοληψία, ανάλυση εικόνας κατέκλεισαν τη ζωή των χρηστών Η/Υ.

Τα μέσα επικοινωνίας σε ψηφιακή μορφή έχουν δύο σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μέσων. Το πρώτο είναι η ευκολία πρόσβασης σε αυτή τη τεχνολογία και στις δυνατότητες που προσφέρει. Η έκδοση ενός εντύπου, η δημιουργία, επεξεργασία και μετάδοση ήχου, εικόνας και βίντεο, η συνάρμωση δεδομένων και πολλά άλλα ήταν αποκλειστικό προνόμιο λίγων ανθρώπων του χώρου που διέθεταν ακριβό εξοπλισμό και την απαιτούμενη τεχνογνωσία. Με την ψηφιοποίηση όλων αυτών των μορφών και την ανάπτυξη εργαλείων υλικού και λογισμικού, δόθηκε η δυνατότητα σε απλούς χρήστες να μπορούν να ασχοληθούν με αυτές τις δραστηριότητες όχι μόνο σαν παθητικοί αποδέκτες των μεταδιδόμενων σημάτων αλλά και ως δημιουργοί και μεταδότες.

Ακόμα όμως πιο σημαντική διαφορά είναι αυτή της διαδραστικότητας ή αλλιώς αλληλεπίδρασης με το μέσο. Ο αποδέκτης του σήματος μιας εφαρμογής πολυμέσων δεν είναι παθητικός όπως στην περίπτωση των αναλογικών μέσων επικοινωνίας. Στην περίπτωση των πολυμέσων και της ψηφιακής τεχνολογίας ο χρήστης μπορεί και παρεμβαίνει δραστικά, μπορεί να επιλέξει και να διαφοροποιήσει τα μεταδιδόμενα

δεδομένα και να αλλάξει την εξέλιξη του ψηφιακού σήματος. Το μέσο μετάδοσης είναι πλέον δυνατόν να αντιδρά στις επιλογές και παρεμβάσεις του αποδέκτη και να αντιδρά και αυτό ανάλογα. Συνοψίζοντας λοιπόν θα λέγαμε ότι τα πολυμέσα έχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά:

- Ελέγχονται από υπολογιστή, η παρουσίαση δηλαδή της πληροφορίας γίνεται μέσω του υπολογιστή και ελέγχεται από αυτόν.
- Η πληροφορία είναι σε ψηφιακή μορφή.
- Το περιβάλλον διεπαφής (interface) με το χρήστη είναι διαδραστικό (interactive), έτσι ώστε να επιτρέπει την δημιουργία εφαρμογών με περισσότερες δυνατότητες από την απλή παρουσίαση της πληροφορίας όπως γίνεται για παράδειγμα μέσω ενός video-player ή ενός CD-player.

Η εμφάνιση της επιστήμης των δικτύων υπολογιστών στη δεκαετία του 70 ήταν μια επανάσταση στο χώρο της πληροφορικής και έφερε πιο κοντά την πληροφορική με τις τηλεπικοινωνίες. Αυτή η προσέγγιση οδήγησε σε εργαλεία που στόχευαν κυρίως στην επικοινωνία μεταξύ επιχειρήσεων και οργανισμών. Παρά τις σημαντικές εξελίξεις στο χώρο της πληροφορικής, η εξέλιξη στο χώρο των δικτύων υπολογιστών ήταν πολύ αργή. Η τεχνολογία δικτύων αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει τη μετάδοση κυρίως αρχείων κειμένου και δεδομένων που δεν απαιτούσαν μεγάλες ποσότητες πληροφορίας για να αναπαρασταθούν. Οι μέχρι τώρα ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων ήταν αρκετές για μεταφορά κειμένου, απλών ψηφιοποιημένων ήχων και μικρών εικόνων. Οι απαιτήσεις όμως για μετάδοση δεδομένων ήχου, εικόνας και βίντεο υψηλής ποιότητας δε μπορούσαν σε καμία περίπτωση να εξυπηρετηθούν από τις παραδοσιακές τεχνολογίες δικτύων. Τα μεγάλα ποσά μνήμης που απαιτούν τα πολυμέσα καθιστούσαν τη μετάδοσή τους ειδικά σε δημόσια δίκτυα απαγορευτική.

Θα μπορούσαμε να διακρίνουμε τα πολυμέσα σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα Τοπικά και Δικτυωμένα Πολυμέσα. Με τον όρο τοπικά πολυμέσα, αναφερόμαστε σε εφαρμογές που χρησιμοποιούν μόνο τον υπολογιστή στον οποίο αναπαράγονται και δεν περιλαμβάνουν την έννοια της μετάδοσης δεδομένων. Όπως θα δούμε παρακάτω για την αναπαραγωγή των πολυμεσικών εφαρμογών τοπικά ένας υπολογιστής θα πρέπει να διαθέτει τις απαραίτητες υπομονάδες όπως:

- Ισχυρό επεξεργαστή
- Υποσύστημα γραφικών και ήχου
- Περιφερειακά όπως ηχεία, κάμερα, μικρόφωνο.
- Περιφερειακά μέσα αποθήκευσης όπως μεγάλο σκληρό δίσκο, οπτικό δίσκο.

Αν και αυτή η μορφή πολυμέσων είναι η πιο διαδεδομένη σήμερα, τα δικτυωμένα πολυμέσα αποτελούν τον πιο ραγδαία εξελισσόμενο κλάδο των πολυμέσων και ίσως της ψηφιακής τεχνολογίας γενικότερα. Στα δικτυωμένα πολυμέσα το ζητούμενο δεν είναι μόνο η αναπαραγωγή τοπικά μιας πολυμεσικής εφαρμογής αλλά και η μετάδοση των πολυμεσικών δεδομένων μέσω δικτύου και η επικοινωνία με άλλους υπολογιστές. Στην περίπτωση αυτή δεν έχουμε την ύπαρξη ενός μόνο υπολογιστή, αλλά την μετάδοση πολυμεσικών εφαρμογών από έναν υπολογιστή προς έναν ή πολλούς άλλους χρησιμοποιώντας κυρίως μια αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή(client-server).

Σε αυτή την εργασία θα ερευνήσουμε τα βασικά συστατικά των πολυμέσων, την τεχνολογία δικτύων μετάδοσης δεδομένων και τις προσπάθειες που έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια στο χώρο των δικτυωμένων πολυμέσων.

1.2 Ορισμός Πολυμέσων

Πολυμέσα (Multimedia) είναι ο κλάδος της πληροφορικής τεχνολογίας που ασχολείται με τον συνδυασμό ψηφιακών δεδομένων πολλαπλών μορφών, δηλ. κειμένου, γραφικών, εικόνας, κινούμενης εικόνας (animation), ήχου και βίντεο, για την αναπαραγωγή, παρουσίαση, αποθήκευση, μετάδοση και επεξεργασία πληροφοριών [1].

Ετυμολογικά η λέξη αποτελείται από δύο τμήματα: multi που σημαίνει *πολλαπλός* και media που σημαίνει *μέσα*. Οι μορφές που προαναφέραμε κειμένου, γραφικών, εικόνας, κινούμενης εικόνας (animation), ήχου και βίντεο είναι διάφορα μέσα επικοινωνίας και συνεπώς μια εφαρμογή που συνδυάζει όλα αυτά τα μέσα ονομάζεται πολυμέσο. Αυτού του είδους οι εφαρμογές αναφέρονται και ως πολυμεσικές εφαρμογές, τίτλοι πολυμέσων ή πολυμέσα και αποτελούν σήμερα μια από τις πιο δυναμικά εξελισσόμενες τεχνολογίες στον χώρο της πληροφορικής, με πρακτικές εφαρμογές σε πολλούς διαφορετικούς τομείς δραστηριότητας, όπως εκπαίδευση, επαγγελματική κατάρτιση, αγορά-διαφήμιση,

παρουσιάσεις, ψυχαγωγία, ηλεκτρονικά παιχνίδια, περίπτερα παροχής πληροφοριών (kiosks), τηλεδιάσκεψη, Internet κ.ά.

1.3 Η Αλληλεπιδραστικότητα (Interactivity)

Μια από τις βασικές απαιτήσεις σε μια πολυμεσική εφαρμογή είναι να έχουμε τη δυνατότητα να ελέγχουμε τη ροή της εφαρμογής, παρεμβαίνοντας δυναμικά στην εξέλιξή της και καθορίζοντας τη μορφή, τη σειρά και την ταχύτητα με την οποία παρουσιάζεται η πληροφορία. Η ιδιότητα αυτή ονομάζεται αλληλεπιδραστικότητα (interactivity), καθώς σε μια εφαρμογή πολυμέσων το σύστημα αντιδρά στις παρεμβάσεις του χρήστη παρέχοντας έτσι αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ χρήστη και εφαρμογής, υπό μορφή διαλόγου. Το περιβάλλον επικοινωνίας χρήστη - εφαρμογής αναφέρεται και ως περιβάλλον διεπαφής (interface ή user interface) της εφαρμογής και απαιτεί ειδικό σχεδιασμό ώστε να παρέχει φιλικότητα προς τον χρήστη.

1.4 Οι Χώροι Εφαρμογής των Πολυμέσων

Οι χώροι εφαρμογής των πολυμέσων σήμερα είναι πάρα πολλοί και συνεχώς διευρύνονται. Μερικά ενδεικτικά παραδείγματα είναι τα εξής :

- Εκπαίδευση
- Επιμόρφωση
- Παρουσιάσεις - Κατάρτιση Στελεχών
- Σημεία Ενημέρωσης του Κοινού (Information Kiosks)
- Παιχνίδια
- Διασκέδαση
- Αναψυχή (Recreation)
- Edutainment (Education and Entertainment - Εκπαίδευση και Ψυχαγωγία)
- Περιοδικά
- Βιβλία
- Εγκυκλοπαίδειες
- Αγορά και Διαφήμιση

1.5 Τα Υπολογιστικά Συστήματα Πολυμέσων

Τα Υπολογιστικά Συστήματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: στα συστήματα ανάπτυξης και τα συστήματα παρουσίασης πολυμέσων. Τα συστήματα ανάπτυξης θα πρέπει να έχουν μεγάλη υπολογιστική ισχύ, ταχύτητα και αποθηκευτική ικανότητα, ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν με επιτυχία την πολύπλοκη διαδικασία της επεξεργασίας του μεγάλου όγκου πολλαπλών μορφών δεδομένων που απαιτείται για την ανάπτυξη μιας πολυμεσικής εφαρμογής. Τα συστήματα που χρησιμοποιούμε για την ανάπτυξη, δηλ. δημιουργία ή συγγραφή, μιας πολυμεσικής εφαρμογής είναι τα εξής [2] :

- Συσκευή βίντεο
- Κάρτα βίντεο (video grabber)
- Βιντεοκάμερα – Ψηφιακό Camcoder
- Μικρόφωνο
- Ψηφιακό κασετόφωνο (DAT, Digital Audio Tape)
- Ψηφιακή φωτογραφική μηχανή
- Σαρωτής (scanner)
- Εγγραφέας CD – DVD (CD – DVD Recorder)
- Οδηγός DVD (Digital Video Disc)
- Εξωτερικά και αποσπώμενα αποθηκευτικά μέσα

1.6 Multimedia PC

Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των πολυμέσων έγιναν προσπάθειες τυποποίησης των προδιαγραφών που θα πρέπει να πληρεί ένα υπολογιστικό σύστημα έτσι ώστε να θεωρείται κατάλληλο για τη δημιουργία, επεξεργασία και αναπαραγωγή εφαρμογών πολυμέσων. Με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκαν τρεις γενιές Multimedia PC ανάλογα με τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις απαιτήσεις της εποχής. Οι προδιαγραφές εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

	MPC 1	MPC 2	MPC 3
Επεξεργαστής	386SX	25 Mhz 486SX	75 MHz Pentium TM
RAM	2 MB.	4-8 MB	8 - 12 MB
Σκληρός	30 MB	160 MB	540 MB, 15 ms
CD-ROM	1x	2x	4x
Mode 2, multi-session	Προαιρετικά	Υποχρεωτικά	Υποχρεωτικά
Κάρτα Ήχου	8-bit	16-bit	16-bit, wave table, MIDI
Κάρτα Βίντεο	640x480, 16 χρώματα	640x480, 64k χρώματα	600x800, 16m χρώματα
MPEG-1	Όχι	Όχι	352x240/288 και 30/25 fps
Λειτουργικό	Win 3.x	Win 3.x	Win 3.1/95

Πίνακας 1. Οι προδιαγραφές του MPC

1.7 Διαδικασία συγγραφής πολυμεσικών εφαρμογών

Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία λογισμικού και τον απαραίτητο εξοπλισμό για την παραγωγή εφαρμογών πολυμέσων, ακολουθείται μια μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής. Τα βασικά στάδια της διαδικασίας αυτής είναι η Ανάλυση και Σχεδίαση της εφαρμογής, η Υλοποίησή της και η Αξιολόγηση του αποτελέσματος.

Στο πρωταρχικό στάδιο της Ανάλυσης οι δημιουργοί μιας εφαρμογής πολυμέσων ερευνούν την ομάδα αποδεκτών του προϊόντος, το προφίλ τους, τις ανάγκες τους και τις προσδοκίες που έχουν από το τελικό προϊόν.

Στη φάση της Σχεδίασης γίνεται μια πρώτη προσέγγιση στα εργαλεία software και hardware που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Κατόπιν ακολουθεί μια διαδικασία εύρεσης ιδεών και συγκέντρωσης υλικού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Επίσης το συγκεντρωμένο υλικό οργανώνεται σε θεματικές ενότητες και εξετάζονται διάφορα σενάρια πλοήγησης και παρουσίασης της πληροφορίας ακολουθώντας κάποιους κανόνες για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Οι πιο συνηθισμένες δομές παρουσίασης είναι η απλή Γραμμική παρουσίαση ή με δυνατότητα αλμάτων, η Ιεραρχική δομή που χρησιμοποιείται πολύ συχνά στις ιστοσελίδες και η δομή δικτύου. Στη φάση αυτή μπορούν να δημιουργηθούν και διάφορα πρωτότυπα (prototypes) με αναλογικά μέσα (σε χαρτί με εικόνες, κάρτες με κείμενο κ.α.) έτσι ώστε να δοθεί μια πρώτη εικόνα στους αποδέκτες του προϊόντος πριν την υλοποίηση σε ηλεκτρονική μορφή [3].

1.8 Υλοποίηση

Στη φάση της υλοποίησης χρησιμοποιούνται τα κατάλληλα εργαλεία για την ανάπτυξη της πολυμεσικής εφαρμογής. Χρησιμοποιείται ειδικό λογισμικό για την επεξεργασία εικόνας και ήχου, την ψηφιοποίηση βίντεο και ηχητικών δεδομένων, την ψηφιακή συνάρμωση των δεδομένων ήχου, εικόνας και βίντεο και την συνένωσή τους σε μια ενιαία πλατφόρμα. Τα πιο διαδεδομένα Software εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών πολυμέσων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Cakewalk	Υποστηρίζει γενικά MIDI αρχεία με δυνατότητες επεξεργασίας και εισαγωγής αρχείων WAV και εντολές Windows MCI για animation και video σε ηχητικά κομμάτια.
Cubase Score	Είναι παρόμοιο με το Cakewalk Express.
Macromedia Freehand	Εργαλείο επεξεργασίας κειμένου και γραφικών για το web. Υποστηρίζει πολλά χαρτογραφικά και διανυσματικά formats όπως GIF, PNG, JPEG, SWF (Macromedia Flash) και FHC (Shockwave Freehand).
Adobe Photoshop	Πολύ διαδεδομένο εργαλείο σχεδίασης και επεξεργασίας γραφικών και εικόνων που επιτρέπει πολλά επίπεδα επεξεργασίας και χρήση πολλών εφέ.
Adobe Premiere	Υποστηρίζει επεξεργασία μεγάλου αριθμού video και audio κομματιών για τη δημιουργία κλιπ με εφέ εναλλαγής και κίνησης.
Macromedia Director	Κορυφαίο εργαλείο δημιουργίας κλιπ (κυρίως αλληλεπιδραστικά βίντεο κλιπς Shockwave) με γραφικά, βίντεο, μουσική ειδικά για web εφαρμογές. Υποστηρίζει όλα τα format εικόνων και διαθέτει δική του script γλώσσα για πολύπλοκες εφαρμογές.
Author ware	Εργαλείο δημιουργίας πολυμεσικών εφαρμογών με υπερκείμενο, ψηφιακό βίντεο, γραφικά και ήχο. Παράγει αρχεία και για τις δυο πλατφόρμες MAC και PC. Το Shockwave Authorware μπορεί να περιλάβει και αρχεία SWF, Director κλιπς, Flash animation και ήχο. Υποστηρίζει επίσης ActiveX controls.
Fetch 1.2 (Aldus),	Γραφική βάση δεδομένων για αντικείμενα multimedia.
Hijack	Εργαλείο για την ψηφιοποίηση εικόνων.
HyperCard Developer's Kit	Διαδραστική συγγραφή αρχείων με animation, ήχο και video.
PageMaker	Δημιουργία εντύπων.
Painter (Fractal Design)	Εργαλείο δημιουργίας και διαχείρισης γραφικών.
Persuasion	Εργαλείο δημιουργίας παρουσιάσεων.
SoundEdit Pro (Macromedia)	Πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας ήχου.
SuperCard (Aldus)	Πρόγραμμα δημιουργίας εφαρμογών υπερμέσων.

Πίνακας 2. Εργαλεία συγγραφής πολυμέσων

2. Πολυμέσα

2.1 Τα Δομικά Στοιχεία των Πολυμέσων

Τα βασικότερα συστατικά των εφαρμογών Πολυμέσων όπως έχουμε ήδη δει είναι το κείμενο, η εικόνα, η κινούμενη εικόνα, το βίντεο και ο ήχος.

Το κείμενο που αποτελεί συνήθως βασικό συστατικό σ' άλλες εφαρμογές, έχει έναν διαφορετικό ρόλο στα πολυμέσα, αρκετά περιορισμένο αφού έχει αντικατασταθεί από τα άλλα συστατικά στοιχεία των πολυμέσων, όπως είναι ο ήχος και το βίντεο. Είναι, όμως, πολύ απαραίτητο σε πολυμεσικές εφαρμογές, όπως είναι οι εγκυκλοπαίδειες.

Η εικόνα αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό στο υπολογιστικό περιβάλλον και ειδικότερα στα πολυμέσα. Εικόνες μπορούμε να εισάγουμε σε μια πολυμεσική εφαρμογή με τη βοήθεια μιας ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής ή ενός σαρωτή (scanner), να τις χρησιμοποιήσουμε έτοιμες από κάποια πηγή. Με ένα καλό πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας, όπως είναι το Photoshop, μπορούμε να βελτιώσουμε την εμφάνιση της εικόνας και να την προσαρμόσουμε στην εφαρμογή μας. Επίσης μπορούμε να συμπεριλάβουμε γραφικά, εικόνες δηλαδή που δημιουργούμε μόνοι μας στον υπολογιστή με κατάλληλα προγράμματα, όπως είναι το PhotoPaint, το PaintBrush (Ζωγραφική), το CorelDRAW, το Illustrator κ.ά.

Ένα επίσης συνηθισμένο συστατικό των πολυμέσων είναι το animation (κινούμενη εικόνα), γραφικά δηλαδή με κίνηση που έχουν δημιουργηθεί σε υπολογιστή με ειδικά προγράμματα δυοδιάστατης (2D) ή τρισδιάστατης (3D) μοντελοποίησης. Τα προγράμματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν αντικείμενα χρησιμοποιώντας σαν βασικά (δομικά) συστατικά απλά γεωμετρικά σχήματα.

Το βίντεο όπως θα δούμε, είναι το πλέον βασικό συστατικό των σύγχρονων πολυμεσικών εφαρμογών με τις μεγαλύτερες βέβαια απαιτήσεις από άποψη πόρων. Ένα βίντεο μπορεί να εισαχθεί σε ψηφιακή μορφή στην εφαρμογή μας. Η ψηφιοποίηση του βίντεο γίνεται είτε με την καταγραφή των εικόνων απευθείας από μια ψηφιακή συσκευή λήψης βίντεο (video camcoder) είτε με μια συσκευή που λέγεται ψηφιοποιητής (digitizer), η οποία αναλαμβάνει να διαβάσει μια αναλογική εικόνα βίντεο και με τη

μέθοδο της δειγματοληψίας να αποθανατίσει σε ψηφιακή μορφή και να συμπίεσει σε πραγματικό χρόνο αυτά που διάβασε από την βιντεοταινία. Τα αρχεία βίντεο μπορούμε μετά να τα επεξεργαστούμε με ειδικά προγράμματα, όπως είναι το Pinnacle Studio ή το Adobe Premiere.

Παρόμοια η εισαγωγή και η επεξεργασία ήχου στη εφαρμογή μας γίνεται είτε με την απευθείας καταγραφή του ήχου από ψηφιακή συσκευή λήψης, ή από την ψηφιοποίηση ενός αναλογικού σήματος. Επίσης ένας ήχος μπορεί να δημιουργηθεί και επεξεργασθεί με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων σύνθεσης ψηφιακών μουσικών αρχείων.

Στην επόμενη παράγραφο θα δούμε αναλυτικά πως κάθε ένα συστατικό μιας εφαρμογής πολυμέσων μπορεί να αναπαρασταθεί στον υπολογιστή.

2.2 Κείμενο

Το κείμενο στα πολυμέσα είναι ένα βασικό συστατικό γιατί δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης μεγάλων ποσοτήτων πληροφορίας έχοντας παράλληλα μικρές απαιτήσεις σε χώρο μνήμης. Οι χαρακτήρες του αλφαβήτου αναπαρίστανται στην ψηφιακή τεχνολογία με αριθμούς. Υπάρχουν διάφορες κωδικοποιήσεις που αντιστοιχούν σε κάθε χαρακτήρα έναν αριθμό. Η πιο διαδεδομένη κωδικοποίηση είναι ο κώδικας ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Κάθε χαρακτήρας αναπαρίσταται με έναν δυαδικό αριθμό που είναι κατανοητός από τον υπολογιστή και τις ψηφιακές συσκευές.

Για την αναπαράσταση και αποθήκευση των χαρακτήρων σε κώδικα ASCII χρησιμοποιείται 1 byte. Τα 7 bit χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν μέχρι και 128 χαρακτήρες (2^7) ενώ το 8^ο bit χρησιμοποιείται για έλεγχο ορθότητας κατά τη μεταφορά των στοιχείων. Επέκταση του κώδικα ASCII έτσι ώστε να υποστηρίζονται και το Ελληνικό αλφάβητο είναι ο ΕΛΟΤ 928 από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης. Άλλοι διαδεδομένοι κώδικες είναι ο κώδικας EBCDIC (Extended Binary-Coded Decimal Interchange Code) και ο κώδικας Unicode.

Η μορφή που μπορούν να πάρουν τα γράμματα ενός κειμένου ονομάζεται γραμματοσειρά (font). Υπάρχουν 2 είδη γραμματοσειρών όσον αφορά την οι Postscript

και οι TrueType. Οι Postscript γραμματοσειρές δημιουργήθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 80 από την Adobe και χρησιμοποιήθηκαν κυρίως στην επιτραπέζια τυπογραφία. Για κάθε γραμματοσειρά εγκαθίσταται και ένα αρχείο χαρακτήρων για των εκτυπωτή και ένα για την οθόνη έτσι ώστε να μπορούν να αναπαρασταθούν οι χαρακτήρες υψηλής ποιότητας σε διάφορα μεγέθη.

Οι TrueType γραμματοσειρές αναπτύχθηκαν κυρίως από την Microsoft στις αρχές της δεκαετίας του 90 και απαιτούν την εγκατάσταση ενός μόνο αρχείου που περιέχει τους χαρακτήρες και για εκτύπωση και για εμφάνιση. Η ποιότητα των χαρακτήρων υπολείπεται αυτή των PostScript.

Μερικά από τα πιο διαδεδομένα format αρχείων κειμένου είναι τα παρακάτω:

ASCII	Τα αρχεία ASCII είναι απλά αρχεία κειμένου συμβατά με όλες τις πλατφόρμες.
RTF	Τα Rich Text Format (RTF) είναι μορφή αρχείου κειμένου που ανέπτυξε η Microsoft έτσι ώστε μαζί με το κείμενο να μπορούν να αποθηκευτούν και μορφοποιήσεις όπως η στοίχιση, το μέγεθος και το στυλ των γραμμάτων. Τα RTF αρχεία είναι πλέον ευρέως αποδεκτά από πολλά συστήματα.
HTML	Η HTML (Hypertext Markup Language) χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ιστοσελίδων. Τα αρχεία HTML είναι παρόμοια με τα ASCII αρχεία αλλά περιέχουν και ειδικές εντολές για να αναπαραστήσουν στυλ κειμένου, μορφοποιήσεις, υπερσυνδέσεις, γραφικά. Τα αρχεία HTML αποκωδικοποιούνται από τους Φυλλομετρητές όπως ο Netscape Navigator και ο Internet Explorer καθώς και από κάποιους επεξεργαστές κειμένου.
Άλλοι Τύποι αρχείων	Microsoft Word, WordPerfect, ClarisWorks

Πίνακας 3. Αρχεία κειμένου

2.3 Εικόνες

Ένα επίσης βασικό χαρακτηριστικό των πολυμέσων είναι οι εικόνες. Οι εικόνες σε ψηφιακή μορφή μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες: τις ψηφιογραφικές ή χαρτογραφικές εικόνες (bitmaps ή raster) και τις διανυσματικές (vector ή draw-type).

2.3.1 Οι Ψηφιογραφικές ή Χαρτογραφικές Εικόνες (bitmaps)

Οι ψηφιογραφικές εικόνες είναι η μία από τις δύο μεγάλες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται οι εικόνες. Ονομάζονται έτσι από τα πολλά χαρτογραφημένα bits (τετραγωνάκια) από τα οποία αποτελούνται και που μοιάζουν με ψηφίδες ή κουκκίδες ή εικονοστοιχεία (pixels). Το καθένα απ' αυτά τα pixels μπορεί να έχει ένα συγκεκριμένο χρώμα και ο συνδυασμός όλων των pixels μιας εικόνας δίνει το τελικό αποτέλεσμα όπως σε ένα ψηφιδωτό.

