



Μελέτη στον σχεδιασμό
πολυμεσικών εφαρμογών

Θεόδωρος Ναλμπαντίδης

© 2012, Θεόδωρος Ναλμπαντίδης

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος (Ν. 5343/32 αρ.202 παρ.2).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση, η μελέτη και η διεξοδική παρουσίαση του τρόπου σχεδίασης πολυμεσικών εφαρμογών.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά τα πολυμέσα και γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στους τομείς που χρησιμοποιούνται. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με ξεχωριστή αναφορά στην εικονική πραγματικότητα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων. Παρουσιάζονται λεπτομερώς τα είδη των εργαλείων καθώς και τα επιμέρους στοιχεία επεξεργασίας. Στη συνέχεια του κεφαλαίου παρουσιάζονται διεξοδικά τα εργαλεία που βασίζονται σε κάρτες ή σελίδες, τα εργαλεία που βασίζονται σε εικονίδια και τα εργαλεία που βασίζονται στο χρόνο.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά το κείμενο. Παρουσιάζεται το markup κείμενο, το δομημένο κείμενο και το hypertext. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τρόπο χειρισμού του κειμένου και στον τρόπο επεξεργασίας του κειμένου.

Το τέταρτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στον ήχο του δικτύου. Αρχικά παρουσιάζεται η τεχνολογία streaming audio. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιμέρους μέθοδοι κωδικοποίησης ήχου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα πρωτόκολλα για μεταφορά σε πραγματικό χρόνο. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα προϊόντα που προσφέρουν τεχνολογίες ήχου στο διαδίκτυο καθώς και λεπτομέρειες που αφορούν την τηλεφωνία μέσω διαδικτύου.

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει λεπτομέρειες που αφορούν την εικόνα. Αρχικά παρουσιάζονται οι επιμέρους τύποι εικόνας. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τεχνικές συμπίεσης της εικόνας. Κατόπιν παρουσιάζονται λεπτομέρειες σχετικές με την απώλεια κλίμακας και την αύξηση της ανάλυσης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση λεπτομεριών που αφορούν την ποιότητα.

Το έκτο κεφάλαιο, το οποίο είναι ένα από τα πιο σημαντικά της παρούσας πτυχιακής εργασίας παρουσιάζει διεξοδικές λεπτομέρειες που αφορούν το video. Αρχικά παρουσιάζονται οι κυριότερες εφαρμογές. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις τεχνικές συμπίεσης. Το μεγαλύτερο μέρος του κεφαλαίου καλύπτουν οι γενικές αρχές συμπίεσης video. Κατόπιν παρουσιάζεται η ανατομία ενός MPEG σήματος και τα επιμέρους είδη πλαισίων (frames) σε ένα σήμα MPEG. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση λεπτομερειών που αφορούν την κωδικοποίηση. Πραγματοποιείται διεξοδική παρουσίαση των μεθόδων Run Length Encoding, Huffman, Adaptive Coding.

Το έβδομο κεφάλαιο επικεντρώνεται στο animation και στο video. Παρουσιάζονται οι κλασσικές μέθοδοι animation, αλλά και η μοντέρνα μέθοδος. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις τρεις διαστάσεις. Πραγματοποιείται αναλυτική παρουσίαση των επιμέρους μορφών textures. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αντίστοιχων εφαρμογών και των δημοφιλέστερων πακέτων animation.

Στο όγδοο κεφάλαιο πραγματοποιείται η ανάλυση της λειτουργίας του Internet. Παρουσιάζονται οι επιμέρους υπηρεσίες του Internet και δίνεται έμφαση στη συσχέτιση του World Wide Web με την HTML.

Στο ένατο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία του World Wide Web. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στους Web διακομιστές, στα προγράμματα περιήγησης, στη δημιουργία ιστοσελίδων και στα πρόσθετα.

Το δέκατο κεφάλαιο επικεντρώνεται στη σχεδίαση στο world Wide Web. Παρουσιάζεται η χρήση της HTML στα πολυμέσα και λεπτομέρειες που αφορούν τις εικόνες, τη χρήση του photoshop, τους ήχους και την κίνηση.

Το εντέκατο κεφάλαιο είναι ίσως το πιο σημαντικό. Παρουσιάζεται η ποιότητα εμπειρίας στις πολυμεσικές εφαρμογές. Αρχικά παρουσιάζονται τα επιμέρους μοντέλα της QoE. Στη συνέχεια παρουσιάζονται με λεπτομέρεια τα επιμέρους βήματα του QoE πλαισίου διαχείρισης. Σημαντικό μέρος του κεφαλαίου καταλαμβάνει η αναφορά στις τεχνικές μέτρησης της απόδοσης μίας εφαρμογής και η ανάλυση της QoE σε εφαρμογές επόμενης γενιάς. Κατόπιν παρουσιάζεται η QoE αρχιτεκτονική μέτρησης, καθώς και στοιχεία που καθορίζουν την QoE ομιλίας και ήχου αλλά και την QoE για εφαρμογές video. Αμέσως μετά παρουσιάζεται διεξοδικά η ιδέα των συστημάτων φήμης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την ταξινόμηση του QoE μοντέλου και την παρουσίαση των εφαρμογών των συστημάτων φήμης στην αξιολόγηση της QoE.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to analyze, study and explain the design of multimedia applications.

The first chapter provides general information about multimedia. It is also made particular reference to the areas of use. The chapter concludes with a special reference to virtual reality.

The second chapter presents the multimedia creation tools. Initially, are presented in detail the kinds of tools and the individual processing elements. Then, are presented in detail the tools based on cards or pages, the tools based on icons and the tools based on time.

The third chapter presents details about the text. Then follows the presentation of the the mark-up text, the structured text and the hypertext. Particular emphasis is given to the way of handling the text and the way of processing the text.

The fourth chapter is devoted to the sound of the network. Initially, is presented the technology of streaming audio. Subsequently, are presented in detail, the various methods of audio coding. Particular emphasis is given to the transport protocols in real time. At the end of the chapter are presented the products that offer Internet audio technologies as well as details relating to Internet telephony.

The fifth chapter presents details of the image. Initially are presented the individual image types. Following are presented the image compression techniques. After, are presented details related to the loss of scale and the increase of resolution. The chapter concludes with a presentation of details concerning quality.

The sixth chapter, which is one of the most important of this thesis presents extensive details about the video. Initially, are presented the main applications. Particular emphasis is given to compression techniques. The most of the chapter is covering the general principles of video compression. Following, is presented the anatomy of a MPEG signal and the individual types of the frames of an MPEG signal. The chapter concludes with the presentation of detailed rules for encoding. It is carried out a thorough presentation of the methods Run Length Encoding, Huffman and Adaptive Coding.

The seventh chapter focuses on animation and video. Initially, are presented the classical animation methods and the modern method. Particular emphasis is given to three dimensions. It is performed detailed presentation of individual forms of textures. The chapter concludes with a presentation of the respective applications and the most popular animation packages.

In the eighth chapter is performed an analysis of Internet function. Then, are presented the individual Internet services and is placed emphasis on the correlation of World Wide Web with HTML.

The ninth chapter presents World Wide Web tools. Particular emphasis is placed on Web servers, browsers, additives and in creating websites.

The tenth chapter focuses on the design in World Wide Web. It is illustrated the use of HTML in multimedia, details about the images, details about the use of Photoshop and details about sounds and movement.

The eleventh chapter is perhaps the most important. Initially is presented the quality of experience in multimedia applications. Then, it is performed a presentation of the individual QoE models. Following, are presented in detail the individual steps of QoE management framework. A significant part of the chapter, deals with the reference to techniques for measuring the performance of an application and the analysis of QoE in next generation applications. Following, is presented the QoE measurement architecture, and data that determine the QoE for speech and audio but also for video applications. Subsequently, is presented in detail the concept of reputation systems. The chapter concludes with a classification of QoE model and presentation of applications of reputation systems in the evaluation of QoE.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|-----------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 3 |
| ABSTRACT..... | 5 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | 14 |
| ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΑ | 14 |
| <i>Πού χρησιμοποιούνται τα πολυμέσα</i> | <i>14</i> |
| <i>Τα πολυμέσα στις επιχειρήσεις.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Τα πολυμέσα στο σχολείο</i> | <i>14</i> |
| <i>Τα πολυμέσα στο σπίτι</i> | <i>15</i> |
| <i>Τα πολυμέσα σε δημόσιους χώρους.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Εικονική πραγματικότητα</i> | <i>16</i> |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | 18 |
| ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ | 18 |
| <i>Είδη εργαλείων δημιουργίας πολυμέσων</i> | <i>19</i> |
| <i>Στοιχεία Επεξεργασίας</i> | <i>20</i> |
| <i>Λειτουργίες οργάνωσης.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Λειτουργίες Προγραμματισμού</i> | <i>20</i> |
| <i>Λειτουργίες Διαλογικότητας.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Λειτουργίες Βελτίωσης Επιδόσεων.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Λειτουργίες Αναπαραγωγής.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Λειτουργίες Παράδοσης</i> | <i>23</i> |
| <i>Λειτουργίες για Διαφορετικές Πλατφόρμες</i> | <i>23</i> |
| <i>Δυνατότητα Αναπαραγωγής στο Internet</i> | <i>23</i> |
| <i>Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων βασισμένα σε κάρτες ή σελίδες.....</i> | <i>23</i> |
| <i>Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων βασισμένα σε εικονίδια.....</i> | <i>24</i> |
| <i>Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται στο χρόνο.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Director</i> | <i>25</i> |
| <i>Cast.....</i> | <i>25</i> |
| <i>Score</i> | <i>26</i> |
| <i>Lingo</i> | <i>26</i> |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | 27 |
| ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ | 27 |

| | |
|---|-----------|
| ASCII (American Standard Code for Information Interchange) | 27 |
| Κωδικοσελίδες του ISO (International Organisation for Standardization) .. | 27 |
| Mark-up κείμενο | 28 |
| Δομημένο κείμενο..... | 28 |
| Hypertext | 28 |
| Χειρισμός Κειμένου | 29 |
| Επεξεργασία κειμένου (Editing) | 29 |
| Φορμάρισμα κειμένου | 29 |
| Αναζήτηση | 30 |
| Συμπίεση..... | 31 |
| Κρυπτογράφηση..... | 31 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | 32 |
| Ο ΗΧΟΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ | 32 |
| Εισαγωγή και σύνδεση με το παρελθόν | 32 |
| Πώς λειτουργεί η τεχνολογία του «Streaming Audio»;..... | 33 |
| Τύποι του streaming audio..... | 33 |
| Κωδικοποίηση ήχου..... | 33 |
| Συμπίεση δεδομένων ήχου | 34 |
| Perceptual κωδικοποίηση | 34 |
| Πληροφορίες με αριθμούς..... | 35 |
| Audio Code Number 3 - Dolby Digital (Surround) | 36 |
| MPEG-2 Audio layer III | 36 |
| AAC (Advanced Audio Codec)..... | 38 |
| IP Multicast και MBONE | 38 |
| Πρωτόκολλα για μεταφορά σε πραγματικό χρόνο | 40 |
| RTSP (Real -Time Streaming Protocol) | 42 |
| ASF (Active Streaming Format)..... | 42 |
| RSVP (Resource Reservation Protocol) | 43 |
| Προϊόντα που προσφέρουν τεχνολογίες ήχου στο διαδίκτυο | 43 |
| Real Media 5.0..... | 43 |
| Microsoft's Netshow 2.0 | 45 |
| AT&T's a2bmusic..... | 45 |
| Τηλεφωνία μέσω δικτύου..... | 46 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5..... | 47 |
| ΕΙΚΟΝΑ | 47 |
| Εικόνες και Εφαρμογές | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Σύλληψη Εικόνων | 48 |
| Συμπίεση | 48 |
| Το πρότυπο JPEG | 49 |
| Απειροστική Συμπίεση Εικόνας (Fractal Image Compression) | 52 |
| Απώλεια κλίμακας και αύξηση της ανάλυσης | 52 |
| Το πρόβλημα ταχύτητας | 53 |
| Συντελεστές συμπίεσης | 54 |
| Ποιότητα: απειροστικότητα εναντίον jpeg | 55 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 | 56 |
| VIDEO | 56 |
| Video και Εφαρμογές | 56 |
| Σύλληψη Video | 57 |
| Κάρτες Υπέρθεσης Video (video overlay boards) | 57 |
| Ψηφιοποιητές | 57 |
| Κάρτες Συμπίεσης | 57 |
| Τεχνικές Συμπίεσης | 58 |
| Το Πρότυπο Συμπίεσης JPEG | 58 |
| Η ανάγκη για ψηφιακή συμπίεση | 58 |
| Το πρότυπο συμπίεσης MPEG | 60 |
| Γενικές αρχές της συμπίεσης video | 62 |
| Ποιοτική ανοχή | 62 |
| Πλεονασμός (Redundancy) | 63 |
| DCT Coding (Discrete Cosine Transform Coding) | 63 |
| Κβαντοποίηση (Quantization) | 64 |
| Τμηματική Πρόβλεψη Κίνησης (Block Motion Compensation) | 65 |
| Ανατομία του σήματος MPEG | 67 |
| Είδη πλαισίων (frames) | 68 |
| Οι μέθοδοι Run Length Encoding και Huffman | 70 |
| Προσαρμοστική Κωδικοποίηση (Adaptive coding) | 71 |
| Διαδικασία Κωδικοποίησης | 71 |
| Ιδιόκτητη Συμπίεση (Proprietary Compression) | 75 |
| Digital Video Interactive (DVI) | 75 |
| Fractal Image Compression | 76 |
| QuickTime | 76 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 | 77 |
| ANIMATION ΚΑΙ VIDEO | 77 |