Οι Ψηφιογραφικές Εικόνες μπορούν να παραχθούν από:

- Προγράμματα δημιουργίας και επεξεργασίας εικόνας
- Ψηφιοποίηση αναλογικών εικόνων μέσω σαρωτή
- Σύλληψη εικόνας από την οθόνη του Η/Υ
- Λήψη από ψηφιακή φωτογραφική μηχανή
- Σύλληψη από εικόνα βίντεο ή τηλεόρασης μέσω ειδικής κάρτας βίντεο του Η/Υ

Τα χαρακτηριστικά μιας εικόνας είναι:

Το μέγεθος. Μετριέται συνήθως με τον αριθμό των pixels που περιέχει στο πλάτος και στο ύψος.

Ανάλυση (image resolution). Είναι ο αριθμός των pixels που περιέχει ανά ίντσα και εκφράζει την πυκνότητα των εικονοστοιχείων. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση τόσο υψηλότερη είναι και η ποιότητα και η ευκρίνεια της εικόνας. Μετριέται σε κουκκίδες ανά ίντσα, dots per inch (dpi) ή pixels per inch (ppi). Μια ανάλυση ίση με 72 dpi θεωρείται κατάλληλη μόνο για την απεικόνιση της εικόνας στην οθόνη. Συνήθως χρησιμοποιούμε αναλύσεις των 144, 300 και 600 dpi. Οι σύγχρονοι σαρωτές μπορούν να πετύχουν αναλύσεις έως και 1.200 X 600 dpi. Σε μερικά προγράμματα επεξεργασίας εικόνας έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε εικονοστοιχεία για να αυξήσουμε την ανάλυση. Το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψη του τα διπλανά εικονοστοιχεία, κάνει δικούς του υπολογισμούς και δημιουργεί καινούργια pixels. Η επεξεργασία αυτή λέγεται interpolation.

Βάθος χρώματος (color depth ή pixel depth ή bit resolution). Όπως είπαμε κάθε εικονοστοιχείο έχει κάποιο χρώμα. Σε κάθε εικονοστοιχείο μπορούμε να αντιστοιχίσουμε κάποιον αριθμό από bits για να μπορούμε να ορίσουμε το χρώμα του. Ανάλογα με το πόσα διαφορετικά χρώματα μπορεί να έχει ένα pixel χρειαζόμαστε τον ανάλογο αριθμό

από bits. Αν ορίσουμε βάθος χρώματος 1 bit, θα έχουμε μόνο δύο χρώματα, άσπρο ή μαύρο γιατί οι διαφορετικοί συνδυασμοί είναι $2^1 = 2$. Αν ορίσουμε βάθος χρώματος 4 bits, θα έχουμε 16 επίπεδα του γκριζου ή 16 χρώματα γιατί $2^4 = 16$ και ούτω καθεξής. Το βάθος χρώματος 16 bits ορίζει 65.536 χρώματα (2^{16}) και το βάθος χρώματος 24 bits ορίζει 16,7 εκατομμύρια χρώματα (2^{24}).

Για την αποθήκευση των ψηφιογραφικών εικόνων, η απαιτούμενη χωρητικότητα υπολογίζεται ως εξής:

μέγεθος αρχείου = ύψος (σε pixels) **X** πλάτος (σε pixels) **X** βάθος χρώματος (bits)

π.χ. μια εικόνα 600 X 400 pixels και χρωματικό βάθος 16 bits απαιτεί χώρο μνήμης :

$600 * 400 * 16 = 3840000 \text{ bits} = 480000 \text{ bytes} = 468,75 \text{ KB}$

Είναι προφανές ότι ενώ οι ψηφιογραφικές εικόνες είναι κατάλληλες για φωτορεαλιστικές και τρισδιάστατες απεικονίσεις, γιατί προσφέρουν μεγάλο φάσμα χρωμάτων και μεγάλο επίπεδο λεπτομέρειας και σκιάσεων, το μέγεθος των αρχείων που παράγουν είναι πολύ μεγάλο και συνήθως απαγορευτικό για τη μετάδοσή τους.

Οι συνηθέστερες μορφές (formats) των ψηφιογραφικών εικόνων είναι οι εξής :

.BMP (Bitmap)

.GIF (Graphics Interchange Format)

.PCD (PhotoCD)

.TIFF (Tagged Image File Format)

.JPG (Joint Photographers Expert Group)

.PNG (Portable Network Graphics)

.TGA (Targa)

.PCX (Paintbrush)

.CPT (CorelPHOTO-PAINT).

2.3.2 Οι Διανυσματικές Εικόνες

Οι διανυσματικές εικόνες (object oriented ή vector graphics) αντίθετα από τις χαρτογραφικές εικόνες περιγράφουν την εικόνα όχι σαν ένα σύνολο από κουκίδες αλλά σαν ένα σύνολο από διανυσματικές εξισώσεις. Η μορφή τους περιγράφεται με μαθηματικές μεθόδους, π.χ. όταν δημιουργούμε έναν κύκλο σαν διανυσματική εικόνα,

στο αρχείο αποθηκεύονται μόνο οι συντεταγμένες του κέντρου του (x, y) και η ακτίνα του και όχι η χαρτογράφηση των εικονοστοιχείων.

Τα πλεονεκτήματά τους έναντι των bitmaps είναι ότι αν τις μεγεθύνουμε, δεν χάνουν καθόλου την ποιότητα και την ευκρίνειά τους, δεν αλλοιώνονται δηλαδή, και ότι δημιουργούν σχετικά μικρό μέγεθος αρχείου και είναι συμβατά μ' όλα σχεδόν τα προγράμματα παρουσιάσεων.

Το μειονέκτημά τους είναι ότι απαιτούν περισσότερο χρόνο στη δημιουργία τους. Παράγονται κυρίως από προγράμματα γραμμικού σχεδίου όπως είναι το illustrator της Adobe ή το CorelDRAW της Corel. Οι συνηθέστερες μορφές (formats) των διανυσματικών εικόνων είναι οι εξής :

*.WMF (Windows Metafile),
.CDR (CorelDRAW) και
.EPS (Encapsulated PostScript).*

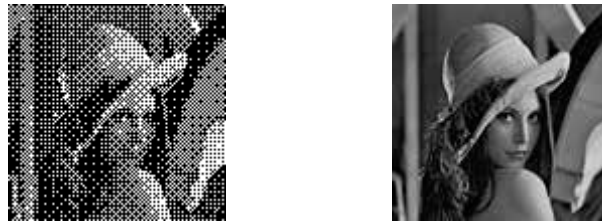
2.4 Χρωματικά Μοντέλα

2.4.1 Μονόχρωμες Εικόνες

Στις μονόχρωμες εικόνες κάθε pixel απαιτεί ένα μόνο bit για την αναπαράσταση του χρώματος. Η τιμή 0 αναπαριστά το άσπρο και η τιμή 1 το μαύρο. Συνεπώς για μια μονόχρωμη εικόνα 640 X 480 απαιτούνται 307200 bits δηλ. 37,5 KB. Το Dithering είναι μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται συχνά στις μονόχρωμες εικόνες. Είναι μια μέθοδος η οποία προσπαθεί να «ξεγελάσει» το ανθρώπινο μάτι και να κάνει τον χρήστη να νομίζει ότι η εικόνα που βλέπει αποτελείται από περισσότερα χρώματα.

2.4.2 Αποχρώσεις του Γκρι (gray scale)

Σε εικόνες αποχρώσεων του γκρι κάθε pixel απαιτεί ένα byte για την αναπαράσταση της απόχρωσης του δηλ μια τιμή από 0 – 255). Για μια εικόνα μεγέθους 640 X 480 απαιτούνται 307200 bytes δηλ. 300 KB.



Εικόνα 1. Δείγματα Μονοχρωματικής BMP εικόνας και Αποχρώσεων του Γκρι

2.4.3 Έγχρωμες Εικόνες

Υπάρχουν έγχρωμες εικόνες που απαιτούν 8 bit για την αναπαράσταση του χρώματος του κάθε εικονοστοιχείου και 24-bit έγχρωμες εικόνες. Στις 8 bit εικόνες τα εικονοστοιχεία μπορούν να έχουν 256 διαφορετικά χρώματα που είναι μια αποδεκτή ποιότητα εικόνας.

Οι 24-bit έγχρωμες εικόνες είναι ουσιαστικά δυσδιάστατες μήτρες εικονοστοιχείων όπου κάθε pixel αναπαρίσταιται από μια τριάδα ακεραίων αριθμών, από 3 δηλαδή byte. Συνεπώς οι πιθανοί συνδυασμοί χρωμάτων είναι $256 \times 256 \times 256$ δηλαδή 16.777.216 διαφορετικά χρώματα. Για μια εικόνα μεγέθους 640 X 480 απαιτούνται 921,6 KB. Κάθε τριάδα κωδικοποιεί το χρώμα με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το χρωματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται [4].

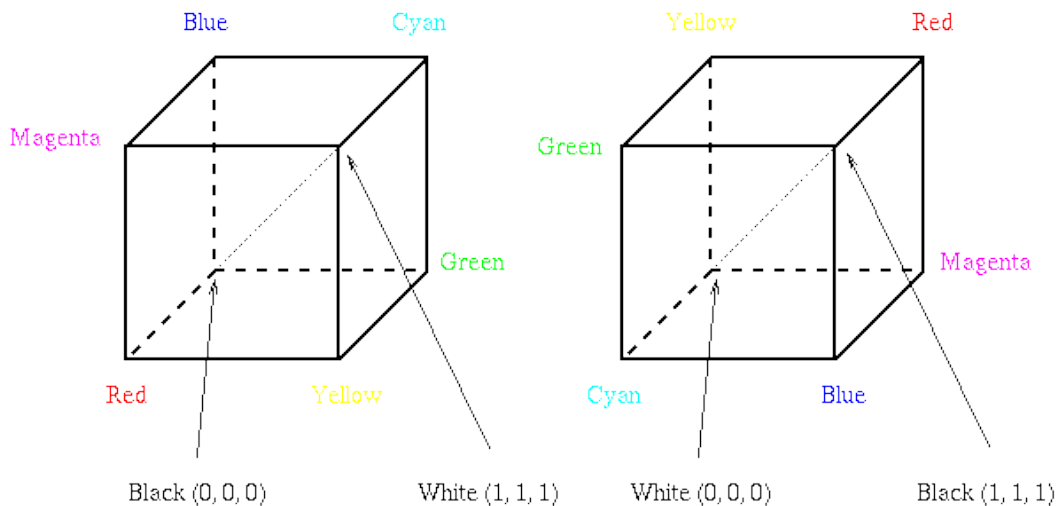
2.4.4 RGB

Με βάση αυτό το χρωματικό μοντέλο, κάθε ένας από τους τρεις αριθμούς αναπαριστά το ποσοστό συμμετοχής του Κόκκινου, Πράσινου και Μπλε (RGB - Red Green Blue) στον προσδιορισμό του χρώματος. Το ποσοστό συμμετοχής καθενός από τα βασικά χρώματα ορίζεται στο διάστημα από 0 (μαύρο) έως 255 (λευκό). Είναι το χρωματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται στις CRT οθόνες όπου κάθε εικονοστοιχείο αποτελείται από 3 φωσφορούχα στοιχεία για κάθε ένα από τα τρία αυτά χρώματα.

2.4.5 CMYK

Εκτός από το RGB, υπάρχει και το μοντέλο CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, black), που χρησιμοποιείται συνήθως στην τυπογραφία και όχι στις εφαρμογές πολυμέσων. Τα χρώματα αυτά είναι συμπληρωματικά των RGB. Παρατηρώντας τις παρακάτω σχέσεις μεταξύ των δύο χρωματικών μοντέλων προκύπτει η εξίσωση μετατροπής από το ένα στο άλλο.

Κόκκινο + Μπλε = Magenta
Κόκκινο + Πράσινο = Κίτρινο
Μπλε + Πράσινο = Cyan
Magenta + Cyan = Μπλε
Magenta + Κίτρινο = Κόκκινο
Cyan + Κίτρινο = Πράσινο



Εικόνα 2. Χρωματικά μοντέλα RGB και CMYK

Ο μετασχηματισμός από το μοντέλο RGB στο μοντέλο CMYK δίνεται από την παρακάτω εξίσωση [5]:

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$

2.4.6 YUV - YIQ

Εκτός από το RGB και CMYK μοντέλο, υπάρχουν τα χρωματικά μοντέλα YIQ και YUV. Στο YUV μοντέλο, το Y αναπαριστά τη φωτεινότητα και τα U και V είναι τα χρωματικά συστατικά που ορίζονται ως η διαφορά ενός χρώματος από το λευκό στην ίδια φωτεινότητα. Χρησιμοποιείται κυρίως στη μετάδοση τηλεοπτικού σήματος PAL συστήματος. Στην υλοποίηση για το σήμα PAL ισχύει η εξής εξίσωση:

$$U = 0.492 (B - Y)$$

$$V = 0.877 (R - Y)$$

Ένα παρόμοιο προς το YUV μοντέλο που χρησιμοποιείται όπως θα δούμε παρακάτω στους αλγορίθμους συμπίεσης του JPEG και MPEG format, είναι το YCbCr. Στο μοντέλο αυτό τα χρωματικά συστατικά είναι τα Cb και Cr και η σχέση τους δίνεται από τον ακόλουθο μετασχηματισμό:

$$Cb = (B - Y) / 1.772 + 0.5$$

$$Cr = (R - Y) / 1.402 + 0.5$$

Αντίστοιχα με το YUV μοντέλο για το σήμα PAL, υπάρχει το YIQ μοντέλο στην περίπτωση του NTSC τηλεοπτικού σήματος.

2.4.7 HSB – HSL

Με βάση τα χρωματικά μοντέλα HSB – HSL όλα τα χρώματα μπορούν να περιγραφούν και με τον συνδυασμό των εξής τριών βασικών χαρακτηριστικών :

- Hue. Η απόχρωση, που είναι το κύριο χαρακτηριστικό του χρώματος που το κατατάσσει στο φάσμα. Καθορίζεται με γωνιακούς όρους από 0 έως 360 βαθμούς.
- Saturation. Ο κορεσμός, ο βαθμός δηλ. απόχρωσης του χρώματος που καθορίζεται από 0% έως 100%.
- Brightness (φωτεινότητα) ή Lightness (σκίαση). Αναπαριστά το πόσο φωτεινό ή σκοτεινό μπορεί να είναι ένα χρώμα. Με 100% φωτεινότητα (σκίαση 0%) δίνει λευκό ενώ με 0% δίνει μαύρο και 50% καθαρό χρώμα.

2.5 Αλγόριθμοι Συμπίεσης

Όπως θα δούμε παρακάτω, το βασικό πρόβλημα στη μετάδοση πολυμεσικών εφαρμογών μέσω δικτύων είναι η ταχύτητα μετάδοσης. Η μετάδοση μεγάλων όγκων δεδομένων είναι προς το παρόν απαγορευτική συνεπώς η αναπαράσταση οποιασδήποτε πληροφορίας πρέπει να γίνεται με τον αποδοτικότερο τρόπο όσον αφορά το μέγεθος και τον αριθμό των bits που αυτή απαιτεί. Για την δημιουργία λοιπόν αρχείων εικόνων που να μη απαιτούν μεγάλη ποσότητα μνήμης, αναπτύχθηκαν διάφοροι αλγόριθμοι συμπίεσης.

Η συμπίεση είναι η διαδικασία μετατροπής ενός αρχείου από μια μορφή σε μια άλλη περιορίζοντας το μέγεθος του. Ο βαθμός της συμπίεσης μετριέται με το λόγο συμπίεσης που ισούται με το λόγο του όγκου των αρχικών δεδομένων προς τον όγκο τους μετά τη συμπίεση. Αν για παράδειγμα μια εικόνα 1 MB περιοριστεί τελικά στα 100 KB τότε ο λόγος συμπίεσης είναι 10:1. Υπάρχουν αλγόριθμοι συμπίεσης με σταθερό λόγο συμπίεσης και άλλοι με μεταβλητό ανάλογα τα δεδομένα που συμπιέζονται.

Οι αλγόριθμοι συμπίεσης επίσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τους απωλεστικούς και τους μη απωλεστικούς. Οι μη απωλεστικοί είναι αυτοί οι οποίοι καταφέρνουν να περιορίσουν τον όγκο των δεδομένων χωρίς να μειώσουν την ποιότητα της αρχικής εικόνας, χωρίς να χαθεί καμία λεπτομέρεια, χωρίς δηλαδή να έχουμε καμία απώλεια πληροφορίας. Έτσι όταν η εικόνα αποσυμπιεστεί τότε θα είναι ακριβώς ίδια με την πρωτότυπη. Οι αλγόριθμοι αυτοί στηρίζονται κυρίως στο γεγονός ότι κατά την κωδικοποίηση της πληροφορίας σε διάφορες μορφές αρχείων γίνεται σπατάλη μνήμης ενώ η ίδια πληροφορία θα μπορούσε να αποθηκευτεί με έναν αποδοτικότερο τρόπο χρησιμοποιώντας πολύ λιγότερα bits.

Αντίθετα οι απωλεστικοί αλγόριθμοι συμπίεσης επιτυγχάνουν μεγάλο βαθμό συμπίεσης θυσιάζοντας όμως μέρος της πληροφορίας. Η απώλεια λεπτομέρειας γίνεται βέβαια σε τέτοιο βαθμό που η ποιότητα της συμπιεσμένης εικόνας να παραμένει ικανοποιητική. Τα πιο διαδεδομένα πρότυπα συμπιεσμένων εικόνων είναι το JPEG και GIF.

2.5.1 Αλγόριθμος Συμπίεσης JPEG

Ο Αλγόριθμος Συμπίεσης JPEG έχει πάρει το όνομα του από τα αρχικά της επιτροπής (Joint Photographic Experts Group) που τυποποίησε το πρότυπο. Είναι αλγόριθμος που έχει απώλειες κατά την συμπίεση της εικόνας, παρόλα αυτά όμως λόγω των περιορισμών της ανθρώπινης όρασης, κυρίως του ότι μια μικρή αλλαγή στα χρώματα γίνεται λιγότερο αντιληπτή από μια αντίστοιχη αλλαγή στην φωτεινότητα, οι διαφορές δεν γίνονται τόσο έντονα αντιληπτές. Κατά τη συμπίεση μιας εικόνας υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης του ποσοστού απωλειών μέχρι και στο 0% έχοντας όμως έτσι πολύ μικρό βαθμό συμπίεσης. Επίσης οι αποκωδικοποιητές μπορούν να μειώσουν την ποιότητα της εικόνας σε αντάλλαγμα επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερη ταχύτητα αποκωδικοποίησης.

Τα βήματα της διαδικασίας που ακολουθεί ο αλγόριθμος είναι τα εξής:

1. Μετατροπή του χρωματικού μοντέλου

Σε πρώτο στάδιο η εικόνα μετατρέπεται από το πρωτότυπο χρωματικό μοντέλο που είναι συνήθως το RGB σε χρωματικό μοντέλο που υποστηρίζει φωτεινότητα και χρωματισμό, όπως τα YUV και YCbCR. Αυτό γίνεται γιατί όπως προαναφέραμε μας ενδιαφέρει περισσότερο να έχουμε πιστή απεικόνιση της φωτεινότητας παρά των χρωματικών αποχρώσεων, αφού το ανθρώπινο μάτι είναι περισσότερο ευαίσθητο σε υψηλής συχνότητας φωτισμό παρά σε υψηλής συχνότητας χρωματισμό.

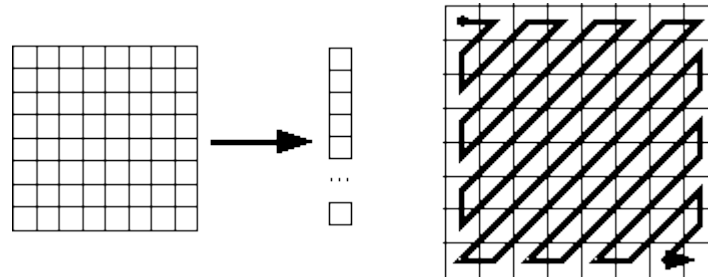
2. Επεξεργασία Διακριτού Συνημιτονοειδούς Μετασχηματισμού

Οι τιμές των pixels για κάθε συστατικό ομαδοποιούνται σε μήτρες 8x8. Επεξεργαζόμαστε κάθε μήτρα με χρήση Διακριτού Συνημιτονοειδούς Μετασχηματισμού (ΔΣΜ - DCT), ο οποίος είναι παρόμοιος με τον μετασχηματισμό Fourier και έτσι παίρνουμε ένα χάρτη συχνотήτων με στοιχεία ομάδες 8x8=64 στοιχείων.

3. Κβαντοποίηση

Σε αυτό το βήμα και οι 64 συντελεστές DCT κβαντίζονται με τη βοήθεια ενός πίνακα κβαντοποίησης 64 θέσεων και στρογγυλοποιούμε τα αποτελέσματα σε ακεραίους. Εδώ γίνεται η βασική απώλεια πληροφορίας Η κβαντοποίηση μειώνει το μέγεθος των συντελεστών που συνεισφέρουν ελάχιστα ή καθόλου στην ποιότητα της εικόνας και με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο αριθμός των μηδενικών συντελεστών. Μετά την διαδικασία

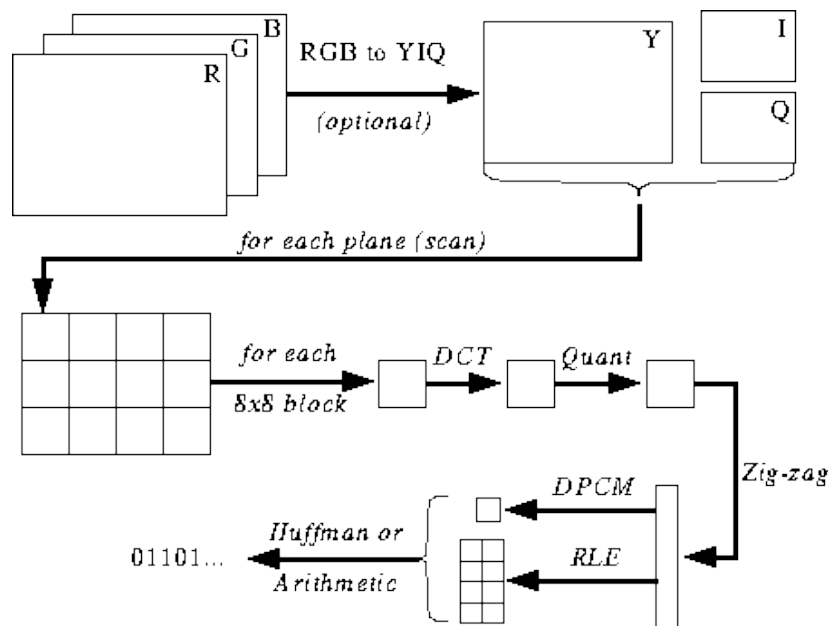
κβάντισης οι συντελεστές του μετασχηματισμού DCT διατάσσονται σε μονοδιάστατες μήτρες (1X64) με μία σειρά zig-zag όπως φαίνεται στο σχήμα, επειδή οι συντελεστές μικρής συχνότητας είναι πιθανότερο να είναι μη μηδενικοί απ' αυτούς μεγαλύτερης συχνότητας.



Εικόνα 3. Zig-Zag ακολουθία

4. Κωδικοποίηση Huffman

Από το προηγούμενο βήμα προκύπτουν πολλές μηδενικές τιμές. Έτσι σε αυτό το βήμα κωδικοποιούμε τις μειωμένες συντεταγμένες χρησιμοποιώντας κυρίως την μέθοδο Huffman και πιο σπάνια την αριθμητική μέθοδο. Η διαδικασία της κωδικοποίησης δεν έχει απώλειες οπότε δεν επηρεάζει την ποιότητα της εικόνας.



Εικόνα 4. Ο αλγόριθμος JPEG

Στα JPEG αρχεία, οι παράμετροι της συμπίεσης είναι αποθηκευμένες στη κεφαλή του αρχείου ώστε ο αποκωδικοποιητής να μπορεί να αντιστρέψει την διαδικασία. Στην

κεφαλή περιέχονται οι πίνακες κβαντοποίησης και κωδικοποίησης Huffman, επειδή όμως είναι κοινοί και γνωστοί στις εφαρμογές εμφάνισης των JPEG εικόνων, μπορούν να παραλειφθούν έτσι ώστε να γίνει εξοικονόμηση αρκετών bytes. Θα λέγαμε ότι οι JPEG εικόνες είναι ιδανικές για τη χρήση τους σε εφαρμογές πολυμέσων μέσω Internet, διότι το μέγεθος των αρχείων είναι πολύ μικρό και παράλληλα υποστηρίζουν 24-bit βάθος χρώματος [6].

2.5.2 Εικόνες GIF

Οι εικόνες GIF (Graphics Interchange Format) δημιουργήθηκαν από την εταιρία UNISYS και CompuServe, αρχικά για να μεταδίδονται γραφικά και εικόνες μέσω τηλεφωνικών γραμμών και modems. Χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Lempel-Ziv Welch παρόμοιο της κωδικοποίησης Huffman και χρησιμοποιεί μόνο 8 bit για την αναπαράσταση του χρωματικού βάθους. Αυτό σημαίνει πως το πλήθος των χρωμάτων σε μια εικόνα περιορίζεται στα 256, που όμως είναι αρκετά για απλές εικόνες και σχήματα ειδικά σε αποχρώσεις του γκρι. Έτσι παράγονται αρχεία πολύ μικρά σε μέγεθος που είναι ιδανικά για τη χρήση τους σε εφαρμογές πολυμέσων μέσω Internet.

Εκτός από τις εικόνες JPEG και GIF με επέκταση ονόματος αρχείου *.jpg και *.gif υπάρχουν και άλλοι τύποι αρχείων:

TIFF

Τα αρχεία τύπου TIFF (Tagged Image File Format) μπορούν να αναπαραστήσουν πολλά είδη εικόνας (grayscale, 8-bit & 24-bit RGB). Αναπτύχθηκαν από την Aldus και αργότερα υποστηρίχτηκαν από τη Microsoft. Οι εικόνες TIFF είναι μη απωλεστικές. Περιέχουν ασυμπίεστη πληροφορία χωρίς απώλειες και υποστηρίζονται από διάφορες πλατφόρμες υλικού και λογισμικού. Το μειονέκτημα είναι ότι παράγουν μεγάλο μέγεθος αρχείου.

Postscript/Encapsulated Postscript

Αυτού του είδους τα αρχεία περιέχουν μια γλώσσα για την περιγραφή κειμένου καθώς και διανυσματικών και χαρτογραφικών εικόνων. Χρησιμοποιούνται από αρκετά διαδεδομένα προγράμματα όπως το Illustrator και το FreeHand. Το μειονέκτημα είναι ότι παράγουν μεγάλο μέγεθος αρχείου.