| | |
|--|----|
| Κλασσικές Μέθοδοι | 77 |
| Μέθοδος: Stop Frame Animation | 77 |
| Μέθοδος: 2 1/2 Dimensional Animation | 78 |
| Μέθοδος: Rotascoping | 78 |
| Μέθοδος: Phenakistoscope & Stroboscope | 78 |
| Μοντέρνα Μέθοδος | 78 |
| Storyboard | 79 |
| Modeling | 79 |
| Σενάριο Έλεγχος Κίνησης | 80 |
| 2-D | 82 |
| 3-D | 82 |
| Particle System (Σύστημα μορίων) | 83 |
| Rendering (Απόδοση) | 83 |
| Wire Frame | 84 |
| Flat Shading (επίπεδη σκίαση) | 84 |
| Gouraud | 84 |
| Phong | 84 |
| Ray Tracing | 84 |
| Radiosity | 85 |
| Textures | 85 |
| Texture mapping | 85 |
| Image mapping | 85 |
| Reflectance Mapping | 85 |
| Procedural Mapping | 85 |
| Bump Mapping | 86 |
| Κατηγορίες animation χαρακτήρων | 86 |
| Η πολυπλοκότητα της ανθρώπινης κίνησης | 86 |
| Δευτερεύουσα Κίνηση: Ένας Σημαντικός Παράγοντας | 86 |
| Εφαρμογές | 87 |
| Αρχιτεκτονική | 87 |
| Τέχνη | 88 |
| Παιδεία | 88 |
| Engineering | 88 |
| Παραγωγή Film | 88 |
| Στρατιωτικές Εκπαιδεύσεις | 89 |
| TV | 89 |

| | |
|---|-----|
| Video | 89 |
| Η Animation Βιομηχανία Σήμερα | 90 |
| Πακέτα Animation | 90 |
| 3DStudio Max..... | 90 |
| 3DStudio | 90 |
| LightWave3D | 91 |
| Adobe Photoshop | 91 |
| Adobe Premier | 91 |
| AliasIWavefront..... | 91 |
| Animator Studio..... | 91 |
| Elastic Reality..... | 91 |
| SoftImage..... | 92 |
| Strata Studio Pro | 92 |
| Director | 92 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8..... | 93 |
| ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ INTERNET..... | 93 |
| Ιστορία | 93 |
| Διαδικτύωση..... | 93 |
| Οι IP Διευθύνσεις και τα Πακέτα Δεδομένων..... | 94 |
| Συνδέσεις | 94 |
| Internet Υπηρεσίες | 95 |
| Τύποι MIME | 95 |
| Το World Wide Web και η HTML | 96 |
| Δυναμικές Web σελίδες και XML | 97 |
| Πολυμέσα στο Web..... | 98 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9..... | 99 |
| ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ WORLD WIDE WEB | 99 |
| Web Διακομιστές | 100 |
| Προγράμματα περιήγησης του Web | 101 |
| Δημιουργία ιστοσελίδων και κατασκευαστές τοποθεσιών | 101 |
| Πρόσθετα και εργαλεία παράδοσης | 103 |
| Κείμενο..... | 104 |
| Εικόνες | 105 |
| Ήχος | 105 |
| Κίνηση, Βίντεο και παρουσιάσεις..... | 106 |
| Πέρα από την HTML..... | 106 |

| | |
|--|------------|
| 3Δ Κόσμοι | 108 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 | 109 |
| ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΓΙΑ ΤΟ WORLD WIDE WEB..... | 109 |
| HTML και Πολυμέσα | 109 |
| Κείμενο για το Web | 110 |
| Δημιουργώντας Στήλες Κειμένου..... | 111 |
| Ροή Κειμένου Γύρω από Εικόνες | 112 |
| Εικόνες για το Web..... | 113 |
| Εικόνες GIF και PNG..... | 114 |
| Εικόνες JPEG..... | 114 |
| Χρησιμοποιώντας το Photoshop..... | 115 |
| Διαφάνεια..... | 116 |
| Φόντο | 116 |
| Εικόνες Φόντου | 116 |
| Χρώματα Φόντου..... | 117 |
| Ήχοι για το Web..... | 118 |
| Κίνηση για το Web | 119 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 | 121 |
| Ποιότητα Εμπειρίας στις Πολυμεσικές Εφαρμογές | 121 |
| Εισαγωγή | 121 |
| QoS Δικτύου | 123 |
| QoE Πλαίσιο Διαχείρισης | 123 |
| Διαχείριση Εύρους Ζώνης Χρησιμοποιώντας QoE στο Κινητό Τηλέφωνο . | 126 |
| Παροχή Υπηρεσιών Συγκεκριμένων Επιπέδων Ποιότητας Χρησιμοποιώντας QoE στο Κινητό Τηλέφωνο..... | 128 |
| Τεχνικές Μέτρησης της Απόδοσης μίας Εφαρμογής..... | 129 |
| Μέτρηση της Απόδοσης με Χρήση Πακέτων Ελέγχου | 130 |
| Μέτρηση της Απόδοσης με Χρήση Ανιχνευτών..... | 130 |
| Διαχείριση της Απόδοσης Χρησιμοποιώντας Μετρήσεις του Δικτύου | 130 |
| QoE σε Εφαρμογές Επόμενης Γενιάς..... | 131 |
| Ανάλυση της Συνεδρίας της Υπηρεσίας | 132 |
| Ανάλυση της Αρχιτεκτονικής της Υπηρεσίας..... | 132 |
| QoE Αρχιτεκτονική Μέτρησης..... | 134 |
| Εφαρμογές και Αντιστοίχιση Δεικτών KPI/KQI..... | 134 |
| Εφαρμογές VoIP | 135 |
| Εφαρμογές IPTV..... | 135 |

| | |
|---|---|
| Εφαρμογές Video Streaming..... | 136 |
| QoE Ομιλίας και Ήχου..... | 137 |
| QoE για Video | 138 |
| Οπτική Ποιότητα | 138 |
| Συγχρονισμός Ήχου και Εικόνας..... | 139 |
| Χρόνος Εκκίνησης και Χρόνος Αλλαγής Καναλιού (Zapping)..... | 140 |
| Η Ιδέα των Συστημάτων Φήμης (Reputation Systems)..... | 141 |
| Ταξινόμηση Συστημάτων Φήμης..... | 143 |
| Συστήματα Φήμης με Βάση την Πιθανοτική (Probabilistic) Προσέγγιση..... | 143 |
| Συστήματα φήμης που βασίζονται σε υποκειμενική λογική (Subjective logic). | 144 |
| Συστήματα Φήμης με Βάση την Ασαφή Λογική (Fuzzy Logic)..... | 144 |
| Συστήματα Φήμης με Βάση τη Ντετερμινιστική (Deterministic) Προσέγγιση..... | 145 |
| Ταξινόμηση QoE Μοντέλου..... | 145 |
| Εφαρμογές Συστημάτων Φήμης για την Αξιολόγηση της QoE | 147 |
| ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 150 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΠΟΛΥΜΕΣΑ

Τα *Πολυμέσα (Multimedia)* είναι ο κλάδος της πληροφορικής που ασχολείται με το συνδυασμό ψηφιακών δεδομένων πολλαπλών μορφών, δηλαδή κειμένου, γραφικών, εικόνας, κινούμενης εικόνας (animation), ήχου και βίντεο, για την αναπαράσταση, παρουσίαση, αποθήκευση, μετάδοση και επεξεργασία πληροφοριών. Τα πολυμέσα είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν όποτε ένα ανθρώπινο περιβάλλον εργασίας συνδέει έναν χρήστη με ηλεκτρονικές πληροφορίες, οποιουδήποτε είδους.

Πού χρησιμοποιούνται τα πολυμέσα

Τα πολυμέσα στις επιχειρήσεις

Οι επιχειρησιακές εφαρμογές για τα πολυμέσα περιλαμβάνουν παρουσιάσεις, εκπαίδευση, μάρκετινγκ, διαφήμιση, δοκιμαστικά προϊόντα, βάσεις δεδομένων, καταλόγους και επικοινωνίες σε δίκτυο. Το φωνητικό ταχυδρομείο και η τηλεδιάσκεψη παρέχονται σε πολλά τοπικά και ευρύτερα δίκτυα (LAN και WAN) με την χρήση πρωτοκόλλων Internet.

Τα πολυμέσα χρησιμοποιούνται ευρέως σε προγράμματα εκπαίδευσης. Οι αεροσυνοδοί μαθαίνουν τους παγκόσμιους κανόνες ασφαλείας και την αντιμετώπιση της τρομοκρατίας μέσα από προσομοίωση. Οι μηχανικοί μαθαίνουν να διορθώνουν μηχανές. Οι πωλητές μαθαίνουν για τις σειρές των προϊόντων και αφήνουν τα προγράμματα να εκπαιδεύσουν τους πελάτες τους. Οι πιλότοι μαχητικών αεροσκαφών εξασκούνται σε αληθοφανείς εξορμήσεις, πριν κάνουν το ίδιο στην πραγματικότητα.

Καθώς οι εταιρίες και οι επιχειρήσεις καταλαβαίνουν τη δύναμη των πολυμέσων και το κόστος της εγκατάστασής τους μειώνεται, αναπτύσσονται ολοένα περισσότερες εφαρμογές, τόσο μέσα στις επιχειρήσεις, όσο και από τρίτους, για να επιτρέψουν την ομαλότερη και αποτελεσματικότερη λειτουργία των επιχειρήσεων.

Τα πολυμέσα στο σχολείο

Τα σχολεία είναι πιθανότατα ο πιο φτωχός προορισμός για την χρήση πολυμέσων. Πολλά σχολεία σήμερα δεν χρηματοδοτούνται επαρκώς, κάτι που αποτελεί χρόνια κατάσταση και συνήθως υιοθετούν αργά τις νέες τεχνολογίες. Τα πολυμέσα θα προκαλέσουν ριζικές αλλαγές στη διαδικασία της διδασκαλίας κατά τις επόμενες δεκαετίες, ιδιαίτερα καθώς οι μαθητές θα ανακαλύπτουν ότι μπορούν να ξεπεράσουν τις παραδοσιακές

μεθόδους διδασκαλίας. Οι δάσκαλοι περισσότερο θα καθοδηγούν προς τη γνώση και δε θα είναι οι πρωτογενείς φορείς της πληροφορίας, αλλά εκείνοι που θα βοηθούν στην κατανόησή της. Έτσι, συχνά το εκπαιδευτικό λογισμικό λέγεται ότι «εμπλουτίζει» τη διδασκαλία της μάθησης, αλλά δε θεωρείται ακόμα ως πιθανός αντικαταστάτης των παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας, οι οποίες βασίζονται στην παρουσία του δασκάλου. Μια ενδιαφέρουσα χρήση των πολυμέσων στα σχολεία αφορά τους ίδιους τους μαθητές. Οι μαθητές συνθέτουν διαλογικά περιοδικά και ενημερωτικά δελτία, δημιουργούν πρωτότυπα καλλιτεχνήματα, παίρνουν συνεντεύξεις από μαθητές, προπονητές και καθηγητές και φτιάχνουν ταινίες QuickTime. Επίσης, σχεδιάζουν και διαχειρίζονται τοποθεσίες Web.

<http://www.elibrary.com>

<http://lib.umich.edu/chhome.html>

<http://sunsite.unc.edu/cisco/cisco-home.html>

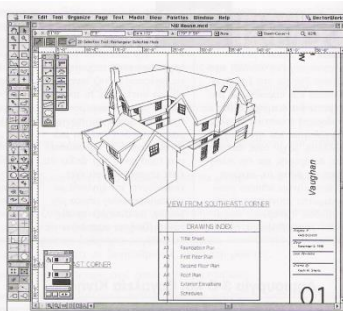
<http://gda.org>

Από βοηθήματα για τη μελέτη στο σπίτι μέχρι βιβλιογραφικούς οδηγούς, καταλόγους σχολείων, ιστοσελίδες και διακομιστές πληροφοριών, η εκπαίδευση βρίσκει μια θέση στο World Wide Web.

Παλαιότερα, οι δίσκοι λέιζερ έφεραν το μεγαλύτερο ποσοστό πολυμέσων στις τάξεις και οι περισσότεροι ήταν σχετικοί με τις επιστήμες και τις σειρές μαθημάτων για τις κοινωνικές επιστήμες. Η χρήση δίσκων λέιζερ εκτοπίστηκε καθώς τα σχολεία αγόρασαν περισσότερους υπολογιστές με υλικό αναπαραγωγής CD-ROM. Και καθώς τα σχολεία έγιναν κομμάτι του Internet, τα πολυμέσα φτάνουν μέσω καλωδίων και δικτύων.

Τα πολυμέσα στο σπίτι

Από την κηπουρική, το σχεδιασμό σπιτιών, την ανακατασκευή ή την επισκευή τους, μέχρι το λογισμικό για γενεαλογικά δέντρα, τα πολυμέσα έχουν μπει στο σπίτι. Σε τελική φάση τα περισσότερα έργα πολυμέσων θα φτάσουν στο σπίτι είτε μέσω της τηλεόρασης, είτε σε οθόνες με διαλογικά συστήματα εισαγωγής δεδομένων από χρήστες. Τα πολυμέσα που θα προβάλλονται σε αυτές τις συσκευές πιθανόν να λειτουργούν στη λεωφόρο των πληροφοριών με πληρωμή για την χρήση τους.