Microsoft Windows BMP

Αποτελεί το standard αρχείο εικόνας για την πλατφόρμα των Microsoft Windows. Χρησιμοποιείται από το PC Paintbrush και άλλα και αποθηκεύει 24-bit εικόνες bitmap. Από τα Windows 3.0 και μετά χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος συμπίεσης RLE (run-length encoded) για τη μείωση του μεγέθους. Παρά το γεγονός ότι υποστηρίζεται από κάθε PC παράγει τόσο μεγάλα αρχεία που η χρήση του είναι απαγορευτική για εφαρμογές πολυμέσων μέσω Internet.

Macintosh PAINT και PICT

Τα αρχεία PAINT αρχικά χρησιμοποιούνταν στην πλατφόρμα Macintosh από την εφαρμογή MacPaint, για μονόχρωμες εικόνες. Οι εικόνες PICT χρησιμοποιούνται κυρίως από το MacDraw.

TGA

Τα TGA αρχεία αναπτύχθηκαν αρχικά για να υποστηρίξουν την κάρτα Targa VGA της True Vision. Χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή έγχρωμων εικόνων σε εφαρμογές όπως το 3D Studio.

PCD

Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε από την Kodak για την ψηφιοποίηση εικόνων και την αποθήκευσή τους στο Photo CD. Υποστηρίζει εικόνες υψηλής ποιότητας και συμπίεσης και διατηρεί πλήθος πληροφοριών (όπως channels, layers, paths) για την ολοκληρωμένη επεξεργασία της εικόνας. Παρόλα αυτά είναι συμβατό μόνον με συγκεκριμένες εφαρμογές και δεν χρησιμοποιείται στο Web.

WMF

Δημιουργήθηκε για διανυσματικές εικόνες στα Windows. Επίσης υποστηρίζει εικόνες bitmap και είναι ευρέως διαδεδομένο στην πλατφόρμα των Microsoft Windows και κυρίως στις εφαρμογές του MS Office.

CDR

Είναι το standard format του σχεδιαστικού πακέτου Corel Draw. Παράγει μικρό μέγεθος αρχείου και εικόνες με ομαλή αναπαράσταση καμπυλών αλλά μη φωτορεαλιστικές. Περιέχει επίσης γραμματοσειρές, λογότυπα, σχεδιαγράμματα αλλά δεν χρησιμοποιείται σε web εφαρμογές.

DXF

Τα αρχεία αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως από σχεδιαστικά και αρχιτεκτονικά προγράμματα CAD/CAM όπως το AutoCAD.

2.6 Ήχος

Βασικό συστατικό μιας πολυμεσικής εφαρμογής είναι ο ήχος. Μια πολυμεσική εφαρμογή χωρίς ήχο θα ήταν σαν ταινία βωβού κινηματογράφου. Ο αναλογικός ήχος δεν είναι τίποτα άλλο παρά κυμάνσεις του αέρα, το πλάτος και η συχνότητα των οποίων διαμορφώνουν το ακουστικό αποτέλεσμα. Ο απλούστερος τύπος κύμανσης είναι το ημιτονικό σήμα, το οποίο αντιστοιχεί σε μία μόνο συχνότητα και είναι ένα περιοδικό σήμα. Τα περιοδικά κύματα δημιουργούν ήχους που λέγονται τόνοι, όπως είναι οι τόνοι που παράγουν τα μουσικά όργανα.

Βασικό στοιχείο μιας ηχητικής κύμανσης είναι τα εξής:

Η ένταση, δηλ. το πλάτος της. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος, τόσο ισχυρότερα ακούγεται ο ήχος. Φυσική μονάδα μέτρησης της έντασης του ήχου είναι το decibel (dB), που είναι μια λογαριθμική κλίμακα. Όταν διπλασιάζεται η ένταση ενός ήχου, αυξάνει κατά 3 dB στη λογαριθμική κλίμακα.

Η συχνότητα, ανάλογα με την οποία κατατάσσουμε τους ήχους σε μπάσους ή οξείς. Η συχνότητα ενός ηχητικού σήματος ορίζεται σαν ο αριθμός των παλμικών δονήσεων ανά δευτερόλεπτο και μετριέται σε Hertz (Hz).

Σε μια πολυμεσική εφαρμογή ο ήχος μπορεί να έχει διάφορους ρόλους. Μπορεί να είναι απλώς συνοδευτικός καθώς ο χρήστης περιηγείται στο περιεχόμενο της εφαρμογής ή να έχει τη μορφή κάποιων ηχητικών εφέ. Μπορεί να έχει βασικό ρόλο όπως η αφήγηση πληροφοριών ή ένα ηχητικό ντοκουμέντο. Για όλες αυτές τις περιπτώσεις ο ήχος θα πρέπει να συμπεριληφθεί και να ενσωματωθεί στην πολυμεσική εφαρμογή σε ψηφιακή μορφή.

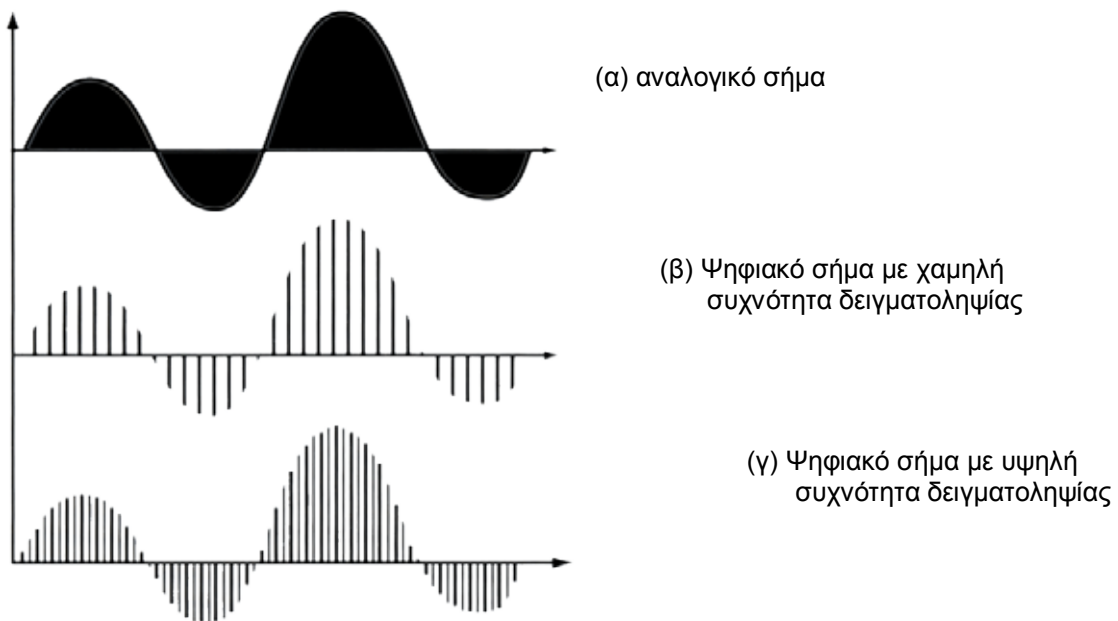
2.7 Ψηφιακός Ήχος

Υπάρχουν δύο τρόποι για να δημιουργήσουμε και να επεξεργαστούμε ψηφιακούς ήχους. Ο ένας τρόπος είναι να μετατρέψουμε σε ψηφιακό έναν αναλογικό ήχο και να τον αποθηκεύσουμε σε ψηφιακή μορφή στον υπολογιστή και ο άλλος είναι να δημιουργήσουμε έναν ψηφιακό ήχο με ένα κατάλληλο λογισμικό σύνθεσης και επεξεργασίας ήχου. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος είναι η μετατροπή του αναλογικού ήχου σε ψηφιακό που λέγεται και Ψηφιοποίηση Ήχου.

2.7.1 Ψηφιοποίηση Ήχου

Η ψηφιοποίηση του ήχου γίνεται με τη σύνδεση του υπολογιστή με διάφορες πηγές αναλογικού ήχου όπως είναι το ραδιόφωνο, το CD-player, η τηλεόραση, το μικρόφωνο και άλλα. Η ψηφιοποίηση γίνεται από μια ειδική μονάδα που λέγεται Μετατροπέας Αναλογικού Σήματος σε Ψηφιακό ADC (Analog to Digital Converter). Η διαδικασία αυτή ονομάζεται δειγματοληψία (sampling) και απαιτεί την παρουσία και του κατάλληλου προγράμματος επεξεργασίας ήχου. Ο μετατροπέας ADC παίρνει δείγματα του αναλογικού σήματος με κάποιο συγκεκριμένο ρυθμό, για κάθε δείγμα υπολογίζει το πλάτος του σήματος και το αποθηκεύει σε ψηφιακή μορφή. Έτσι έχουμε μια ακολουθία από δείγματα, τα οποία κατά τη φάση της αναπαραγωγής τους θα μας δώσουν τον αρχικό ήχο. Πολύ σημαντικό μέγεθος στη δειγματοληψία είναι ο ρυθμός δειγματοληψίας.

Ο ρυθμός δειγματοληψίας καθορίζει τον αριθμό των δειγμάτων που παίρνει ο μετατροπέας ανά δευτερόλεπτο και μετριέται σε KHz. όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η συχνότητα τόσο πιστότερη είναι η μετατροπή του ήχου. Οι σύγχρονες κάρτες ήχου προσφέρουν συχνότητες δειγματοληψίας στα 11 KHz, 22,050 KHz και 44,100 KHz. Στο σχήμα βλέπουμε την κυματομορφή ενός αναλογικού σήματος (α) και τη δειγματοληψία των πλατών με χαμηλή (β) και υψηλή (γ) συχνότητα.



Εικόνα 5. Αναλογικός και Ψηφιακός Ήχος

Ένα επίσης σημαντικό μέγεθος στη δειγματοληψία είναι το μέγεθος δείγματος. Το μέγεθος δείγματος ισούται με τον αριθμό των δυαδικών ψηφίων (bit) που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του πλάτους σήματος. Καθορίζει δηλαδή το πλήθος των διακριτών τιμών (σταθμών τάσης) στις οποίες μπορεί να αναλυθεί το ηχητικό σήμα. Αν η δειγματοληψία έχει μέγεθος δείγματος 8 bits, αυτό σημαίνει ότι μπορεί να αποθηκεύσει 256 (2^8) διαφορετικές τιμές. Αν, όμως, η δειγματοληψία έχει μέγεθος δείγματος των 16 bits, τότε από τη δειγματοληψία μπορούμε να έχουμε 65.536 (2^{16}) διαφορετικές τιμές και άρα πολύ καλύτερη ευκρίνεια και απόδοση του αρχικού αναλογικού ήχου.

Η συχνότητα δειγματοληψίας εξαρτάται άμεσα από τη συχνότητα του αναλογικού σήματος και καθορίζεται από το θεώρημα του Nyquist, σύμφωνα με το οποίο :

“Η μεγαλύτερη συχνότητα ενός αναλογικού σήματος που μπορεί να αποδοθεί χωρίς αλλοίωση πρέπει να είναι ίση με το μισό της συχνότητας δειγματοληψίας”.

Με βάση το θεώρημα αυτό έχει καθοριστεί ότι η συχνότητα δειγματοληψίας των 44.100 Hz με δείγματα των 16 bits είναι αρκετή για να έχουμε ψηφιοποίηση στερεοφωνικής ποιότητας υψηλής πιστότητας αφού υπερκαλύπτει το μέγιστο όριο απόκρισης των 20

KHz για το ανθρώπινο αυτί. Μ' αυτή την τυποποίηση είναι ψηφιοποιημένοι και οι ήχοι των μουσικών CD στο εμπόριο.

Είναι φανερό πως όσο πιο μεγάλος είναι ο ρυθμός δειγματοληψίας και το μέγεθος δείγματος τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα και πιστότητα του παραγόμενου ψηφιακού σήματος. Από την άλλη όμως τόσο πιο μεγάλος είναι και ο αριθμός των bits που απαιτούνται για την αναπαράσταση του ήχου, θέμα πολύ κρίσιμο όπως θα δούμε για τις πολυμεσικές εφαρμογές μέσω Internet. Η απαιτούμενη χωρητικότητα για την αναπαράσταση και αποθήκευση ενός ψηφιοποιημένου ήχου K καναλιών ηχογράφησης με συχνότητα δειγματοληψίας R , μέγεθος δείγματος S και διάρκεια t δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Χωρητικότητα (bits)} = K \times R \text{ (Hz)} \times S \text{ (bits)} \times t \text{ (sec)}$$

Για παράδειγμα για να αποθηκεύσουμε 1 λεπτό στερεοφωνικού ήχου, θα χρειαζόμασταν $2 \times 44100 \times 16/8 \times 60 = 10,1$ MB, δηλ. περίπου 10 MB που είναι ένα αρκετά μεγάλο μέγεθος αρχείου.

Προφανώς το μέγεθος των αρχείων ήχου είναι ανάλογο προς την ποιότητα του αναπαραστώμενου ήχου. Αρχεία ήχου μεγάλου μεγέθους είναι όμως απαγορευτικά για εφαρμογές πολυμέσων μέσω του Ίντερνετ. Ειδικά στην περίπτωση των εφαρμογών πραγματικού χρόνου, οι περιορισμοί στο εύρος των μέσων μεταφοράς των δεδομένων είναι μεγάλοι. Όπως θα δούμε αργότερα υπάρχουν διάφοροι αλγόριθμοι κωδικοποίησης και συμπίεσης του ήχου, όπως το MPEG Audio Layer 3 ή αλλιώς MP3, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής ροή ήχου με όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες [7].

2.7.2 Η Κωδικοποίηση MIDI

Τα αρχικά MIDI σημαίνουν Musical Instrument Digital Interface και είναι ένας τρόπος ψηφιακής αναπαραγωγής ήχου που αναπτύχθηκε το 1982 από μεγάλες εταιρείες κατασκευής μουσικών οργάνων, σαν μια μέθοδος για την επικοινωνία συσκευών σ' ένα ψηφιακό στούντιο μουσικής. Σ' αυτή την περίπτωση, ο ήχος καταγράφεται σαν μια ακολουθία από νότες, οι οποίες και αναπαράγονται με τις κατάλληλες περιφερειακές συσκευές. Δεν μπορούμε να αποθηκεύσουμε ομιλία, αλλά μόνο μουσική και το μέγεθος

των αρχείων που σχηματίζονται είναι πολύ μικρό, αφού πρόκειται για αρχεία μορφής ASCII.

Τα MIDI αρχεία ήχου αποθηκεύουν τη μουσική σαν μια ακολουθία από νότες, όπου η κάθε νότα συνοδεύεται από ένα πλήθος χαρακτηριστικών όπως είναι το όργανο που την αναπαράγει, η διάρκεια του ήχου, η ένταση, η χροιά κ.ά. Στη συνέχεια, μια ειδική κάρτα ήχου αναπαράγει αυτές τις νότες και συνθέτει την τελική μουσική. Η πιστότητα της μουσικής που παράγεται εξαρτάται άμεσα από την ποιότητα της MIDI κάρτας ήχου.

Τα προγράμματα επεξεργασίας ήχων MIDI αναφέρονται σαν MIDI Sequencers και η διαδικασία της επεξεργασίας του ήχου ως MIDI Sequencing. Από τα καλύτερα προγράμματα επεξεργασίας ήχων MIDI είναι το Cakewalk.

2.8 Τα Κυριότερα Είδη Αρχείων Ήχου

Τα είδη αρχείων ήχου που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τα εξής :

- .VOC, εισάχθηκε από την εταιρεία Creative για χρήση με την κάρτα ήχου Sound Blaster και υποστηρίζει πληροφορία των 8 bits με συχνότητα δειγματοληψίας από 11.025 έως 44.100 Hz.
- .WAV, που είναι ο στάνταρτ τρόπος υποστήριξης ψηφιακού ήχου στο περιβάλλον των Windows. Υποστηρίζει ήχους σε 8 ή και 16 bits με συχνότητα δειγματοληψίας από 11.025 έως 44.100 Hz.
- .MID, πρόκειται για αρχεία κειμένου (ascii files), όπου οι πληροφορίες αφορούν στις νότες που πρέπει να αναπαραχθούν, στον ρυθμό της μουσικής και στο μέτρο.
- .AIFF (Audio Interchange File Format), είναι μια μορφή κωδικοποίησης που εισήγαγε η εταιρεία Apple για τους υπολογιστές Macintosh.

2.9 Animation - Προσομοίωση Κίνησης

Το animation ή αλλιώς προσομοίωση κίνησης είναι η απόδοση κίνησης σε αντικείμενα, δηλ. η προσομοίωση της κίνησής τους με την πάροδο του χρόνου. Η κίνηση επιτυγχάνεται από τη γρήγορη εμφάνιση μιας σειράς εικόνων ή πλαισίων (frames) ή καρέ σε διαφορετικά στάδια της τροχιάς. Η εναλλαγή των εικόνων πρέπει να γίνεται με

τέτοια ταχύτητα έτσι ώστε να δίνει την εντύπωση της συνεχόμενης κίνησης. Η ιδανική προσομοίωση κίνησης επιτυγχάνεται με την εναλλαγή τουλάχιστον 24 καρέ ανά δευτερόλεπτο. Οι εικόνες έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε η καθεμία να αποτελεί τη λογική συνέχεια της προηγούμενης. Υπάρχουν δύο τύποι animation που απεικονίζουν είτε κίνηση στο επίπεδο (2D) είτε στο χώρο (3D).

Στην πρώτη περίπτωση έχουμε το cell animation και το path animation. Στο cell animation το φόντο παραμένει σταθερό και αυτό που αλλάζει ο σχεδιαστής σε κάθε καρέ είναι ένα αντικείμενο ή ένας χαρακτήρας. Διάφορα εργαλεία όπως το Macromedia Director υποστηρίζει τέτοιου είδους κίνηση. Στο path animation ο χρήστης ορίζει μια τροχιά πάνω στην οποία θα κινηθεί το αντικείμενο ή ορίζει την αρχική και τελική του θέση και αυτόματα το εργαλείο γεμίζει τα καρέ. Η μέθοδος, σύμφωνα με την οποία τοποθετούμε τα μοντέλα σε συγκεκριμένα σημεία της τροχιάς στα οποία γίνεται αλλαγή της κατεύθυνσης της κίνησης και το πρόγραμμα δημιουργεί μόνο του τα ενδιάμεσα στάδια λέγεται tweening.

Μπορούμε επίσης να ορίσουμε να γίνεται σταδιακή μεγέθυνση ή σμίκρυνση των αντικειμένων ή αλλαγή του χρώματός τους και άλλων χαρακτηριστικών τους ή ακόμη και μεταμόρφωσή τους σ' άλλα αντικείμενα. Η μέθοδος αυτή λέγεται morphing.

Από τη άλλη υπάρχει το Animation τριών διαστάσεων που περιλαμβάνει 3 στάδια:

- Μοντελοποίηση: είναι η διαδικασία σχεδίασης του τρισδιάστατου αντικειμένου, καθορίζοντας τις διάφορες όψεις του στο χώρο.
- Animation: περιλαμβάνει τον καθορισμό της κίνησης και των αλλαγών στον χρόνο.
- Φωτορεαλιστική απεικόνιση: στο στάδιο αυτό αποδίδονται στο αντικείμενο φωτορεαλιστικά χαρακτηριστικά όπως σκίαση, επιφανειακή υφή χρώμα κλπ.

2.10 Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR)

Εικονική πραγματικότητα είναι ένα τεχνητό τρισδιάστατο περιβάλλον στο οποίο ένας χρήστης Η/Υ μπορεί να βιώνει και να χειρίζεται την προσομοίωση φυσικών καταστάσεων. Μπορεί δηλαδή να βιώνει εμπειρίες σε έναν εικονικό και όχι πραγματικό κόσμο. Τις εμπειρίες αυτές ο χρήστης τις βιώνει με όλες τις αισθήσεις του

χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα γραφικά και εικόνες, πολυκάναλους ήχους και πολλές φορές εξειδικευμένες συσκευές για την ενεργοποίηση και των άλλων αισθήσεων όπως η αφή. Συνεπώς για να υλοποιηθεί ένα τέτοιο πολυμεσικό περιβάλλον χρειάζεται το κατάλληλο υλικό.

Οι εικονικοί κόσμοι μέσω Internet σε επίπεδο λογισμικού δημιουργούνται με τη χρήση μιας υπολογιστικής γλώσσας, ονόματι Virtual Reality Modeling Language (VRML). Η συγκεκριμένη γλώσσα δίνει εντολές στους υπολογιστές σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης τρισδιάστατων γεωμετρικών αντικειμένων. Οι προγραμματιστές αλλά και ορισμένοι καλλιτέχνες χρησιμοποιούν την VRML για τη δημιουργία σύνθετων κόσμων από αυτά τα γεωμετρικά αντικείμενα. Ένας VRML κόσμος περιγράφεται από ένα αρχείο κειμένου ASCII το οποίο περιλαμβάνει τις εντολές της γλώσσας και από αρχεία γραφικών τα οποία προσθέτουν μεγαλύτερο ρεαλισμό. Για να γίνει η αναπαραγωγή του εικονικού κόσμου θα πρέπει να υπάρχει ένα πρόγραμμα που να μπορεί να μεταφράσει τις εντολές της VRML και να παράγει το αποτέλεσμα. Αυτό στην περίπτωση του Internet μπορεί να είναι ένας αυτόνομος browser για εικονικούς κόσμους ή πιο συχνά ένα plug-in το οποίο συνεργάζεται με τον συνήθη Web browser.

2.11 Τα Κυριότερα Είδη Αρχείων Animation

Τα βασικότερα είδη αρχείων animation είναι τα εξής :

- .FLI, ήταν το αρχικό πρωτόκολλο αποθήκευσης μια σειράς πλαισίων που συνιστούν μια σκηνή animation. Χρησιμοποιεί την τεχνική χρονικής συμπίεσης (temporal compression) RLE, όπου αποθηκεύονται μόνο οι διαφορές ανάμεσα στα πλαίσια. Η μέγιστη ανάλυση που υποστηρίζει είναι 320 X 200 pixels.
- .FLC, αποτελεί μια εξέλιξη της μορφής FLI και μπορεί να παρουσιάσει animation με ανάλυση 640 X 480.

2.12 Η Ψηφιοποίηση του Βίντεο

Με την ψηφιακή επεξεργασία του βίντεο έχουμε το σημαντικό πλεονέκτημα της εύκολης συνάρμοσης των σκηνών χωρίς την χρησιμοποίηση ειδικών εργαλείων παρά μόνο του Η/Υ και του κατάλληλου λογισμικού. Η Ψηφιοποίηση ενός Βίντεο γίνεται συνήθως με τη χρήση μιας ειδικής κάρτας video για τη μετατροπή ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

ή με τη σύλληψη ψηφιακού video με τη χρήση ψηφιακής βιντεοκάμερας (digital camcoder). Γενικά οι κυριότερες πηγές από όπου μπορούμε να αντλήσουμε αρχεία video είναι οι εξής:

- Μέσω ειδικής κάρτας video και σύλληψη από αναλογικό Video
- Μέσω κάρτας σύλληψης με τηλεοπτικό δέκτη, από τηλεοπτικό σήμα
- Σύλληψη ψηφιακού video με τη χρήση ψηφιακής βιντεοκάμερας (digital camcoder)
- Αντιγραφή αρχείων video από διάφορα αποθηκευτικά μέσα
- Κατέβασμα αρχείων video από το διαδίκτυο
- Απόσπαση video τίτλων (extraction) από DVD, SVCD, VCD
- Σύλληψη της απεικόνισης της οθόνης του υπολογιστή

Η μέθοδος συμπίεσης που χρησιμοποιούν οι περισσότερες κάρτες βίντεο είναι η M-JPEG (Motion-JPEG), με την οποία μπορούμε να πετύχουμε λόγους συμπίεσης από 3:1 έως και 200:1, όπου όσο μικρότερη είναι η συμπίεση τόσο καλύτερη ποιότητα έχουμε, αλλά και τόσο περισσότερο χώρο καταλαμβάνουν τα αρχεία στον δίσκο.

Η ποιότητα της εικόνας βίντεο κατατάσσεται ως εξής :

- Ποιότητα εκπομπής, με συμπίεση από 3:1 έως 5:1, που συγκρίνεται με επαγγελματικά συστήματα BetacamSP.
- Ψηφιακή ποιότητα, με συμπίεση από 5:1 έως 12:1, που συγκρίνεται με συστήματα S-VHS.
- Αναλογική ποιότητα, με συμπίεση μεγαλύτερη από 12:1, που συγκρίνεται με συστήματα VHS 2ης ή 3ης γενιάς.

Τα πρότυπα που έχουν επικρατήσει για τις βιντεοεικόνες είναι το QuickTime της Apple και το AVI (Audio Video Interleave) της Microsoft, ενώ για τον ήχο το QuickTime και οι μορφοποιήσεις WAV και AIFF.

Κατά την παραγωγή ενός αρχείου βίντεο, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τις εξής παραμέτρους ποιότητας:

- Λόγος συμπίεσης,
- Μέγεθος εικόνας,
- Ταχύτητα σε fps (frames per second) και
- Βάθος χρώματος.

2.13 Τα Κυριότερα Είδη Αρχείων Βίντεο

Τα κυριότερα είδη (formats) αρχείων βίντεο είναι τα εξής :

- .MOV, αναπτύχθηκε αρχικά για υπολογιστές Macintosh, ενώ τρέχει και σε PC's με το πρόγραμμα QuickTime for Windows.
- .MPEG, έχει βάθος χρώματος 24 bits και μέγιστο αριθμό frames ανά δευτερόλεπτο 30.
- .AVI, κυριαρχεί στις εφαρμογές των Windows, έχει βάθος χρώματος 24 bits και υποστηρίζει παλέτα 256 χρωμάτων [8].

3. Δίκτυα Υπολογιστών

3.1 Είδη Δικτύων

Ένα δίκτυο υπολογιστών είναι η σύνδεση και επικοινωνία πολλών υπολογιστών μεταξύ τους. Τα δίκτυα ανάλογα με την γεωγραφική τους έκταση χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

Τοπικά Δίκτυα (LAN) είναι τα δίκτυα υπολογιστών που εκτείνονται σε μια σχετικά μικρή γεωγραφική περιοχή όπως είναι μια αίθουσα ή ένα κτίριο.