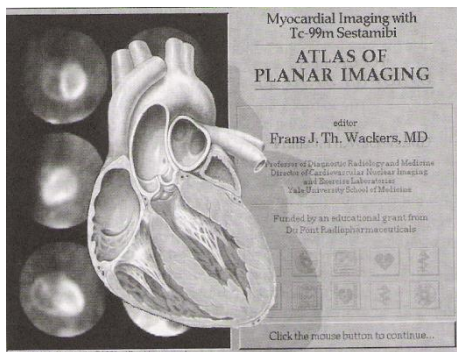
Σήμερα οι καταναλωτές πολυμέσων για οικιακή χρήση έχουν είτε έναν υπολογιστή με οδηγό ανάγνωσης CD-ROM είτε μια συσκευή που συνδέεται με την τηλεόραση, όπως οι μηχανές παιχνιδιού Sega ή Nintendo ή Sony. Αυξάνεται η σύγκλιση των πολυμέσων για υπολογιστές με την ψυχαγωγία και τα παιχνίδια που συνήθως αποκαλούνται “shoot-em-up”. Το σπίτι του μέλλοντος θα είναι πολύ διαφορετικό, όταν το κόστος του υπολογιστή και των τηλεοράσεων πολυμέσων γίνει οικονομικά ανεκτό και όταν γίνει ευρύτερα διαδεδομένη η σύνδεση των πολυμέσων με τη λεωφόρο των πληροφοριών.

Τα πολυμέσα σε δημόσιους χώρους

Στα ξενοδοχεία, τους σιδηροδρομικούς σταθμούς, τα εμπορικά κέντρα, τα μουσεία και τα παντοπωλεία, τα πολυμέσα θα γίνουν διαθέσιμα σε τερματικά για έναν χρήστη ή σε κιόσκια, για να παρέχουν πληροφορίες και βοήθεια. Αυτές οι εγκαταστάσεις μειώνουν τη ζήτηση σε παραδοσιακά κιόσκια πληροφοριών και προσωπικό και μπορούν να λειτουργούν όλο το εικοσιτετράωρο. Παράδειγμα, το κιόσκι ενός σούπερ μάρκετ παρέχει διάφορες υπηρεσίες, από τον προγραμματισμό των γευμάτων μέχρι τα κουπόνια. Τα κιόσκια στα ξενοδοχεία δείχνουν τα κοντινά εστιατόρια, χάρτες της πόλης, δρομολόγια των αερογραμμών και παρέχουν υπηρεσίες στους πελάτες τους. Τα κιόσκια σε μουσεία δε χρησιμοποιούνται μόνο για να οδηγήσουν τους επισκέπτες στα εκθέματα, αλλά όταν εγκαθίστανται σε κάθε έκθεμα ξεχωριστά, μπορούν να δώσουν επιπλέον πληροφορίες, επιτρέποντάς τους να βλέπουν λεπτομερείς πληροφορίες για συγκεκριμένο έκθεμα.

Εικονική πραγματικότητα

Το σημείο σύγκλισης της τεχνολογίας και της δημιουργικής παρέμβασης στα πολυμέσα είναι η εικονική πραγματικότητα. Γυαλιά, κράνη και περιέργα περιβάλλοντα διαλόγου προσπαθούν να μας «εισαγάγουν» μέσα σε μια αληθοφανή εμπειρία. Η εικονική πραγματικότητα απαιτεί τεράστια δύναμη από τον υπολογιστή για να είναι ρεαλιστική. Ο



κυβερνοχώρος μας αποτελείται από χιλιάδες γεωμετρικά αντικείμενα, σχεδιασμένα σε ένα τρισδιάστατο διάστημα: όσο περισσότερα αντικείμενα και όσο περισσότερα σημεία περιγράφουν τα αντικείμενα, τόσο υψηλότερη η ανάλυση και τόσο ρεαλιστικότερο αυτό που βλέπουμε. Στο World Wide Web έχουν αναπτυχθεί πρότυπα για την μετάδοση κόσμων ή σκηνών

εικονικής πραγματικότητας με αρχεία VRML (Virtual Reality Modelling Language).

Χρησιμοποιώντας αποκλειστικά υπολογιστές με υψηλές ταχύτητες, με προσομοιωτές πτήσης αξίας πολλών εκατομμυρίων δολαρίων δημιουργημένους από την Singer, RediFusion και άλλους, έχει ανοίξει ο δρόμος για εμπορική χρήση της εικονικής πραγματικότητας. Οι πιλότοι των F-16, των Boeing 777 και των διαστημικών σκαφών Rockwell, έχουν κάνει πολλές δοκιμαστικές πτήσεις πριν πετάξουν πραγματικά. Στις σχολές εμποροπλοιάρχων, προσομοιωτές που ελέγχονται από υπολογιστή διδάσκουν το περίπλοκο φόρτωμα και ξεφόρτωμα των πετρελαιοφόρων και των πλοίων που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια.

Η εικονική πραγματικότητα είναι μια επέκταση των πολυμέσων, χρησιμοποιεί τα βασικά στοιχεία πολυμέσων για τις εικόνες, τους ήχους και την κίνηση. Επειδή απαιτεί απόκριση από ένα καλωδιωμένο άτομο, η εικονική πραγματικότητα είναι ίσως η ευρύτερη επέκταση των διαλογικών πολυμέσων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ

Τα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων παρέχουν το βασικό πλαίσιο που χρειαζόμαστε για την οργάνωση και επεξεργασία των πολυμέσων μας, συμπεριλαμβανομένων των γραφικών, των ήχων, των κινήσεων και των βίντεο κλιπ. Τα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό της διαλογικότητας και του περιβάλλοντος του χρήστη, για να παρουσιάσουμε το έργο σε μια οθόνη και να συναρμολογούμε τα στοιχεία πολυμέσων σε ένα ενιαίο έργο με συνοχή.