Μητροπολιτικά Δίκτυα (MAN) είναι τα δίκτυα υπολογιστών που εκτείνονται σε μια μεγαλύτερη γεωγραφική περιοχή όπως είναι μια πόλη.

Δίκτυα Ευρείας Περιοχής είναι τα δίκτυα που έχουν ευρεία έκταση που μπορεί να είναι από μια πόλη μέχρι τα όρια ενός κράτους ή μιας ηπείρου.

Το δίκτυο υπολογιστών που εκτείνεται σε όλο τον κόσμο, διασυνδέει όλα τα τοπικά και ευρείας έκτασης δίκτυα και επιτρέπει την επικοινωνία χρηστών παγκοσμίως ονομάζεται Διαδίκτυο ή Internet.

3.2 Ιστορία του Internet

Το Internet ξεκίνησε τη δεκαετία του '60 όταν εμφανίστηκαν στον στρατό των ΗΠΑ τα πρώτα δίκτυα υπολογιστών, δηλ. υπολογιστές που μπορούσαν να επικοινωνούν μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας πληροφορίες. Καθώς η χρήση των δικτύων υπολογιστών γινόταν ολοένα και πιο απαραίτητη, άρχισε να αναπτύσσεται το 1969 από το Αμερικανικό Υπουργείο Άμυνας, για να συμβάλλει στη διεξαγωγή των ακαδημαϊκών και στρατιωτικών ερευνών της χώρας. ένα δίκτυο με το όνομα ARPANET, δηλ. Advanced Research Projects Agency NETwork ή Δίκτυο Προηγμένων Ερευνητικών Εργασιών, το οποίο μερικά χρόνια αργότερα εξελίχθηκε και μετονομάστηκε σε Internet και κατέκτησε όλο τον κόσμο. Στην αρχή, η πρόσβαση στο ARPANET ήταν περιοριζόταν σε διάφορους οργανισμούς του Υπουργείου Άμυνας, τον στρατό και σε πανεπιστήμια, τα οποία και έκαναν αμυντική έρευνα. Καθώς επεκτεινόταν, όμως, το ARPANET, συνδέονταν σ' αυτό

όλο και περισσότερα ακαδημαϊκά και ερευνητικά δίκτυα, με στόχο να διευκολύνουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων οργανισμών.

Μέχρι το 1983, που έκανε την εμφάνισή του ο πρώτος προσωπικός υπολογιστής (PC - Personal Computer) της IBM, η χρήση των υπολογιστών ήταν προνόμιο των μεγάλων εταιριών, της ακαδημαϊκής κοινότητας και του στρατού. Οι προσωπικοί υπολογιστές γνώρισαν τεράστια τεχνολογική ανάπτυξη τις δεκαετίες του '80 και του '90 και επεκτάθηκαν σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Το επόμενο μεγάλο βήμα ήταν η επικοινωνία των υπολογιστών μεταξύ τους και τελικά η δημιουργία του διαδικτύου, δηλ. του δικτύου που αποτελείται από διάφορα δίκτυα σε όλο τον κόσμο, του Internet.

Το Internet, με τη μορφή που το ξέρουμε σήμερα, ξεκίνησε με τη δημιουργία του NSFNet (National Science Foundation) το 1986, το οποίο αρχικά συνέδεσε υπολογιστικά κέντρα στις ΗΠΑ και αργότερα επεκτάθηκε διασυνδέοντας δίκτυα μεσαίου μεγέθους εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, πανεπιστημίων και ερευνητικών κέντρων. Το NSFNet τελικά αντικατέστησε το ARPANET ενώ παρόμοια διεθνή δίκτυα, όπως το Ευρωπαϊκό EARN και το PACCOM των χωρών του Ειρηνικού Ωκεανού, άρχισαν να δημιουργούνται σ' όλο τον κόσμο. Αυτά, συνδεόμενα μεταξύ τους και με το NSFNet και κατέληξαν έτσι στο σημερινό Internet.

3.3 Υπηρεσίες του Internet

Οι χρήστες του Internet μπορούν να χρησιμοποιούν τις παρακάτω υπηρεσίες:

Το Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο (e-mail) Με το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ή απλά e-mail, οι χρήστες μπορούν να επικοινωνούν με μηνύματα στον υπολογιστή στα οποία επισυνάπτουν αρχεία όπως κείμενα, εικόνες και ηχητικά μηνύματα. Το e-mail είναι άμεσο και γρήγορο δίνοντας τη δυνατότητα της σχεδόν στιγμιαίας επικοινωνίας με αλληλογραφία μεταξύ πολλών χρηστών.

Ο Παγκόσμιος Ιστός (www)

Είναι το σύνολο των ιστοσελίδων που είναι διαθέσιμες στο Internet. Οι ιστοσελίδες είναι αρχεία τα οποία περιέχουν κείμενα, εικόνες, ήχο και video καθώς και υπερσυνδέσεις

προς άλλες θέσεις του ιστού. Τα κείμενα που περιέχουν υπερσυνδέσεις λέγονται υπερκείμενα ενώ τα μέσα που τις χρησιμοποιούν λέγονται υπερμέσα. Οι ιστοσελίδες είναι συνήθως οργανωμένες σε δικτυακούς τόπους. Για την εύρεση πληροφοριών μέσα στον Παγκόσμιο Ιστό υπάρχουν ειδικές τοποθεσίες που λειτουργούν σαν ευρετήρια και ονομάζονται μηχανές αναζήτησης.

Οι μηχανές αναζήτησης είναι βάσεις δεδομένων, όπου είναι καταχωρημένος ένας τεράστιος αριθμός πληροφοριών για τις υπάρχουσες ιστοσελίδες στους δικτυακούς τόπους (sites) του Internet και η όλη αναζήτηση κρατάει μερικά μόνο δευτερόλεπτα.

Μηνύματα σε Κινητά Τηλέφωνα μέσω του Internet

Υπάρχει η δυνατότητα αποστολής και λήψης μηνυμάτων SMS από υπολογιστή σε συσκευές κυψελοειδούς τηλεφωνίας και το αντίστροφο.

Ομάδες Συζητήσεων (newsgroups)

Οι ομάδες συζητήσεων (newsgroups) είναι πίνακες ανακοινώσεων, όπου οι χρήστες μπορούν να δημοσιεύσουν απόψεις για κάποιο θέμα. Οι συζητήσεις είναι κατηγοριοποιημένες κατά θέμα. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα επίσης να απαντήσουν μέσω του πίνακα σε κάποιες δημοσιευμένες απόψεις.

Συνομιλία μέσω του Internet (Chat Rooms)

Με προγράμματα όπως το IRC (Internet Relay Chat) οι χρήστες μπορούν να στέλνουν γραπτά μηνύματα σε πραγματικό χρόνο όπως θα γινόταν σε μια συνομιλία και με κάρτα ήχου, ηχεία και μικρόφωνο, μπορούν να συνομιλούν με ελάχιστο κόστος με άτομα απ' όλο τον κόσμο.

Telnet

Με την υπηρεσία Telnet του Internet ένας χρήστης μπορεί να συνδεθεί μ' έναν απομακρυσμένο υπολογιστή και να μετατρέψει τον υπολογιστή του σε τερματικό έτσι ώστε να μπορεί να ελέγχει τις εφαρμογές και να έχει πρόσβαση σε δεδομένα και προγράμματα του απομακρυσμένου υπολογιστή. Ένας εξυπηρετητής Telnet μπορεί να είναι προσβάσιμος από όλους τους χρήστες ή μπορεί να απαιτεί τη χρήση ειδικού ονόματος χρήστη και κωδικού πρόσβασης. Κάθε σύνοδος Telnet μεταξύ του εξυπηρετητή και του υπολογιστή πελάτη είναι διαφορετική και έχει τους δικούς της

κανόνες και εξαρτάται από τον τύπο του συστήματος που έχει εγκατασταθεί στον άλλον υπολογιστή. Η ταχύτητα της υπηρεσίας Telnet εξαρτάται από το πόσο μεγάλη κίνηση υπάρχει προς τον υπολογιστή-εξυπηρετητή και στον αριθμό των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι εκείνη τη στιγμή.

Μεταφορά Αρχείων FTP (File Transfer Protocol)

Το πρωτόκολλο FTP χρησιμοποιείται για την μεταφορά των αρχείων από υπολογιστή σε υπολογιστή. Τα αρχεία που μεταφέρονται μπορεί να είναι είτε εκτελέσιμα αρχεία ή αρχεία δεδομένων. Τα αρχεία στέλνονται στον υπολογιστή παραλήπτη από έναν ftp server που ανήκει συνήθως σε μεγάλες εταιρείες ή οργανισμούς που παρέχουν υπηρεσίες στους χρήστες του Internet.

Μετάδοση Βίντεο και Ήχου μέσω του Internet

Με το πρόγραμμα CU-SeeMe και εφόσον διαθέτουμε κάμερα συνδεδεμένη στον υπολογιστή μας, μπορούμε να μεταδίδουμε κινούμενη εικόνα (βίντεο) σ' όλο τον κόσμο.

3.4 TCP/IP

Το Internet χρησιμοποιεί την τεχνολογία μεταγωγής πακέτων για τη μεταφορά των δεδομένων: τα δεδομένα κόβονται σε κομμάτια που ονομάζονται πακέτα. Ο χωρισμός των δεδομένων σε πακέτα επιτρέπει στο Internet να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα τις ίδιες γραμμές επικοινωνίας για να εξυπηρετεί πολλούς χρήστες.

Όλα τα πακέτα περιέχουν βασικά στοιχεία όπως :

- Διεύθυνση προέλευσης
- Δεδομένα
- Διεύθυνση προορισμού
- Οδηγίες
- Πληροφορίες για την εκ νέου συναρμολόγηση του πακέτου δεδομένων
- Πληροφορίες ελέγχου σφαλμάτων

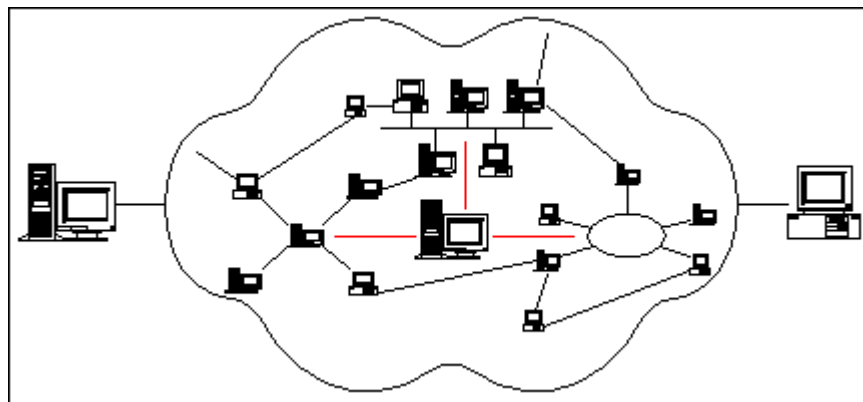
Τα παραπάνω στοιχεία βρίσκονται μέσα στα εξής τμήματα των πακέτων ;

- Μια κεφαλίδα που περιέχει πληροφορίες χρόνου
- Τα δεδομένα
- Ένα επίμετρο που περιέχει στοιχεία ελέγχου σφαλμάτων

Κάθε υπολογιστής που συνδέεται στο Internet αντιστοιχίζεται με μία μοναδική διεύθυνση που ονομάζεται διεύθυνση IP.

Το πρωτόκολλο IP (Internet Protocol - Πρωτόκολλο Διαδυσκτύωσης) είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά του πακέτου από υπολογιστή σε υπολογιστή μέσα από ένα πλέγμα συνδέσεων. Καθώς το IP δρομολογεί το κάθε πακέτο μέσα στο δίκτυο, προσπαθεί να το παραδώσει, χωρίς να μπορεί να εγγυηθεί ούτε ότι το πακέτο θα φτάσει στον προορισμό του αλλά ούτε κι ότι τα διάφορα πακέτα που αποτελούν τα αρχικά δεδομένα θα φτάσουν με τη σειρά με την οποία στάλθηκαν ούτε ότι το περιεχόμενο των πακέτων θα φτάσει αναλλοίωτο.

Το TCP (Transmission Control Protocol - Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) προσφέρει ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο πάνω από το IP. Εγγυάται ότι τα πακέτα θα παραδοθούν στον προορισμό τους, ότι θα φτάσουν με τη σειρά με την οποία στάλθηκαν και ότι τα περιεχόμενα των πακέτων θα φτάσουν αναλλοίωτα. Το TCP δουλεύει ως εξής: το κάθε πακέτο δεδομένων αριθμείται. Ο υπολογιστής - παραλήπτης και ο υπολογιστής - αποστολέας, αλλά όχι οι ενδιάμεσοι υπολογιστές, παρακολουθούν τους αριθμούς των πακέτων και ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες. Ο παραλήπτης λαμβάνει το πρώτο πακέτο, το δεύτερο, κλπ. Σε περίπτωση που παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα στο δίκτυο είτε χαθεί κάποιο πακέτο κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, το ξαναζητάει και ο αποστολέας είναι υπεύθυνος για την αναμετάδοση του. Ο παραλήπτης ελέγχει επίσης αν το περιεχόμενο των πακέτων φτάνει σωστά. Η μέθοδος αυτή εξασφαλίζει αξιοπιστία και ταχύτητα διότι οι ενδιάμεσοι υπολογιστές δεν εκτελούν ελέγχους.



Εικόνα 6. Το Διαδίκτυο

Το TCP χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των δεδομένων και το IP για την μεταφορά των δεδομένων από τον ένα υπολογιστή στον άλλον.

3.5 Διευθύνσεις του Internet και Σύστημα ονομάτων περιοχών

Όπως είδαμε κάθε σύνολο δεδομένων όπως αρχεία, κείμενα, αιτήσεις κλπ κατατέμνονται σε πακέτα και ταξιδεύουν μέσα από τις συνδέσεις των δικτύων προς έναν προορισμό. Ο αποστολέας και ο παραλήπτης του πακέτου ταυτοποιούνται ο καθένας από έναν μοναδικό αριθμό που όπως είπαμε λέγεται IP διεύθυνση. Η διαδικασία διευθυνσιοδότησης είναι πολύ σημαντική υπηρεσία του Internet, γιατί καθορίζει τις διευθύνσεις των συστημάτων κάθε σταθμού εργασίας (host) σε ολόκληρο τον κόσμο. Το πακέτο θα φτάσει στον προορισμό του ακολουθώντας το μονοπάτι που του υποδεικνύει η IP διεύθυνση του παραλήπτη.

Η διεύθυνση αυτή μπορεί να είναι σταθερή ή να αποδίδεται δυναμικά χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) και την υπηρεσία μετάφρασης διεύθυνσης δικτύου NAT (Network Address Translation).

Οι IP διευθύνσεις του Internet είναι αριθμοί των 32 bits, που, συνήθως, για λόγους ευκολίας γράφεται ως τέσσερις τριάδες της μορφής xxx.xxx.xxx.xxx (dotted decimal notation). Κάθε τριάδα αριθμών μπορεί να πάρει τιμή 0 ως 255. Έτσι, η οποιαδήποτε διεύθυνση θα έχει τιμή μεταξύ 0.0.0.0 και 255.255.255.255.

Η διεύθυνση πρέπει να υποδεικνύει και το δίκτυο και τον host υπολογιστή που βρίσκεται μέσα στο δίκτυο. Για να μπορέσουν μερικά πολύ μεγάλα δίκτυα για να παραστήσουν όλους τους hosts υπολογιστές που διαθέτουν θα χρειαζόνταν 24 bits που θα οδηγούσε σε διευθύνσεις των 48 bits. Οι διευθύνσεις έπρεπε οπωσδήποτε να χρησιμοποιούν 32 bits. Έτσι ορίστηκαν διαφορετικές περιοχές διευθύνσεων που ανήκουν σε διαφορετικές κλάσεις.

- Η κλάση A περιλαμβάνει (2⁷-2) δίκτυα μεγάλου μεγέθους, που το καθένα μπορεί να έχει έως και (2²⁴-2) υπολογιστές, και διατίθενται σε μεγάλους οργανισμούς.

- Η κλάση B περιλαμβάνει (214-2) δίκτυα, που το καθένα μπορεί να έχει έως και (216-2) υπολογιστές.
- Η κλάση C περιλαμβάνει (221-2) δίκτυα, που το καθένα μπορεί να έχει έως και (28-2) υπολογιστές και είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη κλάση.
- Η κλάση D περιλαμβάνει διευθύνσεις που αναφέρονται σε μετάδοση προς πολλούς αποδέκτες (multicast address)

Η κλάση E έχει διευθύνσεις για ερευνητικούς σκοπούς και νέες υπηρεσίες στο μέλλον. Έτσι οι διευθύνσεις που αρχίζουν από 1 έως 126 ανήκουν στην κλάση A και χρησιμοποιούν μόνο τον πρώτο αριθμό για τον αριθμό δικτύου και τα άλλα τρία octets διατίθενται για τον αριθμό του host. Έτσι τα 24 bits είναι διαθέσιμα για τους hosts υπολογιστές. Συνεπώς μπορούν να υπάρχουν μόνο 126 απ' αυτά τα πολύ μεγάλα δίκτυα και λίγοι οργανισμοί μπορούν να αποκτήσουν μια απ' αυτές τις διευθύνσεις A τάξης.

Στους μεγάλους οργανισμούς γενικά, χρησιμοποιούνται διευθύνσεις B τάξης. Οι διευθύνσεις B τάξης χρησιμοποιούν τους πρώτους δύο αριθμούς για τον αριθμό του δικτύου και έτσι οι αριθμοί δικτύου είναι από 128.1 έως 191.254. Αποφεύγουμε το 0 και το 255, όπως επίσης το 127 στην αρχή, επειδή αυτό χρησιμοποιείται από μερικά συστήματα για ειδικούς σκοπούς. Τα δύο τελευταία τμήματα διατίθενται για διευθύνσεις host, δίνοντας 16 bits για διευθύνσεις host. Αυτό δίνει τη δυνατότητα για 64.516 υπολογιστές, που πρέπει να είναι αρκετοί για τους περισσότερους οργανισμούς.

Τέλος, οι διευθύνσεις C τάξης χρησιμοποιούν τρία octets, από 192.1.1 έως 223.254.254. Αυτό δίνει τη δυνατότητα μόνο για 254 hosts σε κάθε δίκτυο, αλλά μπορούν να υπάρχουν πάρα πολλά τέτοια δίκτυα. Οι διευθύνσεις πάνω από το 223 κρατούνται για μελλοντική χρήση, όπως και οι τάξεις D και E, οι οποίες δεν έχουν οριστεί ακόμα.

Πολλοί μεγάλοι οργανισμοί το βρίσκουν βολικό να διαιρούν τα δίκτυά τους σε υποδίκτυα (subnets). Σε ένα δίκτυο έχει εκχωρηθεί μια διεύθυνση B τάξης, η 128.6. Χρησιμοποιούμε το τρίτο octet της διεύθυνσης για να δείχνουμε σε ποιο εσωτερικό δίκτυο Ethernet είναι συνδεδεμένος ο host υπολογιστής. Αυτό το τμήμα δεν έχει καμία αξία εκτός του συγκεκριμένου δικτύου. Συνεπώς πακέτα που στέλνονται από υπολογιστές εκτός του συγκεκριμένου δικτύου δεν θα είχαν διαφορετικές διαδρομές για

την διεύθυνση 128.6.5 ή την 128.6.6. Αλλά μέσα στο δίκτυο, αντιμετωπίζεται η 128.6.5 και την 128.6.6 σαν ξεχωριστά δίκτυα. Στην πραγματικότητα, οι πύλες εντός του δικτύου έχουν ξεχωριστές καταχωρήσεις για κάθε υποδίκτυο (subnet), ενώ οι πύλες εκτός του δικτύου έχουν μόνο μία καταχώρηση για την 128.6.

Το 0 και το 255 έχουν ειδικά νοήματα. Το 0 είναι κρατημένο για μηχανήματα που δεν γνωρίζουν τη διεύθυνσή τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατό ένα μηχανήμα να μην γνωρίζει τον αριθμό του δικτύου στο οποίο είναι συνδεδεμένο ή ακόμη και τη δική του διεύθυνση host. Για παράδειγμα, το 0.0.0.25 θα είναι ένα μηχανήμα που ήξερε ότι ήταν ο αριθμός host 25, αλλά δεν ήξερε σε ποιο δίκτυο. Το 255 χρησιμοποιείται για δημόσια εκπομπή (broadcast), που είναι ένα μήνυμα που θέλουμε να το δουν όλα τα συστήματα σ' ένα δίκτυο.

3.6 Δρομολόγηση

Η διαδικασία που ακολουθείται για να σταλεί ένα πακέτο στον προορισμό του αναφέρεται σαν δρομολόγηση (routing). Το IP θεωρεί σαν δεδομένο ότι ένα σύστημα είναι συνδεδεμένο σε κάποιο τοπικό δίκτυο και αν πρόκειται για δίκτυο Ethernet, απλά βρίσκει τη διεύθυνση Ethernet του συστήματος προορισμού και στέλνει το πακέτο. Στην περίπτωση που ζητείται από ένα σύστημα να στείλει ένα πακέτο σ' ένα άλλο σύστημα ενός άλλου δικτύου το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με τις πύλες (gateways).

Η πύλη (gateway) είναι ένα σύστημα που συνδέει ένα δίκτυο μ' ένα ή περισσότερα άλλα δίκτυα. Είναι συνήθως κανονικοί υπολογιστές που τυγχάνει να είναι συνδεδεμένοι με περισσότερα από ένα δίκτυα. Ο υπολογιστής αυτός ενεργεί σαν πύλη ανάμεσα στα δύο αυτά δίκτυα και το λογισμικό που είναι εγκατεστημένο πάνω του πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε να δρομολογεί τα πακέτα από το ένα δίκτυο στο άλλο.

Η δρομολόγηση στο IP βασίζεται εξ ολοκλήρου στον αριθμό δικτύου της διεύθυνσης προορισμού. Ο κάθε υπολογιστής διαθέτει έναν πίνακα από αριθμούς δικτύου και για κάθε αριθμό δικτύου, υπάρχει μια πύλη. Αυτή είναι η πύλη που θα χρησιμοποιηθεί για να φθάσουμε σ' αυτό το δίκτυο. η διαδικασία συνοπτικά είναι η εξής: ο αποστολέας, πρώτα ελέγχει για να διαπιστώσει αν η διεύθυνση προορισμού βρίσκεται στο τοπικό

δίκτυο του συστήματος. Σε αυτή την περίπτωση το πακέτο μπορεί να σταλεί κατευθείαν, διαφορετικά, το σύστημα περιμένει να βρει μια καταχώρηση για το δίκτυο στο οποίο βρίσκεται η διεύθυνση προορισμού. Το πακέτο στέλνεται στην πύλη που υπάρχει σ' αυτή την καταχώρηση. Ο πίνακας καταχωρήσεων είναι αρκετά μεγάλος και για παράδειγμα, στην περίπτωση του Internet σήμερα περιλαμβάνει αρκετές εκατοντάδες ανεξάρτητα δίκτυα. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί διάφορες στρατηγικές για να ελαττωθεί το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης.

3.7 Σύστημα ονομάτων

Είναι προφανές ότι για να συνδεθούμε με κάποιο φορέα του Internet θα ήταν πολύ δύσκολο να θυμόμαστε τον δωδεκαψήφιο αριθμό της IP διεύθυνσης και θα έπρεπε να τηρούμε κατάλογο διευθύνσεων για τις εκατοντάδες ιστοσελίδες που θέλουμε να επισκεφτούμε.

Οι διευθύνσεις των διαφόρων παροχών ή κόμβων μπορούν να αποδοθούν με κάποιο όνομα του οργανισμού ή της εταιρείας ή της υπηρεσίας που διαθέτει κόμβο στο Internet, με κάποια προθέματα ή κάποια επιθέματα που δηλώνουν ιδιότητα ή χώρα προέλευσης. Προκειμένου για διεύθυνση παροχέα ή φορέα, χρησιμοποιούμε όχι την IP διεύθυνση αλλά μια διεύθυνση της μορφής <http://www.webdelivery.gr> όπου το www.webdelivery.gr είναι το όνομα τομέα (Domain name).

Το πρώτο συνθετικό (http) δηλώνει το πρωτόκολλο με το οποίο έχουμε συνδεθεί με το συγκεκριμένο εξυπηρετητή (server) και δείχνει ότι έχουμε συνδεθεί για μεταφορά πληροφοριών με τη μορφή υπερ-κειμένου μέσω του Internet. Το πρόθεμα αυτό θα μπορούσε να ήταν ftp, αν είχαμε συνδεθεί με τον server για μεταφορά αρχείων. Είναι αυτονόητο ότι πρέπει ο server να υποστηρίζει την αντίστοιχη εργασία. Ακολουθεί ένα τυπικό διαχωριστικό με άνω κάτω τελεία και διπλή κάθετο (://) και στη συνέχεια αναγράφεται η ένδειξη www (World Wide Web) που υποδηλώνει ότι πρόκειται για σελίδα του παγκόσμιου ιστού. Αμέσως μετά δηλώνεται το όνομα τομέα που αποτελείται από μια υποπεριοχή (Sub-domain) της διεύθυνσης (webdelivery), ενώ μπορεί και να υπάρχει και δεύτερο συνθετικό υποπεριοχής (π.χ. ee.auth).

Το τελευταίο συνθετικό – επίθεμα δηλώνει την ιδιότητα ή την εθνικότητα τον παροχέα - φορέα, που είναι στην ουσία η κυρία περιοχή (domain) τον παροχέα -φορέα. Τα πιο γνωστά επιθέματα που δηλώνουν ειδικότητα είναι τα εξής:

- com: για εμπορική επιχείρηση (commercial).
- edu: για εκπαιδευτικό ίδρυμα (education - πανεπιστήμιο, ερευνητικό κέντρο κ.ά.).
- gov: για κυβερνητική υπηρεσία (government).
- mil: για στρατιωτική υπηρεσία (military).
- org: για οργανισμό (organization).

Στα επιθέματα εθνικοτήτων, τα γράμματα που αναγράφονται είναι συνήθως δύο και είναι χαρακτηριστικά του ονόματος της χώρας όπως αυτό αναφέρεται στα Αγγλικά. Για παράδειγμα μερικά είναι τα εξής: Ελλάδα (gr), Αίγυπτος (eg), Αυστραλία (au), Βέλγιο (be), Βραζιλία (br), Γερμανία (ge), Ιταλία (it), Ηνωμένο Βασίλειο (uk), Ηνωμένες Πολιτείες (us), Κίνα (cn), Τουρκία (tr), Ταϊβάν (tw), Ρωσία (ru), κλπ.

Στην περίπτωση συγκεκριμένης ιστοσελίδας και όχι δικτυακού τόπου, χρησιμοποιείται ο Ενιαίος Προσδιοριστής Πόρου ή αλλιώς URL (Universal Resource Locator). Για παράδειγμα μια ιστοσελίδα θα μπορούσε να προσδιοριστεί ως εξής:

<http://www.webdelivery.gr/ath/map.asp>

Το πρώτο κομμάτι (<http://www.webdelivery.gr>) δηλώνει τη διεύθυνση του δικτυακού τόπου. Στη συνέχεια ακολουθεί το όνομα τον καταλόγου διαχωρισμένο από το πρώτο μέρος με απλή κάθετο (/) και με το ίδιο διαχωριστικό σύμβολο ακολουθεί το όνομα τον αρχείου που περιγράφει την τρέχουσα ιστοσελίδα.

Στην περίπτωση ηλεκτρονικής διεύθυνσης χρήστη που συνδέεται στο Internet και πρόκειται να λάβει ηλεκτρονική αλληλογραφία, μία δόκιμη διεύθυνση θα μπορούσε να ήταν και η εξής:

JSmith@otenet.gr

οπού, το 'JSmith' είναι το όνομα του χρήστη, όπως αυτό δηλώθηκε κατά την καταχώρηση τον από τον παροχέα στο Internet και το " otenet.gr" είναι η περιοχή (domain) του παροχέα του Internet. Το όνομα τον χρήστη από το όνομα τον παροχέα, χωρίζεται με το σύμβολο at (@), που ότι ο χρήστης ανήκει στον συγκεκριμένο παροχέα. Η εισερχόμενη και εξερχόμενη αλληλογραφία του κάθε χρήστη τοποθετείται σ' ένα χώρο

στον mail server του παροχέα που αντιστοιχεί αποκλειστικά στον συγκεκριμένο χρήστη αποστολέα και είναι προσβάσιμη μόνο από αυτόν [9].

3.8 Πρωτόκολλα του TCP/IP

Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερ-κειμένου (Hyper Text Transfer Protocol-HTTP)

Το πρωτόκολλο HTTP χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πληροφοριών σε μορφή υπερ-κειμένου. Όπως είδαμε υπερκείμενο είναι το σύνολο των πληροφοριών που παρατίθενται με μορφή κειμένου και εικόνων, και διαθέτουν κάποιες λέξεις ή εικόνες κλειδιά, οι οποίες αποτελούν υπερσυνδέσεις προς άλλες σελίδες με πληροφορίες.

Για την περιγραφή του υπερκειμένου χρησιμοποιούμε τη γλώσσα HTML (Hyper Text Markup Language). Η γλώσσα αυτή χρησιμοποιείται για την κατασκευή ιστοσελίδας. Οι διευθύνσεις που υποστηρίζουν αυτό το πρωτόκολλο αρχίζουν πάντα με το πρόθεμα `http://`.

Πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (File Transfer Protocol-FTP)

Το FTP είναι ένα Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων από υπολογιστή σε υπολογιστή και προήλθε από το Unix πριν την εμφάνιση της υπηρεσίας WWW. Η λήψη αρχείων λέγεται download ενώ η αποστολή αρχείων προς τον ιστό, λέγεται upload. Η σύνδεση γίνεται ανάμεσα σε έναν τοπικό υπολογιστή (local host), ενώ ο υπολογιστής με τον οποίο συνδέεται ονομάζεται μακρινός υπολογιστής (remote host).

Τα δύο είδη FTP είναι το ανώνυμο (anonymous) FTP και το κανονικό FTP. Με το πρώτο μπορούμε να κατεβάσουμε (download) αρχεία από τον ιστό χωρίς να χρειαστεί κάποιο ειδικό συνθηματικό (password) χρησιμοποιώντας σαν όνομα χρήστη το anonymous. Με το anonymous FTP, έχουμε δικαίωμα πρόσβασης μόνο σε συγκεκριμένα αρχεία και καταλόγους. Για να ανεβάσουμε (upload), όμως, αρχεία στον ιστό, θα πρέπει να έχουμε πρόσβαση στον διακομιστή FTP με κάποιον κανονικό λογαριασμό και όχι τον ειδικό λογαριασμό anonymous.

Συνήθως οι FTP servers έχουν έναν δημόσιο (public) κατάλογο με το όνομα pub, όπου εκεί περιέχονται τα δημόσια αρχεία για download. Για να συνδεθούμε με έναν FTP server μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είτε από το DOS την εντολή ftp και το όνομα του διακομιστή FTP ή από τον φυλλομετρητή που χρησιμοποιούμε, γράφοντας τη διεύθυνση του FTP server με το πρόθεμα ftp://. Οι διευθύνσεις που υποστηρίζουν αυτό το πρωτόκολλο αρχίζουν, συνήθως, με το πρόθεμα ftp://. Ο φυλλομετρητής κάνει αυτόματα σύνδεση σε μορφή anonymous και εμφανίζει τους καταλόγους και τα αρχεία σε μορφή καταλόγου.

Τα πρωτόκολλα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου SMTP και POP

Τα πρωτόκολλα αυτά χρησιμοποιούνται για την αποστολή και τη λήψη του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και είναι συνήθως τα πρωτόκολλα εξερχόμενης και εισερχόμενης αλληλογραφίας, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα το πρωτόκολλο SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) χρησιμοποιείται όταν στέλνουμε ή λαμβάνουμε ηλεκτρονική αλληλογραφία από τον προσωπικό μας υπολογιστή προς ή από κάποιο άλλο χρήστη, χρησιμοποιώντας είτε τον εξυπηρετητή του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του παροχέα ή του τοπικού δικτύου που είμαστε συνδεδεμένοι.

Το πρωτόκολλο POP (Post Office Protocol) είναι για να παραλάβουμε την ηλεκτρονική αλληλογραφία που προορίζεται για εμάς, από τον αντίστοιχο server του παροχέα μας.

3.9 UDP

Όπως είδαμε το TCP είναι υπεύθυνο για την διάσπαση των μηνυμάτων σε datagrams και την κατάλληλη επανασύνδεσή τους στον παραλήπτη. Εξασφαλίζει επίσης την άφιξη των δεδομένων καθώς και την επαναποστολή datagrams, όποτε αυτό είναι αναγκαίο. Σε μερικές όμως περιπτώσεις που το ζητούμενο είναι κυρίως η ταχύτητα και όχι ο έλεγχος των μεταδιδόμενων δεδομένων δεν είναι απαραίτητη η πολυπλοκότητα του TCP. Υπάρχουν άλλα πρωτόκολλα εναλλακτικά του TCP. Το πιο κοινό από αυτά είναι το UDP (**User Datagram Protocol**). Το UDP είναι σχεδιασμένο για εφαρμογές, στις οποίες δεν χρειάζεται να μπει στη σειρά ένας αριθμός από datagrams. Υπάρχει μια επικεφαλίδα UDP, την οποία το λογισμικό του δικτύου τοποθετεί πριν από τα δεδομένα

στην περίπτωση του TCP. Κατόπιν, το UDP στέλνει τα δεδομένα στο IP, το οποίο προσθέτει το IP header, βάζοντας τον αριθμό πρωτοκόλλου που αντιστοιχεί στο UDP.

Παρ όλη την ομοιότητα στις διαδικασίες, το UDP δεν εκτελεί τόσες εργασίες όσες το TCP. Πρώτον, δεν χωρίζει τα δεδομένα σε πολλά datagrams και δεύτερον, δεν παρακολουθεί τι έχει σταλεί ώστε να το ξαναστείλει αν υπάρξει ανάγκη. Το UDP όπως και το TCP παρέχει port numbers, ώστε τα διάφορα προγράμματα να μπορούν άμεσα να χρησιμοποιούν UDP. Επίσης η επικεφαλίδα του UDP είναι μικρότερη από αυτή του TCP γιατί δεν περιέχει πεδίο αριθμού σειράς, αφού δεν χρειάζεται.

3.10 Τρόποι σύνδεσης με το Internet

Την πρόσβασή μας στο Internet αναλαμβάνουν και διαχειρίζονται οργανισμοί και εταιρίες που ονομάζονται Παροχείς Υπηρεσιών Internet (ISP - Internet Service Provider). Οι Παροχείς Υπηρεσιών Internet διαθέτουν διακομιστές που είναι μόνιμα συνδεδεμένοι στο Internet και παραχωρούν συνδέσεις στο Internet σε μεμονωμένους χρήστες. Οι διακομιστές αυτοί αποτελούν τους κόμβους του κάθε φορέα και είναι εγκατεστημένοι σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετήσουν τους κατοίκους της περιοχής αυτής. Οι κεντρικότεροι κόμβοι ενός παροχέα είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με ταχύτατους επικοινωνιακούς άξονες για τη μεταφορά δεδομένων. Ένας τέτοιος άξονας λέγεται ραχοκοκαλιά του δικτύου (backbone). Οι βασικοί τύποι σύνδεσης ενός υπολογιστή στο Internet είναι δύο: η αφοσιωμένη σύνδεση και η σύνδεση με κλήση.

Η αφοσιωμένη σύνδεση (dedicated connection) υλοποιείται με μια μόνιμη γραμμή σύνδεσης με τον εξυπηρετητή (server) και δεν χρειάζεται modem. Από την άλλη η σύνδεση με κλήση (dial-up connection) είναι προσωρινή σύνδεση που επιτυγχάνεται με κλήση του εξυπηρετητή μέσω της συσκευής modem. Το modem είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει να διαμορφώσει τα ψηφιακά σήματα του υπολογιστή σε αναλογικά έτσι ώστε να μπορούν να μεταδοθούν μέσα από το Τηλεφωνικό Δίκτυο. Το modem επίσης κάνει και την αποδιαμόρφωση των λαμβανομένων αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά έτσι ώστε να είναι κατανοητά στον Η/Υ. Οι συνδέσεις με κλήση διακρίνονται σε απευθείας και τερματικού. Οι λογαριασμοί με απευθείας κλήση (dial-up direct accounts) είναι οι SLIP (Serial Line Internet Protocol - Πρωτόκολλο Internet Σειριακής Γραμμής) ή PPP (Point-to-Point Protocol - Πρωτόκολλο Σημείου προς Σημείο) λογαριασμοί και μας

επιτρέπουν να συνδεθούμε στον εξυπηρετητή σαν να είχαμε μια αφοσιωμένη σύνδεση αλλά με μικρότερη ταχύτητα από την αφοσιωμένη σύνδεση αφού χρησιμοποιούμε modem.

Μια αφοσιωμένη ή μόνιμη απευθείας σύνδεση είναι η καλύτερη μέθοδος, επειδή είναι πολύ ταχύτερη από τη σύνδεση με κλήση ειδικά στην περίπτωση που θέλουμε να εκτελέσουμε πολυμεσικές εφαρμογές.

Οι δυνατότητες σύνδεσης με το Internet μέσω του Τηλεφωνικού Δικτύου και όχι με μια απευθείας σύνδεση είναι οι εξής:

Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο (Public Switched Telephone Network - PSTN)

Τα PSTN είναι τα τυπικά τηλεφωνικά δίκτυα που σχεδιάστηκαν για τη μεταφορά ηχητικών σημάτων και συγκεκριμένα της ανθρώπινης ομιλίας. Τα δίκτυα αυτά είναι αναλογικά που σημαίνει ότι τα σήματα μεταδίδονται ως ηλεκτρομαγνητικά κύματα αν και πολλά τηλεφωνικά κέντρα είναι πλέον ψηφιακά. Για να γίνει όμως η μετάδοση ψηφιακών δεδομένων χρειάζεται η διαμόρφωση του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό. Την διαδικασία αυτή διεκπεραιώνει όπως είδαμε το Modem. Οι ταχύτητες αυτών των δικτύων είναι περιορισμένες και απαγορευτικές για τη μετάδοση πολυμεσικών εφαρμογών ειδικά σε πραγματικό χρόνο. Κυμαίνονται από 9.6 Kbps έως 48 Kbps. Παρόλαυτα παραμένει ο πιο διαδεδομένος τρόπος σύνδεσης στο Internet.

Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (Integrated Services Digital Network- ISDN)

Το ISDN είναι ένα ψηφιακό τηλεφωνικό δίκτυο όπου τα δεδομένα μεταδίδονται ψηφιακά σαν μια σειρά από bit. Αυτό σημαίνει πως η μετάδοση των δεδομένων γίνεται πιο άμεση χωρίς την ανάγκη μετατροπής σε αναλογικά και έτσι επιτυγχάνονται υπερδιπλάσιες του PSTN δικτύου ταχύτητες που κυμαίνονται από 128 Kbps και φτάνουν τα 300 Kbps. Η χρήση του δικτύου αυτού γίνεται όλο και πιο ευρέως αποδεκτή και είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος για την μετάδοση πολυμεσικών στοιχείων όπως είναι ο συνδυασμός φωνητικών δεδομένων και δεδομένων video.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Οι τεχνολογίες xDSL (HDSL, VDSL, SDSL, ADSL) αποτελούν τεχνολογίες μετάδοσης δεδομένων σε υψηλές ταχύτητες μέσω του υπάρχοντος ψηφιακού τηλεφωνικού δικτύου. Αρχικά σχεδιασμένες για τις φωνητικές υπηρεσίες, οι xDSL τεχνολογίες επιτρέπουν τη μετάδοση ψηφιακών δεδομένων σε ταχύτητες που ξεκινούν από 392 Kbps. Με την ανάπτυξη ειδικών αλγορίθμων έγινε εφικτή η αξιοποίηση μεγαλύτερου εύρους ζώνης (Bandwidth) του τηλεφωνικού δικτύου σε συχνότητες μικρότερες των 100 kHz και μεγαλύτερες των 10 MHz. Η τεχνολογία ADSL προσφέρει μόνιμη τηλεπικοινωνιακή σύνδεση με το Internet σε πολύ μεγάλες ταχύτητες. Είναι ασυμμετρική τεχνολογία αποστολής και λήψης δεδομένων που σημαίνει ότι έχει μεγαλύτερη ταχύτητα λήψης δεδομένων από την ταχύτητα αποστολής.

Ασύρματες επικοινωνίες

Εκτός από τους ενσύρματους τρόπους σύνδεσης που προαναφέραμε υπάρχουν και ασύρματα μέσα μετάδοσης όπως είναι οι δορυφορικές συνδέσεις και οι επικοινωνίες με μικροκύματα. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε ραδιομαγνητικά κύματα για την μεταφορά ψηφιακών δεδομένων. Στις επικοινωνίες μικροκυμάτων η μετάδοση των δεδομένων γίνεται με τη χρήση ραδιοκύματος από τον ένα μεταδότη στον άλλον και έτσι με μια σειρά από μεταδότες το σήμα μπορεί και ταξιδεύει. Στην περίπτωση του δορυφορικού τρόπου, το σήμα ταξιδεύει από έναν αναμεταδότη σε ένα άλλον με τη μεσολάβηση ενός δορυφόρου που βρίσκεται χιλιάδες χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της γης ενώ χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες συχνότητες σήματος.

3.11 Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς Δεδομένων - ATM

Το ATM προέρχεται από τα αρχικά της αγγλικής ορολογίας Asynchronous Transfer Mode που στα ελληνικά μεταφράζεται σαν Ασύγχρονος Τρόπος Μεταφοράς Δεδομένων. Πρόκειται για ένα αναπτυσσόμενο τηλεπικοινωνιακό πρότυπο για το ISDN ευρείας ζώνης (broadband) που προωθείται από πολλές μεγάλες τηλεπικοινωνιακές εταιρείες. Ήδη πολλοί ευρωπαϊκοί τηλεπικοινωνιακοί οργανισμοί έχουν επιλέξει το ATM σαν πλατφόρμα για την παροχή φτηνού ISDN ευρείας ζώνης (B-ISDN : BroadBand ISDN), ανάμεσά τους και ο ΟΤΕ.

Το ATM είναι ένα από την οικογένεια των τηλεπικοινωνιακών προτύπων που εισήγαγαν την έννοια της **αναπήδησης πακέτου**, της **αναμετάδοσης πλαισίου** (frame relay) και τελευταία της **υπηρεσίας δεδομένων υψηλών ταχυτήτων με μεταγωγή** (Switched Multimegabit Data Service - SMDS). Το Frame Relay είναι το πρωτόκολλο μεταβίβασης δεδομένων με τη μορφή πλαισίων, χρησιμοποιώντας υψηλές ταχύτητες μέσω του δικτύου ATM, με απλές διαδικασίες μεταγωγής, αξιοποιώντας την καλύτερη ποιότητα των μέσων μετάδοσης. Ο συνδυασμός ATM/Frame Relay παρέχει τη δυνατότητα διακίνησης όλων των πολυμεσικών μορφών πληροφορίας όπως φωνή δεδομένα, εικόνα και κινούμενη εικόνα (βίντεο).

Η τεχνολογία πίσω από το ATM δεν αποτελεί κάτι καινούργιο - είναι στην ουσία παρεμφερές του STM το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στα τηλεφωνικά δίκτυα. Ξεκίνησε δε από την ανάγκη να καλυφθούν οι τηλεπικοινωνιακές ανάγκες της ολοένα και αυξανόμενης κοινωνίας της πληροφορίας, και των ανθρώπινων αναγκών για ανεπτυγμένα τηλεπικοινωνιακά μέσα. Είναι μία τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται για τη μεταφορά πληροφοριών σε κυψέλες (cells) των 53 ψηφιοσυλλαβών (bytes). Μία κυψέλη αποτελείται από την επικεφαλίδα (header – 5 bytes) που περιλαμβάνει χρήσιμες πληροφορίες δρομολόγησης της κυψέλης μέσα στο δίκτυο και τις πληροφορίες του χρήστη (payload – 48 bytes). Η τεχνολογία ATM είναι συνδεσμική (connection-oriented). Αυτό σημαίνει ότι πριν αρχίσει η μετάδοση πληροφοριών, πρέπει να επιτευχθεί η σύνδεση μεταξύ των δύο σημείων του δικτύου. Το δίκτυο ATM αποτελείται από ένα αριθμό μεταγωγών (switches) οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με πολύ ψηλές ταχύτητες (155 ή 622 Mbps) είτε με απευθείας συνδέσεις οπτικών ινών είτε μέσω συστημάτων μετάδοσης Σύγχρονης Ψηφιακής Ιεραρχίας (γνωστά σαν SDH). Η σύνδεση μεταξύ δύο σημείων στο δίκτυο υλοποιείται με ένα Μόνιμο Νοητό Κύκλωμα (permanent virtual circuit– PVC). Ένα Μόνιμο Νοητό Κύκλωμα συνδέει μόνιμα δύο διαφορετικά σημεία μεταξύ τους, παρόμοια με ένα μισθωμένο κύκλωμα. Σε αντίθεση με το μισθωμένο κύκλωμα που είναι μια διατεμαστική φυσική σύνδεση ένα Μόνιμο Νοητό Κύκλωμα είναι στην πράξη νοητό διότι μοιράζεται το εύρος ζώνης και τους πόρους του δικτύου ATM με άλλα Μόνιμα Νοητά Κυκλώματα.

Τα Μόνιμα Νοητά Κυκλώματα μπορεί να είναι:

- MNK Μεταγωγής Πλαισίων (FR PVC)
- MNK ATM Σταθερού Ρυθμού (ATM CBR PVC)
- MNK ATM Μεταβλητού Ρυθμού (ATM VBR PVC)

Το πρωτόκολλο ATM, είναι δύσκολο να ενταχθεί σε κάποιο επίπεδο του OSI. Στην πράξη το ATM δανείζεται στοιχεία από τρία διαδοχικά επίπεδα στην ιεραρχία OSI, το δεύτερο (επίπεδο σύνδεσης δεδομένων) γιατί βρίσκεται ακριβώς πάνω από το υλικό και μιλάει κατευθείαν με αυτό, το τρίτο (επίπεδο δικτύου) γιατί τροποποιεί τη συμπεριφορά του με τον έλεγχο ροής και τη δυναμική δρομολόγηση, και το τέταρτο (επίπεδο μεταφοράς) γιατί οι συνδέσεις είναι καθορισμένες από σημείο σε σημείο και έχουν αρχή και τέλος [10].

4. Εφαρμογές Πολυμέσων μέσω Internet

4.1 Κατηγορίες Εφαρμογών

Οι απαιτήσεις για πολυμεσικές εφαρμογές μέσω του Internet είναι συνεχώς αυξανόμενες. Το μεγαλύτερο εμπόδιο στην ανάπτυξη αυτών των εφαρμογών ήταν οι περιορισμοί στην ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων που παρείχαν οι μέχρι τώρα τηλεπικοινωνιακές τεχνολογίες για το Internet. Παρόλα αυτά οι ρυθμοί ανάπτυξης των τηλεπικοινωνιών αυξάνονται ραγδαία έτσι ώστε να μπορέσουν να ικανοποιήσουν όλες τις μορφές πολυμεσικών εφαρμογών.

Οι εφαρμογές πολυμέσων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου και σε πολυμεσικές εφαρμογές μη-πραγματικού χρόνου. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι εφαρμογές εκείνες τις οποίες ο χρήστης μπορεί να «κατεβάσει» από το internet και να τις αποθηκεύσει τοπικά και αυτές να αναπαράγονται κατά απαίτηση του χρήστη (on demand). Τέτοια παραδείγματα είναι το video κατά απαίτηση (video on demand). Τα αρχεία σε αυτή την περίπτωση αποθηκεύονται όπως κάθε όλα τα υπόλοιπα δεδομένα που μπορούν να προσπελαστούν μέσω Internet. Στις εφαρμογές αυτές όπου δεν υπάρχει ο περιορισμός της μετάδοσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο το ζητούμενο είναι η καλή ποιότητα του αναπαραγομένου αποτελέσματος δηλ. η καλή ποιότητα στον ήχο, την εικόνα και το video.

Από την άλλη μεριά υπάρχουν εκείνες οι πολυμεσικές εφαρμογές που μοιάζουν περισσότερο με την μετάδοση μιας τηλεοπτικής ή ραδιοφωνικής εκπομπής όπου εκεί έχουμε συνεχή ροή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (real-time streaming). Σε αυτές τις περιπτώσεις ο ήχος και το video θα πρέπει να αναπαράγονται ακριβώς ή σχεδόν ακριβώς τη στιγμή που μεταδίδονται. Με τους περιορισμούς στις ταχύτητες των συνδέσεων Internet, το ζητούμενο δεν είναι πλέον η πιστότητα του παραγομένου αποτελέσματος αλλά ή ταχύτητα αναπαραγωγής του σήματος με την καλύτερη δυνατή ποιότητα.

4.1.1 Εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο (Real-Time Multimedia)

Οι εφαρμογές αυτές αποτελούνται κυρίως από ήχο και εικόνα που πρέπει να μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο. Κάτι τέτοιο είναι εφικτό σε τοπικά δίκτυα αλλά δεν είναι εύκολο στις περιπτώσεις των δικτύων ευρείας περιοχής και κυρίως στο Internet. Οι συνδέσεις που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ISDN και ATM ή SMDS συνδέσεις μεγάλων ταχυτήτων.

Τηλεσυνδιάσκεψη

Η συνδιάσκεψη από απόσταση έχει δύο μορφές. Η μία είναι το Desk Top Conferencing όπου κάποιος χρήστης μπορεί να δουλέψει από κοινού με έναν απομακρυσμένο χρήστη στην ίδια εφαρμογή όπως ένα λογιστικό φύλλο ή μια παρουσίαση. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατός ο έλεγχος ενός υπολογιστή από έναν απομακρυσμένο καθώς και η φωνητική συνομιλία των χρηστών μέσω δικτύου. Η επικοινωνία αυτή είναι δυνατή τουλάχιστον με μια ISDN σύνδεση. Μια τυποποίηση της συνδιάσκεψης με πολυμέσα είναι η σειρά T.120 της International Telecommunication Union. Το συγκεκριμένο πρότυπο υποστηρίζει και υπηρεσίες video είτε από σημείο σε σημείο (point to point) είτε προς πολλά σημεία. (multi-point).

Εικονοδιάσκεψη και βιντεόφωνο

Οι εφαρμογές αυτές έγιναν δυνατές με τη χρήση της ISDN σύνδεσης και τη χρήση της τεχνικής MPEG. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται είναι το H.320 με ταχύτητες ανανέωσης από 1 μέχρι 20 frames το δευτερόλεπτο.

Σημεία πληροφόρησης - Information Kiosks

Τα περισσότερα information kiosks χρησιμοποιούν πολυμεσικές εφαρμογές για την προβολή πληροφοριών. Οι πληροφορίες μπορούν να αντλούνται από απομακρυσμένους υπολογιστές και να στέλνονται μέσω internet στο σημείο πληροφόρησης.

Εξ' αποστάσεως εκπαίδευση - Distance Learning

Η εκπαίδευση από απόσταση μπορεί να έχει πολλές μορφές και μια από αυτές περιλαμβάνει μετάδοση ήχου και εικόνας και εκτέλεση πολυμεσικής εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να υλοποιηθεί με μια ISDN προς ένα τοπικό δίκτυο που

μεταδίδει τα δεδομένα της πολυμεσικής εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο. Οι πολυμεσικές εφαρμογές εκπαίδευσης από απόσταση απαιτούν κυρίως καλή ποιότητα ήχου. Η μετάδοση ήχου σε πραγματικό χρόνο είναι πιο σημαντική από τη μετάδοση εικόνας video στην εκπαίδευση.

Η ISDN σύνδεση καλύπτει τις ανάγκες μετάδοσης επαρκούς ποιότητας ήχου.

Ραδιόφωνο - TV μέσω Internet (Radio-TV broadcasting)

Είναι μια από τις ραγδαία εξελισσόμενες εφαρμογές στο χώρο του Internet. Πρόκειται για τη μετάδοση ραδιοφωνικού και τηλεοπτικού σήματος από έναν μεταδότη προς πολλούς αποδέκτες, μια δηλαδή real time multicast εφαρμογή πολυμέσων. Ήδη στη χώρα μας η πλειοψηφία των μεγάλων ραδιοφωνικών σταθμών εκπέμπουν μέσω Internet σε πραγματικό χρόνο το πρόγραμμά τους ενώ διεθνώς υπάρχουν τηλεοπτικοί σταθμοί που εκπέμπουν μόνο μέσω Internet.