Το λογισμικό δημιουργίας πολυμέσων παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για να συνδέουμε τα περιεχόμενα και τις λειτουργίες του έργου μας. Τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων περιλαμβάνουν τη δυνατότητα να δημιουργούμε, να επεξεργαζόμαστε και να εισάγουμε συγκεκριμένες μορφές δεδομένων, να συνδυάζουμε απλά δεδομένα σε μια ακολουθία αναπαραγωγής ή σε ένα φύλλο εργασιών και να παρέχουμε μια δομημένη μέθοδο ή γλώσσα για να αποκρινόμαστε σε αυτά που εισάγει ο χρήστης. Με το λογισμικό δημιουργίας πολυμέσων, μπορούμε να κάνουμε:

- Παραγωγές βίντεο
- Κινούμενα γραφικά
- Παιχνίδια
- Διαλογικές Web τοποθεσίες
- Δίσκους με παρουσιάσεις προγραμμάτων και ξεναγήσεις
- Παρουσιάσεις
- Εφαρμογές για κιόσκια
- Διαλογική εκπαίδευση
- Προσομοιώσεις, πρότυπα και τεχνικές οπτικοποιήσεις

Είδη εργαλείων δημιουργίας πολυμέσων

Ταξινομούμε τα διάφορα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων σε ομάδες, βάση του τρόπου που χρησιμοποιούνται για τη σειριοποίηση ή οργάνωση των πολυμέσων και συμβάντων:

Εργαλεία βασισμένα σε κάρτες ή σελίδες: Σε αυτά τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων τα στοιχεία οργανώνονται σαν σελίδες βιβλίου ή σαν στήλη από κάρτες. Χιλιάδες σελίδες μπορούν να είναι διαθέσιμες στο βιβλίο ή τη στήλη. Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται καλύτερα όταν μεγάλο μέρος των περιεχομένων αποτελείται από στοιχεία που μπορούν να εμφανιστούν μεμονωμένα. Το σύστημα δημιουργίας πολυμέσων μας επιτρέπει να συνδέουμε αυτές τις σελίδες ή τις κάρτες σε οργανωμένες σειρές. Μπορούμε να μεταπηδήσουμε όποτε θέλουμε σε οποιαδήποτε σελίδα. Τα συστήματα που βασίζονται σε κάρτες ή σελίδες μας επιτρέπουν να εκτελούμε ήχους και να αναπαράγουμε κινούμενα γραφικά και ψηφιακά βίντεο.

Εργαλεία βασισμένα σε εικονίδια, καθοδηγούμενα από συμβάντα: σε αυτά τα συστήματα τα στοιχεία πολυμέσων και τα διαλογικά συμβάντα οργανώνονται ως αντικείμενα σε μια οργανωμένη δομή ή διαδικασία. Τα εργαλεία που βασίζονται σε εικονίδια, που είναι καθοδηγούμενα από συμβάντα, απλοποιούν την οργάνωση του έργου μας και συνήθως εμφανίζουν διαγράμματα ροής για τις δραστηριότητες, σε διακλαδούμενα μονοπάτια. Σε περίπλοκες δομές πλοήγησης, αυτή η δημιουργία διαγραμμάτων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη κατά την ανάπτυξη του έργου μας.

Εργαλεία βασισμένα στο χρόνο: Σε αυτά τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων, τα στοιχεία και τα συμβάντα οργανώνονται σύμφωνα με ένα χρονοδιάγραμμα, με ανάλυση της τάξης του 1/30 του δευτερολέπτου ή υψηλότερη. Τα εργαλεία που βασίζονται στο χρόνο είναι καλύτερα να χρησιμοποιούνται όταν έχουμε ένα μήνυμα με αρχή και τέλος. Τα σειριακά οργανωμένα πλαίσια γραφικών εκτελούνται με μια ταχύτητα την οποία μπορούμε να ορίσουμε. Άλλα στοιχεία (όπως του ήχου) ξεκινούν σε μια συγκεκριμένη στιγμή ή σε μια συγκεκριμένη θέση της σειράς των συμβάντων. Τα πιο ισχυρά εργαλεία που βασίζονται στο χρόνο, μας επιτρέπουν να προγραμματίζουμε μεταπηδήσεις σε οποιαδήποτε θέση μιας σειράς, προσθέτοντας έτσι διαλογικό έλεγχο της πλοήγησης.

Στα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων, τα στοιχεία πολυμέσων και τα συμβάντα συχνά θεωρούνται *αντικείμενα* που διαθέτουν μια ιεραρχία με σχέσεις γονέα-παιδιού. Τα μηνύματα που περνούν ανάμεσα σε αυτά τα αντικείμενα τα διατάζουν να *κάνουν πράγματα* σύμφωνα με τις *ιδιότητες* ή τα *χαρακτηριστικά* που τους έχουν δοθεί. Τους στέλνετε ένα

μήνυμα και κάνουν αυτό που μπορούν χωρίς εξωτερικές διαδικασίες ή προγραμματισμό. Τα αντικείμενα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για παιχνίδια, τα οποία περιέχουν πολλά στοιχεία με πολλές "προσωπικότητες" και για προσομοίωση καταστάσεων της πραγματικής ζωής, συμβάντων και των ιδιοτήτων, από τις οποίες αποτελούνται.

Στοιχεία Επεξεργασίας

Τα στοιχεία πολυμέσων - εικόνες, κινούμενα γραφικά, ψηφιακός ήχος, μουσική MIDI και βίντεο κλιπ - πρέπει να τα δημιουργούμε, να τα επεξεργαζόμαστε και να τα μετατρέπουμε σε τυπικές μορφές αρχείου. Επίσης, σε ένα σύστημα δημιουργίας πολυμέσων συνήθως περιλαμβάνονται εργαλεία επεξεργασίας για αυτά τα στοιχεία, ειδικά για το κείμενο και τις ακίνητες εικόνες. Συχνά, οι επεξεργαστές που περιλαμβάνονται σε ένα σύστημα δημιουργίας πολυμέσων, προσφέρουν μόνο ένα υποσύνολο των σημαντικών λειτουργιών που υπάρχουν στα ειδικευμένα εργαλεία. Αυτές οι λειτουργίες μπορεί ωστόσο να είναι απολύτως επαρκείς για όσα χρειάζεται να κάνουμε. Από την άλλη, εάν οι επεξεργαστές που θέλουμε δεν υπάρχουν στο σύστημα ή αν χρειαζόμαστε πιο ισχυρά εργαλεία, είναι καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε ένα από τα ειδικευμένα εργαλεία.

Λειτουργίες οργάνωσης

Η οργάνωση, ο σχεδιασμός και η διαδικασία παραγωγής για τα πολυμέσα περιλαμβάνει τη δημιουργία πίνακα με σκηνές και διαγραμμάτων ροής. Κάποια εργαλεία παρέχουν ένα σύστημα οπτικών διαγραμμάτων ροής ή δυνατότητα συνοπτικής παρουσίασης, για να έχουμε μια εικόνα της δομής του έργου μακροσκοπικά. Οι πίνακες με σκηνές ή τα διαγράμματα πλοήγησης μπορούν να μας βοηθήσουν στην οργάνωση του έργου. Καθώς ο σχεδιασμός της διαλογικότητας και η ροή της πλοήγησης του έργου συνήθως απαιτούν μεγάλη προσπάθεια σχεδιασμού και προγραμματισμού, το διάγραμμα δομής θα πρέπει να περιγράφει, όχι μόνο τα γραφικά σε κάθε οθόνη, αλλά και τα διαλογικά στοιχεία. Η παρουσία λειτουργιών που μας βοηθούν να οργανώνουμε το υλικό μας, είναι ένα επιπλέον πλεονέκτημα.