Αλληλεπιδραστική Τηλεόραση (interactive TV)

Η αλληλεπιδραστική τηλεόραση φιλοδοξεί να συνδυάσει μετάδοση βίντεο χρησιμοποιώντας ψηφιακή τεχνολογία και πρόσβαση στο Internet δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα συμμετοχής στον τηλεθεατή. Η αλληλεπιδραστική τηλεόραση θα είναι μια ενιαία πλατφόρμα που θα περιλαμβάνει διαδραστική τηλεόραση, πρόσβαση σε υπηρεσίες του Internet, συναλλαγές μέσω Internet και ψυχαγωγία.

4.1.2 Εφαρμογές σε μη - πραγματικό χρόνο (non Real-Time Multimedia)

Πολλές από τις εφαρμογές που αναφέραμε υλοποιούνται και σε μη πραγματικό χρόνο. Έτσι οι πολυμεσικές εφαρμογές για Internet σε μη - πραγματικό χρόνο είναι οι ακόλουθες:

Μετάδοση αρχείων πολυμέσων

Υπάρχουν εφαρμογές πολυμέσων που δεν απαιτούν μετάδοση σε πραγματικό χρόνο. Τα αρχεία είναι εφαρμογές πολυμέσων όπως ένα αρχείο Video, ήχου ή ένα παιχνίδι αλλά δεν μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο, αλλά μεταφέρονται από έναν server στον

υπολογιστή του χρήστη και εκεί αναπαράγονται με το κατάλληλο λογισμικό. Η μεταφορά των αρχείων μπορεί να γίνει είτε με FTP ή με HTTP.

Video Mail – Multimedia mail

Το Video mail μπορεί να μεταδοθεί μέσω του X.400 mail ή του Internet mail στηριζόμενο στην MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) επέκταση για επισυναπτόμενα αρχεία. Αυτή η μορφή αλληλογραφίας συνδυάζει διάφορες μορφές επικοινωνίας εκτός από κείμενο όπως είναι ο ήχος και το Video.

Βάσεις Δεδομένων Εικόνων, Ήχου, Βίντεο - Video-on-demand

Μια άλλη πολυμεσική εφαρμογή με στατικές εικόνες ή εικόνες video ή δείγματα ήχου είναι μια online βάση δεδομένων για αναζήτηση τέτοιων αρχείων προσβάσιμη με μια απλή ISDN σύνδεση. Η εφαρμογή αυτή αν αναπαράγει τα αρχεία σε πραγματικό χρόνο τότε ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία ενώ αν τα αποτελέσματα της αναζήτησης μεταφέρονται στον τοπικό υπολογιστή και αναπαράγονται σε αυτόν τότε έχουμε υλοποίηση σε μη πραγματικό χρόνο.

4.2 Τρόποι μετάδοσης πολυμέσων

Ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης του σήματος, οι πολυμεσικές εφαρμογές μέσω δικτύων μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

Εφαρμογές από Σημείο προς Σημείο Αμφίδρομης μετάδοσης

Οι πολυμεσικές εφαρμογές από Σημείο προς Σημείο Αμφίδρομης μετάδοσης (Point-to-Point Bi-directional Applications) μεταδίδουν οπτικοακουστικά ψηφιακά δεδομένα από έναν αποστολέα σε έναν παραλήπτη και προς τις δύο κατευθύνσεις σε πραγματικό χρόνο. Τέτοιες εφαρμογές είναι:

- Τηλεφωνική συνομιλία και Εικονοτηλέφωνο (Audio – videoconferencing)
- Τηλεδιάσκεψη με πολυμεσική εφαρμογή (Shared application)

Εφαρμογές από Έναν προς Πολλούς Αμφίδρομης μετάδοσης

Οι πολυμεσικές εφαρμογές από έναν προς Σημείο Αμφίδρομης μετάδοσης (Point-to-Multipoint Bi-directional Applications) μεταδίδουν οπτικοακουστικά ψηφιακά δεδομένα από έναν αποστολέα προς πολλούς παραλήπτες και προς τις δύο κατευθύνσεις σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτές τις εφαρμογές πολλοί παραλήπτες δέχονται ένα οπτικοακουστικό σήμα όπως οι ακροατές του ραδιοφώνου ή οι τηλεθεατές μιας τηλεοπτικής εκπομπής. Η διαφορά βέβαια αυτών των εφαρμογών από τις κλασσικές εκπομπές οπτικοακουστικών σημάτων είναι ότι ο τελικός αποδέκτης μπορεί να αντιδράσει στο σήμα και να χειριστεί ο ίδιος το μέσο με διάφορες διαθέσιμες λειτουργίες. Έτσι έχουμε αλληλεπίδραση ανάμεσα στο μέσο και το θεατή. Τέτοια παραδείγματα είναι τα video ή information kiosks στα οποία το οπτικοακουστικό σήμα στέλνεται προς πολλά σημεία αλλά ο χρήστης του κάθε σημείου έχει τη δυνατότητα παρέμβαση στην πληροφορία που δέχεται. Επίσης η αλληλεπιδραστική τηλεόραση (interactive TV) είναι άλλη μια τέτοια εφαρμογή. Οι κυριότερες εφαρμογές στην κατηγορία αυτή είναι :

- Αλληλεπιδραστικό video (Interactive video)
- Αλληλεπιδραστική τηλεόραση (Interactive TV)
- Τηλεσυνδιάσκεψη (Videoconferencing)
- Σημεία πληροφόρησης (Information kiosks)

Εφαρμογές από Σημείο προς Σημείο Μονόδρομης μετάδοσης

Οι πολυμεσικές εφαρμογές από Σημείο προς Σημείο Μονόδρομης μετάδοσης (Point-to-Point Unidirectional Applications) μεταδίδουν οπτικοακουστικά ψηφιακά δεδομένα από έναν αποστολέα σε έναν παραλήπτη προς μία όμως κατεύθυνση είτε σε πραγματικό ή σε μη πραγματικό χρόνο. Τέτοιες εφαρμογές είναι:

- Εφαρμογές Video server
- Multimedia mail

Στις περιπτώσεις αυτές το σήμα είτε μεταδίδεται σε πραγματικό χρόνο είτε ο χρήστης κατεβάζει ένα αρχείο τοπικά από έναν server αλλά η επικοινωνία γίνεται μόνο από έναν υπολογιστή σε έναν άλλον.

Εφαρμογές από Έναν προς Πολλούς Μονόδρομης μετάδοσης

Οι πολυμεσικές εφαρμογές από ένα Σημείο προς Πολλούς Μονόδρομους μετάδοσης (Point-to-Multipoint Unidirectional Applications) μεταδίδουν οπτικοακουστικά ψηφιακά

δεδομένα από έναν αποστολέα προς πολλούς παραλήπτες προς μία όμως κατεύθυνση είτε σε πραγματικό ή σε μη πραγματικό χρόνο [11]. Τέτοιες εφαρμογές είναι:

- Εφαρμογές Video server
- Ραδιοφωνικές – Τηλεοπτικές εκπομπές (Radio-Video broadcasting)
- Εκπαίδευση από απόσταση (Distance Learning)

4.3 Απαιτήσεις QoS (Quality of Service)

Αντίθετα με τα πρωτόκολλα File Transfer Protocol (FTP) και Simple Mail Transfer Protocol (SMTP), η μετάδοση πολυμεσικών εφαρμογών μέσω Internet έχει κάποιες ιδιαιτερότητες. Ενώ οι καθυστερήσεις στη μετάδοση δεδομένων όπως αρχείων και κειμένου δεν είναι μείζονος σημασίας, στη μετάδοση ήχου και εικόνας ειδικά στην περίπτωση πολυμεσικών εφαρμογών πραγματικού χρόνου είναι σημαντικές για την ποιότητα των παρερχόμενων υπηρεσιών. Αρχικά το Internet είχε σχεδιασθεί έτσι ώστε η καθυστέρηση στη μετάδοση δεδομένων να μην είναι μεγάλης σημασίας. Το TCP πρωτόκολλο φροντίζει κυρίως για την ακριβή μετάδοση δεδομένων και τη διόρθωση σφαλμάτων με τη επαναμετάδοσή τους. Στην περίπτωση όμως της μετάδοσης ήχου ή βίντεο σε πραγματικό χρόνο είναι ίσως προτιμότερη μια μικρή απώλεια πληροφορίας από την επιπλέον επιβράδυνση της ταχύτητας μετάδοσης εξαιτίας της επαναμετάδοσής της.

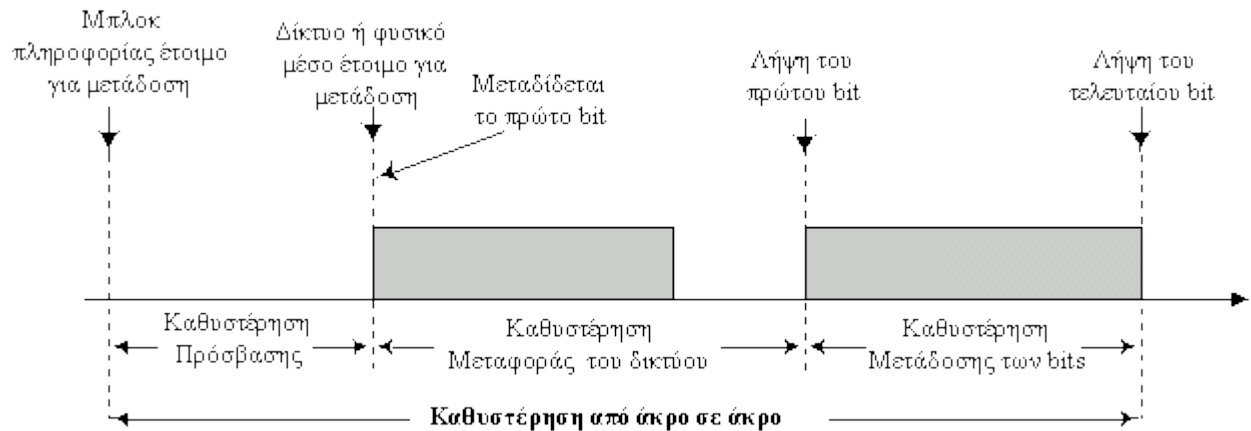
Η αιτία του προβλήματος βρίσκεται στη μεγάλη ποσότητα της πληροφορίας που πρέπει να αναπαρασταθεί σε μια εφαρμογή πολυμέσων όπως το βίντεο και ο ήχος. Ακόμα και αν λάβουμε υπόψη τις προόδους στην συμπίεση της πληροφορίας, οι απαιτήσεις που έχει η μετάδοση video και ήχου σε πραγματικό χρόνο, δυσχεραίνει σημαντικά την υλοποίηση πολλών εφαρμογών πολυμέσων. Παρ' όλο που υπάρχουν φυσικά μέσα (π.χ. οι οπτικές ίνες) που μπορούν να προσφέρουν μεγάλο εύρος ζώνης, πρέπει επίσης να εξελιχθούν η τεχνολογία μεταγωγής (switching technology) και επεξεργασίας. Όταν μεταδίδεται video ή ήχος ή γενικότερα πληροφορία που εξαρτάται από το χρόνο, αυτό που παίζει σημαντικό ρόλο, είναι η ικανότητα του δικτύου να διατηρεί ένα σταθερό, και συνήθως αρκετά μεγάλο, ρυθμό μεταφοράς δεδομένων. Αυτού του είδους η ροή ονομάζεται ισόχρονη (isochronous). Τα δύο σημαντικότερα προβλήματα που

συναντώνται στη ροή της μετάδοσης είναι η καθυστέρηση στη μετάδοση (*latency*) και η μεταβλητότητα καθυστέρησης (*jitter*) στην μετάδοση του σήματος ήχου ή εικόνας. Γενικά πολλές interactive εφαρμογές έχουν την τάση να μεταδίδουν πληροφορία με εκρήξεις (*bursts*). Έτσι υπάρχουν μεγάλα διαστήματα με μικρή ή και καθόλου επικοινωνία, που διακόπτονται από μεταδόσεις μεγάλων όγκων πληροφορίας. Αυτού του είδους η ροή, ονομάζεται και ασύγχρονη (*asynchronous*).

4.3.1 Καθυστέρηση μετάδοσης (Latency)

Πολυμεσικές εφαρμογές πραγματικού χρόνου όπως η τηλεδιάσκεψη ή η αλληλεπιδραστική τηλεόραση είναι ευάλωτες σε προβλήματα όπως η συσσωρευμένη καθυστέρηση μετάδοσης. Ορίζουμε την καθυστέρηση μετάδοσης το χρονικό διάστημα μεταξύ της αποστολής του πρώτου bit ενός κομματιού πληροφορίας και της λήψης του από το άλλο άκρο της επικοινωνίας. Τα είδη των καθυστερήσεων είναι τα εξής:

- *Καθυστέρηση διάδοσης σήματος (Propagation delay)*: Είναι η ταχύτητα μετάδοσης του σήματος σε μια τηλεπικοινωνιακή γραμμή και εξαρτάται από την ταχύτητα του φωτός και όχι από το δίκτυο. Κανένα δίκτυο δεν μπορεί να αποφύγει την καθυστέρηση μεταφοράς λόγω της καθυστέρησης μετάδοσης του σήματος στο φυσικό μέσο.
- *Καθυστέρηση μεταφοράς (Transmission delay)*: Είναι ο χρόνος μετάδοσης του πακέτου μέσα από το τηλεπικοινωνιακό μέσο και εξαρτάται από την ταχύτητα του μέσου και το μέγεθος του πακέτου.
- *Καθυστέρηση αναμετάδοσης πακέτου*. Εξαρτάται από τον χρόνο που χρειάζονται οι ενδιάμεσες συσκευές δρομολόγησης πακέτων του δικτύου για να δρομολογήσουν και να εκπέμψουν το πακέτο (Γέφυρες, δρομολογητές, μεταγωγείς).
- *Χρόνος επεξεργασίας*. Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να βρεθεί η κατάλληλη διαδρομή του πακέτου καθώς και οποιαδήποτε μετατροπή του όπως η αλλαγή στην κεφαλίδα του διαγράμματος.



Εικόνα 8. Καυστέρηση μετάδοσης σε ένα δίκτυο

4.3.2 Μεταβλητότητα της Καυστέρησης (Jitter)

Οι καθυστερήσεις στη μετάδοση δεν μπορούν να είναι σταθερές από άκρο σε άκρο. Στη τεχνολογία μετάδοσης σημάτων η μεταβλητότητα αυτή ορίζεται ως η μεταβλητότητα της καθυστέρησης μετάδοσης (jitter). Υπάρχουν δίκτυα με ελάχιστες καθυστερήσεις της τάξης του nanosecond στα οποία η μεταβλητότητα δεν παίζει καθοριστικό ρόλο. Όταν όμως αυξάνει η καθυστέρηση και η μεταβλητότητα είναι μεγάλη, όπως στα δίκτυα IP (Internet Protocol), τότε η παράμετρος αυτή είναι σημαντική. Οι μεταβλητές καθυστερήσεις στην περίπτωση της ροής video μπορεί να έχουν σημαντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα το MPEG-2 χρησιμοποιεί ένα σύστημα ρολογιού στα 27 MHz για να μπορεί να συγχρονίζεται ο κωδικοποιητής με τον αποκωδικοποιητή. Έτσι οι ροές video και ήχου συγχρονίζονται. Για τον συγχρονισμό αυτό χρησιμοποιούνται χρονικές αναφορές περιοδικά μέσα στη ροή έτσι ώστε να συγχρονίζεται ο αποκωδικοποιητής. Μεταβλητές καθυστερήσεις στο συγχρονισμό (Cell Delay Variation) δημιουργούν πρόβλημα στη σωστή αναμετάδοση της ροής.

Μια τεχνική αντιμετώπισης της μεταβλητότητας είναι το buffering. Τα εισερχόμενα δεδομένα δεν αναπαράγονται αμέσως αλλά αποθηκεύονται προσωρινά σε μια μνήμη πριν αναπαραχθούν η τεχνική αυτή δημιουργεί μια μικρή καθυστέρηση στην αναμετάδοση του σήματος αλλά εγγυάται τη συνεχή ροή δεδομένων. το buffering μπορεί να γίνει είτε από το λογισμικό αναπαραγωγής του σήματος ή από το ίδιο το δίκτυο.

4.3.3 Ρυθμός Εξυπηρέτησης (Throughput)

Ρυθμός Εξυπηρέτησης είναι συνώνυμος με το bit rate, ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (transfer rate) ή το εύρος ζώνης (bandwidth). Ο ρυθμός μεταφοράς των δεδομένων μεταξύ δύο συστημάτων ορίζεται ως το πλήθος των δυαδικών ψηφίων (ή πακέτων) που μπορεί να δεχτεί και μεταδώσει το δίκτυο στη μονάδα του χρόνου. Ο ρυθμός μπορεί να αναφέρεται στο μέγιστο ρυθμό εξυπηρέτησης ή στο ρυθμό εξυπηρέτησης που μπορεί να διατηρηθεί σταθερός από το δίκτυο. Οι συνήθεις μονάδες μέτρησης είναι τα πολλαπλάσια του bps (bits per second): Kbps, Mbps, Gbps. Σε δίκτυα όπου η πληροφορία μεταδίδεται σε πακέτα, μπορούμε να μιλήσουμε για packets/sec.

4.3.4 Multicasting

Multicasting είναι η ιδιότητα ενός δικτύου να αντιγράφει, σε καθορισμένα σημεία του δικτύου, τα δεδομένα που εκπέμπει μια πηγή. Τα δεδομένα που αντιγράφονται προωθούνται σε πολλαπλά συστήματα-παραλήπτες που αποτελούν μέλη ενός multicast group, με τέτοιο τρόπο ώστε τα αντίγραφα της ίδιας πληροφορίας που περνούν από τα τμήματα του δικτύου να είναι τα λιγότερα δυνατά .

4.3.5 Ρυθμός Λαθών (Bit Error Rate - BER)

Μια μονάδα μέτρησης της αξιοπιστίας της μετάδοσης είναι και η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται τα λάθη σε μια μετάδοση (Bit Error Rate - BER). Η απαίτηση από ένα δίκτυο είναι η σωστή μετάδοση της πληροφορίας. Τα είδη των λαθών μπορούν να προκύψουν κατά τη μετάδοση της πληροφορίας μέσα από ένα δίκτυο είναι αλλοίωση των δεδομένων, χάσιμο δεδομένων, Data Duplication ή λήψη δεδομένων σε λάθος σειρά.

Υπάρχουν μέθοδοι διόρθωσης των λαθών μετάδοσης που αντιμετωπίζουν τα λάθη με τέτοιο τρόπο ώστε η απώλεια στην ποιότητα του σήματος να είναι η μικρότερη δυνατή. Αυτό μπορεί να γίνει είτε ανακτώντας την αρχική πληροφορία ώστε να διορθωθεί πλήρως η κατεστραμμένη πληροφορία, ή διορθώνοντάς την ώστε οι συνέπειες να είναι ανεπαίσθητες στον παραλήπτη.

4.4 IP Multicast

Όπως είδαμε νωρίτερα το Multicasting είναι η δυνατότητα μετάδοσης πληροφοριών χρησιμοποιώντας τα λιγότερα δυνατά αντίγραφα για τα ίδια τμήματα του δικτύου έτσι ώστε το δίκτυο να γίνει βιώσιμο μέσο μεταφοράς ήχου και βίντεο σε πραγματικό χρόνο σε μεγάλο κοινό. Το IP Multicast είναι ένα μοντέλο μετάδοσης αντιμετωπίζει το κόστος σε εύρος ζώνης δικτύου, τη διαθεσιμότητα της πληροφορίας, τα προβλήματα ποιότητας στην ποιότητα μετάδοσης καθώς και τη μετάδοση προς πολλούς. Αντί κάθε φορά να παράγεται ένα αντίτυπο του αρχείου προς κάθε χρήστη, το IP Multicast μεταδίδει την ίδια πληροφορία σε πολλούς χρήστες χρησιμοποιώντας routers που βρίσκουν τον πλησιέστερο κόμβο που διαθέτει την πληροφορία, την αντιγράφουν και την μεταδίδουν σε κάθε χρήστη. Το IP Multicast μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορα είδη δικτύου που υποστηρίζουν IP όπως ATM, frame relay ή dial up. Η ανάπτυξη του IP Multicast ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 80 και σήμερα υποστηρίζεται σχεδόν από όλους τους κατασκευαστές δικτύων.

4.5 Πολυμέσα μέσω TCP/IP και UDP/IP

Το μεγαλύτερο πρόβλημα με το multicast είναι η αξιοπιστία στη μετάδοση επειδή δεν υπάρχει απαραίτητα ένας διπλός δρόμος ανάμεσα στον εξυπηρετητή και τους χρήστες ώστε να υποστηρίζεται η επαναμετάδοση των χαμένων πακέτων. Το TCP/IP εξασφαλίζει την πιστότητα της μεταδιδόμενης πληροφορίας προσφέροντας έλεγχο στη ροή δεδομένων και full duplex ροή δεδομένων. Είναι ιδανικό για συνδέσεις από σημείο σε σημείο (Point to Point) ανάμεσα στον εξυπηρετητή και έναν χρήστη και διασφαλίζει τη σωστή μετάδοση αρχείων πολυμέσων αλλά όχι σε πραγματικό χρόνο. Όπως είδαμε, μεγάλο πλήθος από χαμένα και ανακτημένα πακέτα μπορεί να δημιουργήσει τέτοιο φόρτο δικτύου που να ακυρώσει τα κέρδη από τη χρήση του multicasting. Για το λόγο αυτό δεν μπορεί προφανώς να χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο TCP/IP. Από τα πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς (Internet Transmission protocols) προτιμάται το UDP (User Datagram Protocol) έναντι του TCP (Transmission Control Protocol).

Αντίθετα με το TCP/IP, το UDP/IP είναι καταλληλότερο αφού δεν υποστηρίζει έλεγχο ροής δεδομένων και διόρθωση. Με την έννοια αυτή η μετάδοση δεδομένων είναι αναξιόπιστη αλλά στην περίπτωση ροής δεδομένων προς πολλούς χρήστες όπως

πολυμεσικές εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, το γεγονός αυτό είναι πλεονέκτημα, αφού δεν δημιουργείται επιπλέον φόρτος στο δίκτυο από επαναμετάδοση χαμένων πακέτων. Παρόλα αυτά και τα δύο πρωτόκολλα ενώ μπορούν να εξυπηρετήσουν τη μετάδοση πολυμεσικών αρχείων σε μη πραγματικό χρόνο και σε συνδέσεις από σημείο σε σημείο, παραμένουν ακατάλληλα για πολυμεσικές εφαρμογές πραγματικού χρόνου προς πολλούς χρήστες. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί πρωτόκολλα που υποστηρίζουν αξιόπιστο multicasting. Τα πιο γνωστά που θα μελετήσουμε είναι τα παρακάτω:

- Resource ReServation Protocol (RSVP)
- Real-Time Transport Protocol (RTP)
- Real-Time Control Protocol (RTCP)
- Real-Time Streaming Protocol (RTSP)
- Active Streaming Format (ASF)

Το RTP είναι αυτό που χρησιμοποιείται για μεταφορά πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο. Το πρόβλημα βέβαια της απώλειας μέρους της πληροφορίας παραμένει. Διάφορες τεχνικές όπως αυτές της επανάληψης στο επίπεδο της συχνότητας μαζί με την τεχνική του packet interleaving λειτουργούν σχετικά καλά όταν η απώλεια δεδομένων είναι σχετικά μικρή και δεν έχουμε υψηλές απαιτήσεις από τις υπηρεσίες. Άλλη τεχνική αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η μετάδοση επιπλέον πληροφορίας για ευκολότερη διόρθωση λαθών. Η επιπλέον πληροφορία βελτιώνει την απόδοση ικανοποιητικά και συνδυασμένη με packet interleaving δίνει μια καλή λύση αλλά απαιτεί μεγαλύτερο εύρος ζώνης για δεδομένη ποιότητα. Το γεγονός αυτό είναι ασύμφορο σε συνδέσεις με modem. Μια άλλη τεχνική που θα εξετάσουμε είναι η δέσμευση και εγγύηση του απαραίτητου εύρους ζώνης δικτύου ώστε να διασφαλίζεται η μετάδοση των πακέτων. Η διασφάλιση της μεταφοράς μέσω δικτύου γίνεται με τη βοήθεια του Πρωτοκόλλου Κράτησης (εξασφάλισης) Μέσου RSVP (Resource Reservation Protocol).

Τέλος μπορούμε να έχουμε multicast που θα επαναμεταδίδει τα χαμένα πακέτα όταν ο χρήστης θα ζητά να επαναμεταδοθούν, και τα χαμένα πακέτα θα λαμβάνονται σε ένα δεύτερο κανάλι. Αν όμως αρκετοί χρήστες δεν λαμβάνουν όλα τα πακέτα τότε ο server θα πλημμυρίζει από αιτήσεις επαναμετάδοσης και καταλήγουμε να χρειαζόμαστε πάλι πολύ μεγάλο εύρος ζώνης. Το IP Multicast βρίσκεται σε ανοδική πορεία και μεγάλες εταιρείες όπως η Cisco και Bay Networks που κυριαρχούν στο χώρο του δικτυακού

εξοπλισμού αυτή τη στιγμή υποστηρίζουν στα προϊόντα τους κάποιες εκδόσεις για βασικό IP Multicast και RSVP.

4.5.1 Ροή Ήχου και Βίντεο μέσω HTTP

Το HTTP (Hypertext Transfer Protocol) χρησιμοποιείται ευρέως στη μετάδοση Ήχου και Βίντεο. Η μετάδοση μπορεί να είναι είτε σε μη πραγματικό χρόνο με τη μορφή αποθήκευσης ενός πολυμεσικού αρχείου στο τερματικό του χρήστη ύστερα από αίτησή του ή σε πραγματικό χρόνο όπως στην περίπτωση online μετάδοσης. Στην πρώτη περίπτωση συνήθως τα αρχεία είναι σε συμπιεσμένη μορφή. Μερικές εφαρμογές απαιτούν την αποθήκευση όλου του αρχείου πριν αυτό αναπαραχθεί όπως στην περίπτωση του Real. Το QuickTime αντίθετα υποστηρίζει αναπαραγωγή του αρχείου ταυτόχρονα με το κατέβασμά του. Σε πολυμεσικές εφαρμογές πραγματικού χρόνου, ο χρήστης συνδέεται με έναν ειδικό server που υποστηρίζει όπως θα δούμε παρακάτω το πρωτόκολλο RTSP (real time streaming protocol).