Λειτουργίες Προγραμματισμού

Τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων προσφέρουν μία ή περισσότερες από τις επόμενες προσεγγίσεις:

- Οπτικός προγραμματισμός με κάρτες, εικονίδια και αντικείμενα
- Προγραμματισμός με μια γλώσσα script
- Προγραμματισμός με παραδοσιακές γλώσσες, όπως τη Basic ή τη C
- Εργαλεία δημιουργίας εγγράφων

Ο οπτικός προγραμματισμός με εικονίδια ή αντικείμενα είναι η απλούστερη και ευκολότερη διαδικασία δημιουργίας πολυμέσων. Εάν θέλουμε να παίξουμε έναν ήχο ή να βάλουμε μια εικόνα στο έργο μας, απλώς σύρουμε το εικονίδιο του στοιχείου. Τα εργαλεία οπτικής δημιουργίας πολυμέσων είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για παρουσιάσεις με διαφάνειες.

Τα εργαλεία που προσφέρουν μια γλώσσα πολύ υψηλού επιπέδου ή ένα περιβάλλον μεταγλωττισμένων script για τον έλεγχο πλοήγησης και τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων από το χρήστη, είναι πιο δυνατά. Όσο περισσότερες εντολές και λειτουργίες παρέχει η script, τόσο ισχυρότερο το σύστημα δημιουργίας πολυμέσων. Οι αρχές είναι ίδιες, ανεξάρτητα από τη σύνταξη των εντολών και τις λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιούνται. Ένα script για χειριστή που κάνει να ακούγεται ένας ήχος από το σύστημα, μπορεί να είναι παρόμοιο, ανεξάρτητα από την πλατφόρμα.

Όπως και στα παραδοσιακά προγραμματιστικά εργαλεία, αναζητούμε ένα πακέτο δημιουργίας πολυμέσων με καλές δυνατότητες εκσφαλμάτωσης (debugging), ισχυρή δυνατότητα επεξεργασίας κειμένου και online αναφορά της σύνταξης. Η ύπαρξη και άλλων λειτουργιών script είναι επίσης ένα πλεονέκτημα. Σε πολύπλοκα έργα, μπορεί να χρειαστεί να προγραμματίσουμε προσαρμοσμένες επεκτάσεις της γλώσσας script για άμεση πρόσβαση στο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή. Στους Macintosh, αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εξωτερικές εντολές και λειτουργίες γραμμένες σε C. Στα Windows, θα χρειαστεί να επιστρατεύσουμε δυναμικές βιβλιοθήκες (Dynamic Link Libraries).

Σε ορισμένα έργα, το κύριο συστατικό είναι η ισχυρή αναφορά εγγράφων και το σύστημα παράδοσης. Κάποια εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων προσφέρουν άμεση εισαγωγή κειμένου που είναι ήδη μορφοποιημένο, δυνατότητες δημιουργίας ευρετηρίων, πολύπλοκους μηχανισμούς εύρεσης κειμένου και εργαλεία σύνδεσης υπερκειμένου. Αυτά τα συστήματα είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη προϊόντων CD-ROM με πληροφορίες, για online τεκμηρίωση και συστήματα βοήθειας και εξειδικευμένες εκδόσεις με χρήση πολυμέσων. Με τα script μπορούμε να εκτελέσουμε εργασίες, όπως ανίχνευση και απόκριση στα δεδομένα που εισάγει ο χρήστης, δημιουργία χαρακτήρων, εικονιδίων και κινούμενων εικόνων, εκκίνηση άλλων εφαρμογών και έλεγχο εξωτερικών συσκευών πολυμέσων.

Λειτουργίες Διαλογικότητας

Η διαλογικότητα επιτρέπει τους τελικούς χρήστες του έργου μας τους να ελέγχουν τα περιεχόμενα και τη ροή των πληροφοριών. Τα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων θα πρέπει να παρέχουν ένα ή περισσότερα επίπεδα διαλογικότητας:

- Απλή διακλάδωση, που παρέχει τη δυνατότητα να περάσουμε σε μια άλλη ενότητα της παραγωγής πολυμέσων(μέσω μιας δραστηριότητας,όπως κλικ του ποντικιού κ.α)
- Διακλάδωση με προϋποθέσεις, η οποία υποστηρίζει μια εντολή go-to βασισμένη στα αποτελέσματα αποφάσεων IF-THEN ή συμβάντων.
- Μια δομημένη γλώσσα που υποστηρίζει πολύπλοκη λογική, όπως ένθετες εντολές IF-THEN, υπορουτίνες, ανίχνευση συμβάντων και πέρασμα μηνυμάτων μεταξύ αντικειμένων και στοιχείων

Λειτουργίες Βελτίωσης Επιδόσεων

Τα σύνθετα έργα πολυμέσων απαιτούν ακριβή συγχρονισμό των συμβάντων. Η επίτευξη συγχρονισμού είναι δύσκολη, διότι η απόδοση παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις στους υπολογιστές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία και την εμφάνιση πολυμέσων. Κάποια εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων μας επιτρέπουν να κλειδώνουμε την ταχύτητα αναπαραγωγής ενός έργου σε μια συγκεκριμένη πλατφόρμα υπολογιστή, αλλά κάποια άλλα δεν μας δίνουν καμία δυνατότητα να ελέγχουμε τις επιδόσεις σε διάφορα συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε τη γλώσσα script του ίδιου του εργαλείου δημιουργίας πολυμέσων ή να χρησιμοποιήσουμε προσαρμοσμένο προγραμματισμό για να προσδιορίσουμε το χρόνο και τη σειρά σε συστήματα με διαφορετικούς (σε ταχύτητα) επεξεργαστές.

Λειτουργίες Αναπαραγωγής

Καθώς κατασκευάζουμε το έργο πολυμέσων μας, θα συναρμολογούμε διαρκώς στοιχεία και θα τα δοκιμάζουμε για να δούμε πώς φαίνονται και πώς λειτουργούν ως σύνολο. Το σύστημα δημιουργίας πολυμέσων θα πρέπει να μας επιτρέπει να κατασκευάζουμε ένα τμήμα ή μέρος του έργου μας και στη συνέχεια να το δοκιμάζουμε γρήγορα, σαν να ήμαστε ο χρήστης που το χρησιμοποιεί στην πραγματικότητα.