4.5.2 MBONE

Μπορεί το HTTP να είναι ένα πρωτόκολλο εξυπηρέτησης πολλών χρηστών μέσω του Internet, όμως για να εξυπηρετηθούν οι χρήστες που είναι συνδεδεμένοι με modems και να μπορούν να λαμβάνουν το σήμα, πρέπει να γίνει μετατροπή από multicast σε unicast. Για να γίνει η μετατροπή απαιτούνται είτε τελευταίας τεχνολογίας modems είτε η μετατροπή να γίνεται μέσω software. Μια από τις λύσεις του προβλήματος προτείνεται από το MBONE. Το MBONE είναι ένα εικονικό δίκτυο που υλοποιείται πάνω στο πραγματικό διαδίκτυο και επιτρέπει τη δρομολόγηση πακέτων για multicast καθώς αυτή η λειτουργία δεν υποστηρίζεται από όλους τους εμπορικούς δρομολογητές. Το MBONE χρησιμοποιεί τη μέθοδο του tunneling για να μεταδίδει δεδομένα από σημείο σε σημείο μέσα από ένα εικονικό δίκτυο που δίνει τη δυνατότητα άμεσου multicast όπως τα τοπικά δίκτυα Ethernet.

Αυτή τη στιγμή υπάρχει ένας περιορισμένος αριθμός κόμβων που υποστηρίζουν το MBONE. Είναι πάντως γεγονός ότι για να φτάσει η ροή βίντεο και ήχου μέσω Internet στα επίπεδα των αναλογικών μέσων του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης θα χρειαστεί

ένα διαφορετικό μέσο μεταφοράς που δεν θα είναι αναγκασμένο να υπακούει στους περιορισμούς του σημερινού διαδικτύου.

4.5.3 Πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου - RTP

Το RTP (Real-time Transfer Protocol) είναι ένα πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων ήχου και βίντεο ή δεδομένων προσομοίωσης σε πραγματικό χρόνο από άκρη σε άκρη υποστηρίζοντας multicast ή unicast δικτυακές υπηρεσιών. Το πρωτόκολλο υποστηρίζει τη χρήση μεταφραστών και μικτών επιπέδου RTP. Οι υπηρεσίες του RTP περιλαμβάνουν ασφάλεια, έλεγχο παραλαβής, προσδιορισμό του περιεχομένου, αρίθμηση της ακολουθίας και χρονικό χαρακτηρισμό.

Το RTP είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε συνδυασμό με το βοηθητικό πρωτόκολλο ελέγχου RTCP, που θα εξετάσουμε παρακάτω για τον έλεγχο της ποιότητας μεταφοράς των δεδομένων. Οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το RTP πάνω από το πρωτόκολλο UDP ώστε να εκμεταλλευθούν τις υπηρεσίες πολύπλεξης και ελέγχου λαθών μέσω checksum. Το RTP υποστηρίζει μεταφορά δεδομένων σε πολλαπλούς προορισμούς χρησιμοποιώντας multicast αν προσφέρεται από το υπάρχον δίκτυο.

Το RTP από μόνο του δεν προσφέρει κανένα μηχανισμό εγγύησης της σωστής χρονικά παραλαβής. Γι αυτές τις λειτουργίες στηρίζεται σε υπηρεσίες χαμηλότερου OSI επιπέδου που έχουν πρόσβαση σε συσκευές όπως μεταγωγείς και δρομολογητές. Το RTP βασίζεται στο RSVP που θα εξετάσουμε αργότερα για την αξιοποίηση των πόρων του δικτύου για την ικανοποίηση της ποιότητας των υπηρεσιών. Το RTP αποτελείται από δυο κυρίως πρωτόκολλα:

- Το πρωτόκολλο μεταφοράς πραγματικού χρόνου (RTP),για τη μεταφορά δεδομένων με χαρακτηριστικά πραγματικού χρόνου.
- Το πρωτόκολλο ελέγχου μεταφοράς πραγματικού χρόνου (RTCP), για την παρακολούθηση της ποιότητας της υπηρεσίας και την διαβίβαση πληροφοριών για τους συμμετέχοντες ή τα περιεχόμενα σε μια συνεχιζόμενη σύνοδο(session).

Τα νούμερα της αλληλουχίας που περιλαμβάνονται στο RTP επιτρέπουν στον παραλήπτη να επανασυνθέσει την αλληλουχία των πακέτων του αποστολέα. Το RTP/RTCP από μόνο του δεν είναι υπεύθυνο για τη συναρμολόγηση και το συγχρονισμό των δεδομένων. Οι λειτουργίες αυτές γίνονται σε υψηλότερο επίπεδο όπως στο επίπεδο εφαρμογής.

4.5.4 Πρωτόκολλο ελέγχου πραγματικού χρόνου RTCP - Realtime Control Protocol

Όπως ήδη αναφέραμε το RTCP (Real-Time Control Protocol) καλύπτει τη λειτουργία ελέγχου του RTP. Σε ένα RTP session, στέλνονται περιοδικά πακέτα RTCP για να δώσουν πληροφορίες για την ποιότητα της παράδοσης δεδομένων. Υπάρχουν πέντε τύποι πακέτων που περιέχουν πληροφορία για τον έλεγχο:

- Αναφορά Αποστολέα SR (Sender report) για στατιστικά από τους συμμετέχοντες στη σύνοδο (Session) που είναι ενεργοί αποστολείς σχετικά με τη μεταφορά και παραλαβή.
- Αναφορά Παραλήπτη RR Receiver report, για στατιστικά από τους συμμετέχοντες στη σύνοδο (Session) που δεν είναι ενεργοί αποστολείς σχετικά με τη μεταφορά και παραλαβή.
- SDES Τμήματα περιγραφής πηγής όπως το CNAME
- BYE Δείκτης τέλους συμμετοχής
- APP Εδικές Λειτουργίες Εφαρμογής

Η βασική λειτουργία του RTCP είναι να παρέχει έλεγχο της ποιότητας και της επιβάρυνσης του δικτύου. Οι πληροφορίες ελέγχου είναι χρήσιμες είτε για τους αποστολείς είτε για τους παραλήπτες ή για τρίτους. Ο αποστολέας μπορεί να προσαρμόσει τη μετάδοση ανάλογα με τις αναφορές από τον παραλήπτη. Οι παραλήπτες μπορούν να προσδιορίσουν αν μια υπερφόρτωση του δικτύου είναι τοπική ή ολική. Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται από τις αναφορές SR και RR.

Το RTCP μεταφέρει επίσης έναν μόνιμο προσδιοριστή για την RTP πηγή που ονομάζεται CNAME (canonical name). Στην περίπτωση μιας σύγκρουσης ή

επανεκκίνησης της εφαρμογής οι παραλήπτες ζητούν το CNAME της πηγής για να προσδιορίσουν τον κάθε αποστολέα. Οι παραλήπτες απαιτούν επίσης το CNAME για να μπορέσουν να συσχετίσουν πολλαπλές ροές δεδομένων από έναν αποστολέα όπως στην περίπτωση ξεχωριστής παραλαβής ήχου και βίντεο από την ίδια πηγή που πρέπει να συγχρονιστούν.

4.5.5 RSVP - Resource Reservation Protocol

Όπως αναφέραμε το πρωτόκολλο RSVP διασφαλίζει τη μεταφορά δεδομένων ήχου και βίντεο που ικανοποιούν συγκεκριμένης ποιότητας υπηρεσίες για δεδομένη ροή πληροφοριών. Οι παραλήπτες μπορούν να προσδιορίζουν τι εύρος ζώνης θα χρειασθούν και τη μέγιστη καθυστέρηση που μπορούν να ανεχθούν και όλες οι συσκευές που εμπλέκονται κρατούν το εύρος για τη ροή αυτή. Οι Real-time εφαρμογές που χρησιμοποιούν το RSVP δεσμεύουν το απαραίτητο εύρος ζώνης στους δρομολογητές της διαδρομής που θα ακολουθηθεί έτσι ώστε αυτό να είναι διαθέσιμο κατά την μετάδοση των δεδομένων. Το RSVP είναι ένα βασικό συστατικό των Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών μέσω Internet που μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες καλύτερης προσπάθειας (best-effort) και πραγματικού χρόνου (real-time).

Το RSVP είναι υπεύθυνο για τη διαπραγμάτευση των παραμέτρων της σύνδεσης με τους δρομολογητές. Όταν ένας χρήστης αιτείται για μια σύνδεση, είτε θα εξυπηρετηθεί είτε θα ενημερωθεί ότι δεν υπάρχει διαθέσιμο κανάλι. Όλοι όσοι εμπλέκονται στην διαδρομή ανάμεσα στον εξυπηρετητή και τον παραλήπτη ακροατή θα πρέπει να υποστηρίζουν το RSVP. Όλοι οι ενδιαμέσοι δρομολογητές θα πρέπει να δεσμεύουν πηγές όπως εύρος ζώνης δικτύου, υπολογιστική ισχύ και μνήμη ώστε να ικανοποιηθεί η αίτηση. Σε πολλές περιπτώσεις δεν χρειάζεται η αίτηση του χρήστη να φτάσει μέχρι τον αποστολέα. Σε περίπτωση που συναντήσει κατά την άνοδό της προς τον εξυπηρετητή μια άλλη αίτηση για την ίδια ροή τότε γίνεται συγχώνευση των αιτήσεων και των δεσμεύσεων χώρου. Η συγχώνευση αυτή λύνει το πρόβλημα του multicast σε ροή δεδομένων μεγάλης κλίμακας αφού αποτρέπει την συμφόρηση του δικτύου στην περίπτωση μετάδοσης της ίδιας ροής σε πολλούς χρήστες. Το RSVP λειτουργεί πάνω από IP, καταλαμβάνοντας τη θέση του επιπέδου μεταφοράς αλλά προσφέρει και υπηρεσίες επιπέδου συνόδου.

Πρακτικά υπάρχουν κάποια προβλήματα στην υλοποίηση από τους providers. Οι providers συνήθως δεσμεύονται για εύρος ζώνης πάνω από τις δυνατότητες τους και οι χρήστες αντιμετωπίζουν καθυστερήσεις. Είναι αμφίβολο αν θα μπορέσει ποτέ να υποστηριχθεί σε μεγάλη κλίμακα το RSVP αφού δεν είναι ξεκάθαρο αν οι routers μπορούν να ανταπεξέλθουν τέτοια χρήση.

4.5.6 RTSP - Realtime Streaming Protocol

Η ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο στο διαδίκτυο έχει εξαντλήσει τις δυνατότητες του HTTP και γίνονται προσπάθειες να τυποποιηθούν λειτουργίες όπως η έναρξη και η παύση της μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο, ο συγχρονισμός πολλαπλών τύπων δεδομένων και η υλοποίηση άλλων ελέγχων. Είναι ένα πρωτόκολλο στο επίπεδο παρουσίασης του OSI για εφαρμογές πελάτη-εξυπηρετητή. Μπορεί να δώσει λειτουργίες αναπαραγωγής βίντεο όπως fast forward, reverse ή ακριβούς θέσης. Η πηγή της ροής μπορεί να είναι ή ζωντανή μετάδοση ή αποθηκευμένα clips. Το πρωτόκολλο RTSP αναπτύσσεται κυρίως από την Progressive Networks και τη Netscape μαζί με άλλες 40 περίπου εταιρείες.

Το RTSP μοιράζεται πολλά στοιχεία με το HTTP και κυρίως προσφέρει υπηρεσίες επιπέδου HTTP για μεταφορά σε πραγματικό χρόνο δεδομένων. Διαφέρει από το HTTP στο ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται εκτός ζώνης από κάποιο άλλο πρωτόκολλο. Ακόμη το RTSP μπορεί να ενσωματώσει μηχανισμούς ασφαλείας και αναγνώρισης ταυτότητας. Έχει σχεδιασθεί να συνεργάζεται με πρωτόκολλα χαμηλότερου επιπέδου όπως το RTP και το RSVP.

Το RTSP μπορεί να ελέγχει είτε μια ή πολλές χρονοχρονισμένες ροές ήχου ή βίντεο. Το πρωτόκολλο δεν μεταφέρει τα συνεχόμενα πακέτα από μόνο του, παρόλο που παρεμβολές στα κύματα πακέτων με πακέτα ελέγχου είναι δυνατές. Κάθε ροή προσδιορίζεται από μια RTSP URL. Το σύνολο των πληροφοριών της παρουσίασης των δεδομένων ορίζονται σε ένα αρχείο περιγραφής το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει την κωδικοποίηση, τα RTSP URLs, τη διεύθυνση προορισμού και άλλες παραμέτρους. Μια σύνοδος RTSP δεν είναι με κανένα τρόπο όμοια με μια σύνδεση επιπέδου μεταφοράς όπως μια TCP σύνδεση. Ο εξυπηρετητής διατηρεί μια σύνοδο καθορισμένη από έναν

προσδιοριστή. Ενώ στο HTTP δεν υπάρχουν διαφορετικές καταστάσεις της συνόδου, στο RTSP ο εξυπηρετητής πρέπει να παρακολουθεί τις διάφορες καταστάσεις της συνόδου. Κατά τη διάρκεια μιας συνόδου RTSP ένας client RTSP μπορεί να ανοίξει και να κλείσει πολλές συνδέσεις μεταφοράς με ένα εξυπηρετητή και να αιτηθεί για RTSP σύνδεση. Επίσης ενώ το HTTP είναι ένα ασύμμετρο πρωτόκολλο όπου οι αιτήσεις προέρχονται από τον πελάτη και οι απαντήσεις από τον εξυπηρετητή, στο RTSP οι αιτήσεις και απαντήσεις γίνονται και από τους δύο. Τέλος το RTSP δίνει τη δυνατότητα επιλογής των καναλιών μετάδοσης όπως UDP, multicast UDP ή TCP.

4.5.7 ASF - Active Streaming Format

Η Microsoft δεν υποστηρίζει το RTSP και έχει αναπτύξει ένα ανταγωνιστικό πρωτόκολλο, το ASF που το έχει ενσωματώσει στη δική της πλατφόρμα για μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, το NetShow. Προσφέρει σχεδόν τις ίδιες δυνατότητες με το RTSP, αναφέρεται όμως σαν τύπος αρχείου (file format) και θεωρείται κομμάτι της συνολικής τεχνολογίας των ActiveX. Ουσιαστικά πρόκειται για τρόπο δημιουργίας αρχείων που περιέχουν πολλαπλά αντικείμενα (ήχο, εικόνα κ.τ.λ.) ώστε να αποστέλλονται ενοποιημένα μέσα από τα frames του δικτύου. Δεν υποκαθιστά το MPEG αντίθετα frames παραγόμενα από MPEG κωδικοποιητές μπορούν να ενσωματωθούν στα frames του ASF. Καθώς το ASF χρησιμοποιείται σαν τύπος αρχείου μπορεί να μεταφερθεί πάνω από χαμηλότερου επιπέδου πρωτόκολλα μεταφοράς όπως το TCP/IP, UDP/IP, και το RTP. Ακόμη και πίσω από firewalls που μπλοκάρουν όλα τα UDP πακέτα, μέσω HTTP μπορεί να γίνει λήψη σημάτων τύπου ASF.

4.6 Ροή Ήχου

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει υπάρχουν δύο ήδη πολυμεσικών εφαρμογών μέσω Internet, αυτές που η αναπαραγωγή γίνεται σε πραγματικό χρόνο και αυτές που απαιτούν την λήψη και αποθήκευση του αρχείου και κατόπιν την αναπαραγωγή του τοπικά από το τερματικό. Έτσι και στη ροή ηχητικών δεδομένων, έχουμε τις παρακάτω μορφές

- Audio On - demand : Αποθηκευμένα αρχεία ήχου που λαμβάνονται από τους χρήστες τοπικά και κατόπιν αναπαράγονται.
- Live Audio : Μετάδοση και αναπαραγωγή ηχητικών σημάτων καθώς αυτά συμβαίνουν.

Υπάρχει επίσης και η περίπτωση του pseudo-streaming audio όπως το Apple Quicktime, και το Midi-streaming όπου ενώ στην πραγματικότητα έχουμε αναπαραγωγή ήχου σε μη πραγματικό χρόνο έχουμε την αίσθηση ότι γίνεται σε πραγματικό.

Σημαντικό πλεονέκτημα στη ροή δεδομένων ήχου μέσω δικτύων είναι η διαδραστικότητα αφού δίνεται η δυνατότητα στον παραλήπτη να επικοινωνεί με τον αποστολέα και να ελέγχει το μέσο όπως στην περίπτωση ενός κασετοφώνου. Το μεγάλο βέβαια πρόβλημα όπως έχουμε αναφέρει και νωρίτερα είναι ο τρόπος αναπαράστασης των δεδομένων ήχου που ομολογουμένως απαιτούν μεγάλη ποσότητα πληροφορίας. Έτσι είναι σύνηθες το φαινόμενο τα αρχεία ήχου να έχουν ένα λόγο χρόνου μεταφοράς προς χρόνο αναπαραγωγής 5:1 μέσω συνδέσεων dial-up. Επίσης η multicast μετάδοση ήχου με ποιότητα CD θα δημιουργούσε τεράστια συμφόρηση σε ένα δίκτυο και θα ήταν απαγορευτική στην περίπτωση του Διαδικτύου. Συνεπώς εκτός από τα πρωτόκολλα μεταφοράς πολυμεσικών δεδομένων πολύ σημαντικός είναι ο τρόπος κωδικοποίησης του ηχητικού σήματος έτσι ώστε οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης να είναι οι μικρότερες αποδεκτές.

4.6.1 Κωδικοποιητές - Αποκωδικοποιητές (Codecs)

Όλα τα προϊόντα του streaming audio απαιτούν ένα κωδικοποιητή (encoder) και ένα αποκωδικοποιητή (player). Κατά τη μετάδοση δεδομένων ήχου στον εξυπηρετητή υπάρχει μια εφαρμογή η οποία κωδικοποιεί τα δεδομένα σε μια μορφή κατάλληλη για τη μετάδοσή τους μέσω του δικτύου. Ο κωδικοποιητής αυτός για να μπορέσει να μεταδώσει ένα αρχείο με μια ικανοποιητική ταχύτητα καταφεύγει στην συμπίεση των δεδομένων, στη μείωση δηλαδή της απαιτούμενης ποσότητας πληροφορίας για την αναπαράστασή του. Ο κωδικοποιητής δηλαδή συμπιέζει τα πακέτα ήχου ώστε να ταιριάζουν στο εύρος ζώνης του δικτύου με το οποίο είναι συνδεδεμένοι οι χρήστες. Αντίθετα κατά τη λήψη

ηχητικού σήματος στον παραλήπτη, ένας αποκωδικοποιητής αναλαμβάνει να αποκωδικοποιήσει και να αποσυμπιέσει τα δεδομένα ήχου.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κωδικοποίησης που παράγουν διαφορετικούς τύπος αρχείων. Τα προγράμματα κωδικοποίησης είναι συνήθως και προγράμματα συμπίεσης τα οποία παίρνουν ένα αρχικό αρχείο(.wav,.au,.snd,.aiff) και μειώνουν το μέγεθος του πετώντας κάποια πληροφορία που εκείνα θεωρούν άχρηστη ή μη ζωτικής σημασίας για το τελικό αποτέλεσμα. Το συμπίεσμένο αρχείο ήχου που παράγουν είναι πολύ μικρότερο σε μέγεθος και συνήθως όπως είδαμε στις τεχνικές συμπίεσης χαμηλότερης ποιότητας σε σχέση με το αρχικό. Συνήθως τα προγράμματα κωδικοποίησης επιτρέπουν την παραμετροποίηση και τον έλεγχο της ποιότητας του ήχου που θα παραχθεί. Φυσικά όπως είδαμε όσο καλύτερη είναι η ποιότητα του ήχου και όσο μεγαλύτερη η συχνότητα δειγματοληψίας τόσο μεγαλύτερο θα είναι το μέγεθος του τελικού αρχείου.

4.6.2 Συμπίεση

Ήδη στα πρώτα ψηφιακά συστήματα τηλεφωνίας χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές συμπίεσης που προσέφεραν μείωση στον όγκο των δεδομένων, με λόγο συμπίεσης μέχρι 2:1. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν αποδοτικότεροι αλγόριθμοι που επιτρέπουν μεγαλύτερη συμπίεση δεδομένων παράγοντας σήματα που διαφέρουν από τα αρχικά αλλά αισθητικά ακούγονται το ίδιο σχεδόν σε όλους του ακροατές.

Η προσέγγιση αυτή υιοθετήθηκε και για τη ροή ήχου στο διαδίκτυο. Όπως έχουμε ήδη δει υπάρχουν οι απωλεστικοί και μη απωλεστικοί αλγόριθμοι συμπίεσης. Οι πιο αποδοτικοί είναι οι απωλεστικοί αλγόριθμοι (lossy) και συγκεκριμένα οι perceptual αλγόριθμοι που σχεδιάστηκαν αποκλειστικά για αρχεία ήχου και μειώνουν τα δεδομένα βασισμένοι μόνο στο πως θα ακούγεται από το ανθρώπινο αυτί τελικά το σήμα. Εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι το ανθρώπινο αυτί δε μπορεί να αντιληφθεί κάποια απώλεια από το αρχικό σήμα και έτσι μειώνουν σημαντικά το μέγεθος των ψηφιακών σημάτων ήχου. Όπως είδαμε στην ενότητα ψηφιοποίησης του ήχου, το μέγεθος των ψηφιακών δεδομένων ήχου προκύπτει από τη συχνότητα δειγματοληψίας πολλαπλασιασμένη με τον αριθμό των bits που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του δείγματος επί τον αριθμό των καναλιών του ήχου. Για να μειωθεί αυτό το γινόμενο τουλάχιστον ένας από τους παράγοντες θα πρέπει να μειωθεί. Τα

περιθώρια μείωσης της συχνότητας δειγματοληψίας είναι μικρά διότι με αυτό τον τρόπο χάνονται υψηλές συχνότητες ήχου και επηρεάζεται η πιστότητα του σήματος. Τα δύο κανάλια μπορούν να γίνουν ένα χωρίς όμως αυτό να είναι πάντοτε επιθυμητό. Η μεγαλύτερη βελτίωση μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μεθόδους μείωσης του αριθμού των bits για αναπαράσταση του δείγματος.

Η μέθοδος εκτελείται σε δύο βήματα. Στο πρώτο, το αναλογικό σήμα ήχου μετατρέπεται σε ψηφιακό σε λέξεις των 16-bit χρησιμοποιώντας μία από τις συνηθισμένες συχνότητες δειγματοληψίας των 32, 44.1 ή 48kHz. Τα στερεοφωνικά σήματα συνήθως συνενώνονται δημιουργώντας ένα όγκο δεδομένων από 500 ως 750 KB/δευτερόλεπτο. Στο δεύτερο στάδιο εφαρμόζεται κάποιος αλγόριθμος συμπίεσης έτσι ώστε το αρχικό μέγεθος να μειώνεται κατά ένα παράγοντα της τάξης του 50:1 ή και περισσότερο.

Όπως είπαμε στην perceptual κωδικοποίηση εκμεταλλευόμαστε κάποια χαρακτηριστικά της ανθρώπινης ακοής. Ένα βασικό αξίωμα της ψυχοακουστικής είναι η φασματική επικάλυψη (spectral masking), κατά την οποία η παρουσία ενός ηχητικού σήματος επικαλύπτει την αίσθηση κάποιου άλλου και τα σήματα που επικαλύπτονται είναι κυρίως μικρής ισχύος σε γειτονικές συχνότητες. Έτσι σε επίπεδο της συχνότητας, οι perceptual κωδικοποιητές αφαιρούν τα τμήματα ήχου που επικαλύπτονται από άλλα, πιο δυνατά, μειώνοντας έτσι την πληροφορία που πρέπει να αναπαρασταθεί και μεταδοθεί. Η κωδικοποίηση μπορεί να μειώσει ακόμη περισσότερο το μέγεθος του σήματος μειώνοντας επιλεκτικά ακόμη και τα μη επικαλυπτόμενα σήματα μειώνοντας όμως έτσι αισθητά το ακουστικό αποτέλεσμα.

Οι πιο διαδεδομένοι τρόποι κωδικοποίησης και συμπίεσης ηχητικών σημάτων στο δίκτυο είναι σήμερα οι εξής :

- MPEG-2 Audio layer 3
- Dolby's AC-3
- AAC (Advanced Audio Codec)

4.6.3 Dolby's AC-3

Η κωδικοποίηση Dolby's AC-3 ή αλλιώς Audio Code Number 3 - Dolby Digital (Surround) είναι μια κωδικοποίηση που αναπτύχθηκε από την ίδια την Dolby και χρησιμοποιείται ευρέως από την κινηματογραφική βιομηχανία στις ταινίες, στους ψηφιακούς βίντεο δίσκους (DVD) αλλά και στην τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) στις Η.Π.Α, γεγονός που δημιουργεί ένα πρόβλημα ασυμβατότητας με την Ευρώπη όπου χρησιμοποιείται η κωδικοποίηση MPEG-2.

Η κωδικοποίηση Dolby's AC-3 μπορεί να αναπαραστήσει 6 ξεχωριστά κανάλια ήχου σε χώρο λιγότερο από αυτόν που απαιτεί ένα μόνο κανάλι σε έναν δίσκο CD. Τα 6 κανάλια (δεξί, αριστερό, κεντρικό, δύο κανάλια ήχου surround και ένα κανάλι εξαιρετικά για τις χαμηλές συχνότητες) χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν την αίσθηση του χώρου για τον ήχο (Dolby Digital Surround). Τα πέντε βασικά κανάλια είναι εύρους ζώνης ακουστικών συχνοτήτων από 3Hz έως 20.000 Hz ενώ το έκτο κανάλι χρησιμοποιείται για τις συχνότητες 3 Hz έως 120 Hz. Ένα χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κωδικοποίησης είναι ότι επιτρέπει την επικάλυψη ήχων σε ένα κανάλι με θόρυβο, από ήχους άλλου καναλιού. Οι ρυθμοί μετάδοσης ηχητικών δεδομένων κυμαίνονται από 32 kb/δευτερόλεπτο για ένα κανάλι ως 640kb/δευτερόλεπτο. Όπως θα δούμε παρακάτω η κωδικοποίηση Dolby's AC-3 χρησιμοποιείται από το πιο διαδεδομένο στον κόσμο του δικτύου πρόγραμμα μεταφοράς ήχου σε πραγματικό χρόνο, το Real Audio.

4.6.4 MP3

Η ονομασία MP3 της κωδικοποίησης προέρχεται από το πλήρες όνομα που είναι MPEG Audio layer 3. Η κωδικοποίηση είναι εξέλιξη του προτύπου MPEG-1 Audio Layer 2 και αναπτύχθηκε από την επιτροπή που είναι υπεύθυνη για το πρότυπο Motion-JPEG ή αλλιώς MPEG, που είναι το πιο διαδεδομένο πρότυπο αναπαράστασης κινούμενης εικόνας και ήχου. Τα τυποποιημένα πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί ως τώρα είναι τα MPEG-1, MPEG-2 και MPEG-4. Ένα τμήμα της κωδικοποίησης MPEG αφορά στην αναπαράσταση του ήχου. Το MPEG-1 μπορεί να κωδικοποιήσει μόνο δύο κανάλια ήχου γι αυτό και χρησιμοποιείται κυρίως το πρότυπο MPEG-2. Το MPEG-2 για τον ήχο αποτελείται από τρία επίπεδα (layers) τα οποία εκμεταλλεύονται με διαφορετικό τρόπο το bitrate για να επιτύχουν μεγαλύτερη συμπίεση. Όσο προχωράμε στα επίπεδα τόσο

πιο περίπλοκος γίνεται ο κωδικοποιητής και τόσο καλύτερη εκμετάλλευση του bitrate γίνεται. Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τα αποτελέσματα σύγκρισης των τριών επιπέδων και τη σχέση μεταξύ bitrate και δυνατότητα συμπίεσης.

Επίπεδο	bitrate	Συμπίεση	Ελάχιστη καθυστέρηση
I	192 kbit	4:1	19ms
II	128kbit	6:1-8:1	35ms
III	64kbit	10:1-12:1	59ms

Πίνακας 4. MPEG Audio Layers

Αν και το MPEG-1 Audio Layer 2 προηγήθηκε, σήμερα το πιο διαδεδομένο είναι το MPEG layer III που για δοσμένη ποιότητα ήχου απαιτεί το μικρότερο bitrate ή αλλιώς για δοσμένο bitrate πετυχαίνει την υψηλότερη ποιότητα ήχου. Είναι φανερό πως διαφορετικά δεδομένα ήχου έχουν διαφορετικές απαιτήσεις κωδικοποίησης και bitrate. Στον παρακάτω πίνακα χρησιμοποιώντας το MPEG layer III βλέπουμε τις δυνατότητες συμπίεσης χωρίς σημαντικές απώλειες σε ποιότητα ήχου.

Ποιότητα ήχου	Εύρος	mode	Bitrate	Λόγος
«Ήχος τηλεφώνου»	2.5 kHz	mono	8 kbps	96:1
«Καλύτερος από shortwave»	4.5 kHz	mono	16 kbps	48:1
«Καλύτερος από AM radio»	7.5 kHz	mono	32 kbps	24:1
«Σχεδόν FM radio»	11 kHz	stereo	56...64kbps	26...24:1
«Ποιότητα σχεδόν-CD»	15 kHz	stereo	96 kbps	16:1
«Ποιότητα CD»	> 15 kHz	stereo	112...128 kbps	14...12:1

Πίνακας 5. Δυνατότητες συμπίεσης του MPEG layer III

Οι εφαρμογές στο χώρο του διαδικτύου χρησιμοποιούν κωδικοποιητές επιπέδου III χωρίς πάντοτε να υλοποιούν όλες τις δυνατότητες που προσφέρει το πρότυπο για μέγιστη συμπίεση. Εταιρίες όπως η Microsoft και η Macromedia προσφέρουν αποκωδικοποιητές αλλά και κωδικοποιητές για MPEG-2 Audio layer III.

4.6.5 AAC

Ένας άλλος αλγόριθμος κωδικοποίησης είναι ο Advanced Audio Codec (AAC) που μπορεί να κωδικοποιήσει έως και 48 κανάλια ήχου και 16 κανάλια χαμηλής συχνότητας υψηλής ποιότητας σε bitrate 64Kb/δευτερόλεπτο/κανάλι. Επιτρέπει επίσης φωνή πάνω

από προγράμματα ήχου ενσωματωμένα σε ένα stream. Το AAC έχει τρεις διαφορετικές μορφές, την κύρια, την χαμηλής πολυπλοκότητας και την κλιμακούμενης συχνότητας δειγματοληψίας ανάλογα με τους περιορισμούς σε υπολογιστική ισχύ και μνήμη. Η συγκεκριμένη κωδικοποίηση μπορεί να παρέχει καλύτερη ποιότητα ήχου από οποιαδήποτε άλλη κωδικοποίηση χρησιμοποιώντας πολύ μικρότερο bitrate. Το AAC είναι τμήμα του MPEG-4 και αναμένεται να κυριαρχήσει στο χώρο του δικτύου.

4.7 Οι Μέθοδοι Συμπίεσης Αρχείων Βίντεο

Αν σκεφτούμε ότι για κάθε ένα δευτερόλεπτο μιας ταινίας βίντεο χρειάζονται περίπου 30 εικόνες, καθεμία από τις οποίες απαιτεί ίσως και 1 MB μνήμης, είναι προφανές ότι ένα αρχείο βίντεο χρειάζεται τεράστιο όγκο δεδομένων. Η ποσότητα της πληροφορίας ενός αρχείου βίντεο εξαρτάται από την ποιότητα της εικόνας, το μέγεθος της εικόνας και τον αριθμό των καρέ (frames) ανά δευτερόλεπτο που απαιτούνται για τη σωστή αναπαραγωγή της κίνησης.

Η ανάγκη που υπάρχει για τη συμπίεση των δεδομένων ενός αρχείου βίντεο είναι επιτακτική, όχι μόνο για τον όγκο του αρχείου, αλλά και για λόγους διακίνησης των πληροφοριών σε λογικά χρονικά διαστήματα. Όσον αφορά το βίντεο, υπάρχουν δύο είδη συμπίεσης :

- Spatial Compression, όπου γίνεται συμπίεση σε κάθε frame ξεχωριστά. Τέτοια συμπίεση αποτελεί το JPEG, το οποίο είναι αλγόριθμος συμπίεσης με απώλειες (lossy), δηλ. κόβει πληροφορίες από τις εικόνες.
- Temporal Compression, όπου αποθηκεύεται ένα αρχικό frame και μετά οι διαφορές του με τα επόμενα. Η συμπίεση αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για στατικές σκηνές, αλλά όχι για σκηνές δράσης. Τέτοια συμπίεση επιτυγχάνουν τα Motion JPEG αρχεία.

4.7.1 Συμπίεση Ψηφιακού Video- Αλγόριθμος MPEG

Το πρότυπο MPEG χρησιμοποιεί δύο κωδικοποιήσεις. Η μία αφορά το κάθε καρέ μεμονωμένα και το πως αυτό απεικονίζεται. Χρησιμοποιείται ο JPEG αλγόριθμος που έχουμε περιγράψει με τη διαφορά ότι ενώ ο JPEG έχει σταθερό λόγο συμπίεσης για όλη

την εικόνα, στο MPEG αυτό είναι μεταβλητό ανάλογα με την περιοχή του καρέ. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα συνολικά στην εικόνα.

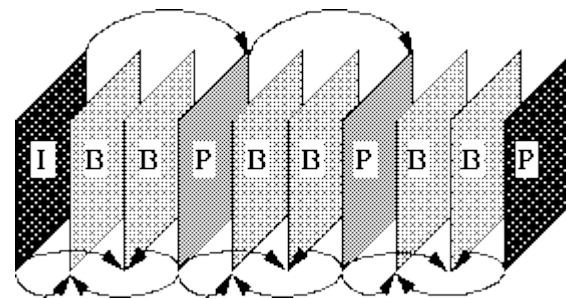
Η δεύτερη χρησιμοποιείται για να κωδικοποιήσει τις διαφορές από καρέ σε καρέ. Στηρίζεται στην λογική ότι για να περιγραφεί μια εικόνα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια προηγούμενη εικόνα και να καταγράψουμε μόνο το τι άλλαξε στις επόμενες. Σε αυτή την κωδικοποίηση χρησιμοποιούνται εκτός από τις πραγματικές εικόνες που έχουν ληφθεί από την κάμερα και εικόνες που παράγονται από αυτές. Κάθε frame ενός MPEG μπορεί να είναι ένα από τα παρακάτω:

Intra (I). Οι I εικόνες παρέχουν πραγματικές εικόνες που έχουν καταγραφεί και έχουν αναπαρασταθεί από το σήμα της κάμερας. Η συμπίεση που επιδέχονται είναι πολύ μικρή.

Predicted (P). Οι P εικόνες δημιουργούνται καταγράφοντας τις αλλαγές από προηγούμενες εικόνες που μπορεί να είναι είτε I ή P .

Bi-directionally (B). Οι B εικόνες συμπίεζονται χρησιμοποιώντας σαν αναφορά κάποιο I ή P καρέ. Οι B εικόνες δε χρησιμοποιούνται ποτέ σαν αναφορές.

Η σχέση μεταξύ των καρέ παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα [12].



Εικόνα 9. Σχέση μεταξύ I, P και B frames

4.8 Εφαρμογές online βίντεο και ήχου

Οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές μετάδοσης ήχου και βίντεο σε πραγματικό χρόνο μέσω διαδικτύου είναι το Real Systems G2 της Real Networks, το Quicktime 4 της Apple και το Microsoft NetShow της Microsoft.

4.8.1 Real Media

Το RealVideo (ή αλλιώς "RealMedia") είναι μια αρχιτεκτονική ροής ήχου και εικόνας μέσω δικτύου που αναπτύχθηκε από την RealNetworks. Για πολλά χρόνια αποτελεί ίσως το πιο διαδεδομένο πακέτο μετάδοσης και αναπαραγωγής αρχείων στο διαδίκτυο με μια μεγάλη εγκατεστημένη βάση με αρχεία που παράγει ο κωδικοποιητής του. Η αρχή έγινε το 1994 με τη δημιουργία του Real Audio για την αναπαραγωγή και μετάδοση ήχου μέσω του Διαδικτύου. Το σύστημα έχει αναπτυχθεί σαν μια client-server εφαρμογή και διαθέτει μια ανοιχτή αρχιτεκτονική για όλους τους τύπους δεδομένων. Η εταιρία προσφέρει τον αποκωδικοποιητή (player) στους χρήστες δωρεάν ενώ είναι η μόνη που έχει αναπτύξει και πουλάει την server εφαρμογή κωδικοποίησης και εξυπηρέτησης χρηστών για να παράγουν και να μεταδώσουν ζωντανά ήχο και εικόνα.

Η πλατφόρμα Real Media υποστηρίζει τη μετάδοση σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο πολλών τύπων δεδομένων ήχου, κινούμενης εικόνας, MIDI, κείμενου, εικόνας ή animation. Η μετάδοση μπορεί να περιλαμβάνει είτε ένα είτε και όλα τα παραπάνω είδη δεδομένων συγχρονισμένα. Η πλατφόρμα είναι συμβατή με τα γνωστά λειτουργικά συστήματα και επιτρέπει τον έλεγχο των πακέτων και από τις δύο πλευρές δηλαδή τόσο από αυτόν που μεταδίδει όσο και από αυτόν που λαμβάνει. Επιτρέπει τη μείωση των λαθών, την συνεννόηση για την σύνδεση (bandwidth negotiation), την ζωντανή μετάδοση και τον έλεγχο της.

Η πλατφόρμα επιτρέπει τη μετάδοση με τη βοήθεια οποιουδήποτε πρωτοκόλλου για το δίκτυο όπως TCP/IP, UDP/IP, UDP resent ή HTTP. Υποστηρίζεται δυνατότητα για μετάδοση είτε unicast ή multicast σε απεριόριστο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων. Πολλοί ραδιοφωνικοί σταθμοί μεταδίδουν περιεχόμενο χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο software της εταιρείας.

Το RealSystem G2 είναι η δεύτερη γενιά αυτής της αρχιτεκτονικής που περιέχει πολλές βελτιώσεις στην ποιότητα, τα χαρακτηριστικά και τα υποστηριζόμενα formats. Η πλατφόρμα RealSystem G2 υποστηρίζει και πραγματική ροή ήχου από κάποιον server (true streaming) και προοδευτικό κατέβασμα αρχείων ήχου (http streaming ή progressive download) χωρίς την ύπαρξη υποχρεωτικά κάποιου server για την αποστολή του πολυμεσικού σήματος. Η RealNetworks είναι η μόνη εταιρία που παρέχει servers για την πλατφόρμα RealSystem G2.

Συμπερασματικά το RealSystem G2 είναι περισσότερο κατάλληλο για μετάδοση μέσω δικτύου δεδομένων ήχου και εικόνας καθώς και άλλων τύπων όπως κειμένου και Flash animation. Δε χρησιμοποιείται συχνά για αναπαραγωγή αρχείων από CD-ROM ή DVD εξαιτίας των μεγάλων απαιτήσεων σε υπολογιστική ισχύ για μεγάλο εύρος ζώνης. Τα αρχεία Real δε μπορούν να δεχτού επεξεργασία και επανασυμπίεση.

4.8.2 Quicktime

Το QuickTime είναι η πολυμεσική πλατφόρμα της Apple που αποτελεί και ένα από τα πιο διαδεδομένα standard. Χρησιμοποιείται από προγραμματιστές και επαγγελματίες του χώρου για τη δημιουργία και μετάδοση μεγάλης ποικιλίας πολυμεσικών δεδομένων. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του QuickTime είναι τα εξής:

- Κατάλληλο για μετάδοση εικόνας και ήχου στο Διαδίκτυο, σε CD-ROM ή DVD, και σε μορφή παρουσιάσεων.
- Υποστηρίζει εξίσου τις δύο πλατφόρμες Macintosh και Windows .
- Έχει πολύ μεγάλες δυνατότητες για αλληλεπιδραστικές εφαρμογές όπως ένα DVD-Video. Για παράδειγμα δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών εκδοχών ενός βίντεο με δυνατότητα επιλογής στο χρήστη.
- Υποστηρίζει επεξεργασία και παραγωγή αρχείων.
- Υποστηρίζει όλα τα διαδεδομένα format αρχείων εικόνας όπως JPEG, BMP, PICT, PNG, GIF.
- Υποστηρίζει επίσης πολλά format ψηφιακού βίντεο όπως MiniDV, DVCPPro και DVCam καθώς και τους γνωστούς τύπους AVI, AVR, MPEG-1 και OpenDML.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ροή ήχου και βίντεο σε πραγματικό χρόνο από τα πρωτόκολλα HTTP, RTP και RTSP.
- Στην αναπαραγωγή ήχου υποστηρίζονται πρότυπα όπως το MP3, το MIDI και το GS format.

4.8.3 Microsoft NetShow

Η αντίστοιχη αρχιτεκτονική της Microsoft είναι το Windows Media Player ή NetShow. Όπως και το Real Media έχει δυνατότητα λήψης και αναπαραγωγής ήχου και βίντεο

μέσω δικτύου με δύο τρόπους, είτε σε πραγματικό χρόνο με μετάδοση από κάποιον server ή με προοδευτικό κατέβασμα του αρχείου. Στην πραγματικότητα ο όρος NetShow αναφέρεται στην server εφαρμογή. Τα αρχεία που μεταδίδονται είναι τύπου Active Streaming Format (ASF) και αναπαράγονται από την client εφαρμογή που είναι το Windows Media Player. Παρότι το αρχεία του τύπου ASF μπορούν να μεταφερθούν από οποιονδήποτε web server, το Netshow βελτιστοποιεί τη μεταφορά τους ενώ περιέχει και εργαλεία για την μετατροπή όλων των γνωστών file formats σε ASF format. Υποστηρίζει και αυτό όλα τα πρωτόκολλα μεταφοράς και διαθέτει εύχρηστο interface.

Το NetShow μπορεί να εγγυηθεί πραγματικό streaming ακόμα και στην περίπτωση που το δίκτυο εμφανίζει μεγάλες καθυστερήσεις. Χρησιμοποιεί μια έξυπνη μέθοδο έτσι ώστε να μειώνει την ποιότητα του σήματος και συνεπώς τον αριθμό των δεδομένων κρατώντας έτσι συνεχή τη ροή σήματος. Η ποιότητα του σήματος στην περίπτωση μεγάλης μείωσης του εύρους του καναλιού μπορεί να ελαττωθεί μέχρι στο σημείο να μεταδίδεται μόνο ήχος. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε μετάδοση αρχείων σε πραγματικό χρόνο ή ακόμα και σε βίντεο κατά ζήτηση.

4.8.4 Σύγκριση Εφαρμογών online βίντεο και ήχου

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε μια σύγκριση των τριών αρχιτεκτονικών σε τρεις διαφορετικούς τύπους σύνδεσης.

Format	Σύνδεση	Ρυθμός Μετάδοσης	Μέγεθος	Διαστάσεις Frame	Frames /Sec	Κωδικοποιητής	Μέγεθος βίντεο για 1hr
Quicktime	28.8 k	2.7 KB/s	123.3 K	160x120	5 fps	Sorenson VBR	9.49 MB
	56 k	4.8 KB/s	238.4 K	192x144	7.5 fps	Sorenson VBR	16.9 MB
	LAN	25.2 KB/s	1.2 MB	240x180	15 fps	Sorenson VBR	88.6 MB
Real G2	28.8 k	2.4 KB/s	136 K	128x96	5 fps	RealVideo G2	8.44 MB
	56 k	4.8KB/s.	272 K	160x120	7.5 fps.	RealVideo G2.	16.88 MB
	LAN	24.6 KB/s	1.3 MB.	256x192	15 fps	RealVideo G2.	86.48 MB
MS Media	28.8 k	2.4 KB/s	272 K	128x96	5 fps	MSMPEG V2	8.44 MB
	56 k	4.8 KB/s	136 K	160x120	7.5 fps.	MSMPEG V3.	16.88 MB
	LAN	35.6 KB/s	1.8 MB	320x240	15 fps	MSMPEG V4.	125.16 MB

Πίνακας 7. Σύγκριση πλατφορμών σε σχέση με τον τύπο σύνδεσης

Στον επόμενο πίνακα περιέχονται συνοπτικά όλα τα χαρακτηριστικά της κάθε πλατφόρμας.

	Real Networks Real Systems G2	Quicktime 4	Microsoft NetShow
Εταιρία	Real Networks	Apple Computer, Inc.	Microsoft
Client Εφαρμογή	RealPlayer G2 Windows RealPlayer G2 Macintosh	Quictime 4 Windows Quictime 4 Macintosh	Media Player-Windows Mac BETA
Server Εφαρμογή	NT, 95/98, Solaris, FreeBSD, Irix 6.2, HP/UX 11.0, Digital Unix, Linux	Windows 98, Windows NT 4.0, FreeBSD, MacOS X Server, Linux, Solaris 7	NT 4 και πάνω
Remote Server Administration	HTTP	HTTP	Viac Active X plug-in
Εύρος ζώνης	28.8Kbps-1Mbps	14.4Kbps-LAN	28.8Kbps-3Mbps
Υποστηριζόμενες Κωδικοποιήσεις Βίντεο	RealVideo, MPEG1, SMIL, VRML, RealText, RealPix		MPEG 4 V1/V2 Truemotion VDOnt & Wave
Υποστηριζόμενες Κωδικοποιήσεις Ήχου	RealAudio, MIDI		Mp-3, Voxware, Lernout & Hauspie CELP
Πρωτόκολλα Μετάδοσης	RTSP, RTP, UDP, TCP, HTTP	HTTP, RTSP, RTP, FTP, SDP	TCP, HTTP, UDP
Συμβατότητα Φυλλομετρητών (Browser)	Netscape, IE	Netscape, IE	Netscape, IE
Ζωντανή Μετάδοση	Ναι	Ναι	Ναι
Ταυτόχρονη ζωντανή Λήψη και Αναμετάδοση	Ναι	Ναι	Ναι
IP Multicast	Ναι	Ναι	Ναι

Πίνακας 8. Τεχνικά χαρακτηριστικά πλατφόρμων

Τέλος η AT&T έχει δημιουργήσει μια δική της πλατφόρμα για την ελεγχόμενη διακίνηση και μετάδοση αρχείων ήχου μέσω του Internet. Η εφαρμογή a2bmusic είναι μια εφαρμογή διανομής μουσικής συγκροτημάτων μέσω δικτύου χρησιμοποιώντας έναν κωδικοποιητή που πετυχαίνει αποτελέσματα κοντά σε αυτά του AAC. Κατά την κωδικοποίηση των δεδομένων χρησιμοποιεί ένα ίχνος, ένα δηλαδή είδος «υδατογραφήματος» (watermark) κατά τη διάρκεια της συμπίεσης των δεδομένων και κρυπτογράφησης έτσι ώστε να ελέγξουν την παράνομη διακίνηση των δεδομένων. έχουν ήδη κυκλοφορήσει albums συγκροτημάτων που μπορούν να αγορασθούν ηλεκτρονικά και να αναπαραχθούν ελεγχόμενες φορές από τον αποκωδικοποιητή a2bmusic [13].

5. Συμπεράσματα

Τα πολυμέσα μέσω δικτύων και ειδικά μέσω Internet συνδυάζουν δύο πολύ μεγάλους κλάδους της επιστήμης της Πληροφορίας και της Ψηφιακής Τεχνολογίας, τα Πολυμέσα και τις Τηλεπικοινωνίες. Ο συνδυασμός αυτός είχε πολύ μικρές απαιτήσεις όσον αφορά στις υποδομές των Δικτύων μεταφοράς δεδομένων, όταν τα δεδομένα που διακινούνταν μέσω δικτύων ήταν απλά γραφικά ή απλές εικόνες συνδυασμένες με κείμενο. Οι ραγδαίες εξελίξεις στο χώρο της ψηφιακής εικόνας, βίντεο και ήχου ανέτρεψαν τα μέχρι τώρα δεδομένα. Λόγω του τεράστιου όγκου πληροφορίας που αναπαρίσταται σε μια σύγχρονη πολυμεσική εφαρμογή, οι απαιτήσεις σε ταχύτητα μετάδοσης και εύρος ζώνης των δικτύων πολλαπλασιάστηκαν.

Παρά το γεγονός ότι ο κλάδος των τοπικών πολυμέσων εξελίχθηκε ραγδαία και εισέβαλε στην καθημερινή ζωή του σύγχρονου κόσμου, ο χώρος των δικτυωμένων πολυμέσων έμεινε στάσιμος εξαιτίας κυρίως της ανεπάρκειας των υποδομών των υπάρχοντων δικτύων. Ακόμα και φιλόδοξα σχέδια όπως η Αλληλεπιδραστική Τηλεόραση (iTV) καθυστερούν λόγω της δυσκολίας υλοποίησης λόγω έλλειψης υποδομής. Σε τοπικά δίκτυα ή δίκτυα ευρείας περιοχής με τη χρήση πρωτοκόλλων όπως το Frame Relay και ATM η μετάδοση πολυμεσικών εφαρμογών που συνδυάζουν υψηλής ποιότητας ήχο και βίντεο είναι σήμερα δυνατή. Το πρόβλημα εστιάζεται κυρίως στα Δημόσια Δίκτυα Η/Υ και κυρίως στις εφαρμογές multicasting και real-time. Σε πολλές χώρες οι χρήστες χρησιμοποιούν απλές dial-up συνδέσεις ή ISDN των οποίων όμως η ταχύτητα μετάδοσης είναι απαγορευτική για πολυμεσικές εφαρμογές.

Παρόλα αυτά το μέλλον των Πολυμέσων μέσω Internet ήδη προδιαγράφεται ελπιδοφόρο και ραγδαία εξελισσόμενο. Ήδη η εξάπλωση των DSL συνδέσεων είναι λένε βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση. Το ζητούμενο είναι να δημιουργηθούν υποδομές δικτύων με μεγάλο bandwidth και υψηλές ταχύτητες δεδομένων στην αγορά των απλών χρηστών και οικιακών εφαρμογών. Παράλληλα όπως παρουσιάσαμε σε επίπεδο εφαρμογής και πρωτοκόλλων μεταφοράς δεδομένων γίνονται επίσης μεγάλες προσπάθειες.

Από τη μια πλευρά οι αλγόριθμοι συμπίεσης δεδομένων εξελίσσονται έτσι ώστε να αναπαρίσταται η καλύτερη δυνατή ποιότητα πολυμεσικής εφαρμογής χρησιμοποιώντας

τη μικρότερη δυνατή ποσότητα πληροφορίας. Συγχρόνως παρουσιάσαμε πρωτόκολλα μετάδοσης δεδομένων για multicasting εφαρμογές και εφαρμογές πραγματικού χρόνου που κάνουν την καλύτερη δυνατή διαχείριση των υπάρχοντων υποδομών και δρομολόγηση των δεδομένων έτσι ώστε με τις τρέχουσες συνθήκες να είναι δυνατές τέτοιες πολυμεσικές εφαρμογές. Σίγουρα και στο χώρο αυτό οι εξελίξεις θα είναι πολλές έτσι ώστε σύντομα οι πολυμεσικές εφαρμογές μέσω του Internet να γίνουν ευρέως διαδεδομένες προσφέροντας έτσι στον μέσο χρήστη μια ενιαία πλατφόρμα video και audio ψυχαγωγίας, ενημέρωσης, τηλεπικοινωνίας, ηλεκτρονικού εμπορίου και πρόσβασης σε όλες τις υπηρεσίες του Internet.

Βιβλιογραφία

1. Γεωργίου Θ, Κάππος Ι, Λαδίας Α., Μικροπουλος Α, "Πολυμέσα – Δίκτυα", Παιδαγωγικό Ινστιτούτο 1999
2. Lozano J., "Multimedia, Ήχος και Βίντεο", Γκιούρδας, 1998
3. Loruck Lisa, "Designing multimedia", Adobe Press, 1995
4. Shuman J "Multimedia in Action, Wadsworth Publishing Company 1998
5. <http://www.cs.sfu.ca/CourseCentral/365/li/material/notes/Chap3/Chap3.3/Chap3.3.html>
6. <http://www.elysium.u-net.com/fcd14495p.pdf>
7. Εργαστήριο Πολυμέσων Τμήματος Πληροφορικής ΑΠΘ, "Multimedia στη Θεωρία και Πράξη", Εκδόσεις Τζιόλα, 1996
8. Lamb C., Keller K., "Multimedia – Animation", Γκιούρδας, 1998
9. Douglas E. Comer, "Internetworking with TCP/IP, Principles, Protocols and Architecture, Vol 1", Prentice Hall Inc 2000
10. Andrew S.Tanenbaum, "Computer Networks", Prentice Hall Inc 1989
11. <http://ntrg.cs.tcd.ie/undergrad/4ba2/multicast/index.html>
12. www.mpeg.org
13. www.is.asu.edu