Λειτουργίες Παράδοσης

Η παράδοση του έργου μας μπορεί να απαιτεί την κατασκευή μιας έκδοσης run-time του έργου χρησιμοποιώντας το λογισμικό δημιουργίας πολυμέσων. Αυτή επιτρέπει στο έργο να εκτελείται χωρίς να απαιτείται όλο το λογισμικό δημιουργίας πολυμέσων και όλα τα εργαλεία και οι επεξεργαστές του. Συνήθως η run-time έκδοση δεν επιτρέπει σε χρήστες να έχουν πρόσβαση ή να κάνουν αλλαγές στα περιεχόμενα, στη δομή ή στον κώδικα του έργου.

Λειτουργίες για Διαφορετικές Πλατφόρμες

Είναι σημαντικό να χρησιμοποιούμε εργαλεία που κάνουν εύκολη τη μεταφορά αρχείων από μια πλατφόρμα σε άλλη. Για πολλούς δημιουργούς η πλατφόρμα Macintosh παραμένει η καλύτερη επιλογή για δημιουργία πολυμέσων, αλλά το 80% της αγοράς που προορίζονται τα έργα αυτών των δημιουργών, διαθέτει Windows. Εάν δημιουργούμε σε Macintosh, θα αναζητήσουμε εργαλεία που προσφέρουν ένα σύστημα δημιουργίας πολυμέσων συμβατό με Windows ή πρόγραμμα run-time για την άλλη πλατφόρμα.

Δυνατότητα Αναπαραγωγής στο Internet

Καθώς το Web έχει γίνει ένα σημαντικό μέσο εμφάνισης πολυμέσων, τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων συνήθως παρέχουν ένα μέσο για τη μετατροπή του τελικού μας προϊόντος, ώστε να μπορεί να εμφανισθεί μέσα από HTML ή DHTML σελίδες, είτε με ειδικά πρόσθετα, είτε με την ενσωμάτωση Java ή άλλων δομών κώδικα στο HTML έγγραφο.

Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων βασισμένα σε κάρτες ή σελίδες

Τα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται σε κάρτες ή σελίδες παρέχουν ένα απλό και ευκολονόητο περιβάλλον για την οργάνωση των πολυμέσων. Επειδή τα γραφικά συνήθως αποτελούν το σκελετό ενός έργου και ως μενού πλοήγησης και ως περιεχόμενα, πολλοί δημιουργοί πολυμέσων πρώτα ταξινομούν τις εικόνες τους σε λογικές σειρές ή σε ομαδοποιήσεις που μοιάζουν με τα κεφάλαια και τις σελίδες ενός βιβλίου ή σε κάρτες καταλόγου. Οι ρουτίνες πλοήγησης γίνονται τότε απλές οδηγίες που πηγαίνουν σε μια σελίδα ή σε μια κάρτα, που περιλαμβάνει κατάλληλες εικόνες, κείμενο, σχετικούς ήχους, κινήσεις και βίντεο κλιπ.

Συστήματα δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται σε σελίδες που έχουν αντικείμενα πολυμέσων: τα αντικείμενα αυτά είναι τα κουμπιά, τα πεδία κειμένου, τα αντικείμενα γραφικών, το φόντο, οι σελίδες ή οι κάρτες, ακόμα και το ίδιο το έργο. Τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων καθορίζονται από ιδιότητες (τονισμένο, με έντονα γράμματα, κρυφό, ενεργό, κλειδωμένο κτλ). Κάθε αντικείμενο μπορεί να περιέχει script, που συνήθως είναι ιδιότητα αυτού του αντικειμένου, που ενεργοποιούνται όταν υπάρχει συμβάν που σχετίζεται με το αντικείμενο (όπως ένα κλικ του ποντικιού). Τα συμβάντα κάνουν τα μηνύματα να περνούν από την ιεραρχία των αντικειμένων στο έργο μας. Καθώς το μήνυμα ταξιδεύει, ψάχνει για script προγράμματα χειρισμού κάθε αντικειμένου, εάν βρει ένα πρόγραμμα που ταιριάζει, το σύστημα εκτελεί την εργασία που ορίζει αυτό το πρόγραμμα χειρισμού.

Τα περισσότερα συστήματα δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται σε σελίδες ή κάρτες παρέχουν μια εφαρμογή για τη σύνδεση αντικειμένων σε σελίδες ή κάρτες, αλλά είναι βασικό να δημιουργήσουμε δικά μας script και να καταλαβαίνουμε πώς περνούν τα μηνύματα αυτά τα εργαλεία για να τα κάνουμε να λειτουργούν καλά. Επίσης, απαιτούν ένα ειδικό ενδιάμεσο αρχείο που δέχεται script χειριστών μηνυμάτων και ενεργεί ως αποθήκη για ειδικές ρουτίνες και πόρους που είναι διαθέσιμα σε όλα τα έργα που εκτελούνται από την εφαρμογή. Τα συστήματα που βασίζονται σε κάρτες και σελίδες συνήθως παρέχουν δύο διαφορετικά επίπεδα σε κάθε κάρτα: ένα επίπεδο παρασκηνίου, το οποίο μπορούν να μοιράζονται πολλές κάρτες, και ένα επίπεδο προσκηνίου, ειδικό για τη συγκεκριμένη κάρτα.

Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων βασισμένα σε εικονίδια

Τα εργαλεία που βασίζονται σε εικονίδια και είναι καθοδηγούμενα από συμβάντα, παρέχουν μια προσέγγιση οπτικού προγραμματισμού στην οργάνωση και παρουσίαση πολυμέσων. Πρώτα δημιουργούμε μια δομή ή ένα διάγραμμα ροής για τα συμβάντα, τις εργασίες και τις αποφάσεις, σύροντας με το ποντίκι τα κατάλληλα εικονίδια από μια βιβλιοθήκη. Αυτά τα εικονίδια μπορεί να περιέχουν επιλογές από μενού, γραφικά, ήχους και υπολογισμούς. Τα διαγράμματα ροής αναπαριστούν γραφικά τη λογική του έργου. Όταν δημιουργηθεί η δομή, μπορούμε να προσθέσουμε το περιεχόμενό μας: κείμενο, γραφικά, κίνηση, ήχους και ταινίες βίντεο. Έπειτα, για να βελτιώσουμε το έργο μας, επεξεργαζόμαστε τη λογική δομή, αναδιατάσσοντας και βελτιώνοντας τα εικονίδια και τις ιδιότητές τους. Με τα εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται σε εικονίδια, οι δημιουργοί πολυμέσων χωρίς τεχνικό υπόβαθρο, μπορούν να δημιουργήσουν σύνθετες εφαρμογές χωρίς script. Τοποθετώντας εικονίδια σε μια γραμμή του διαγράμματος ροής, μπορούμε εύκολα να δημιουργήσουμε μια σειρά από συμβάντα και δραστηριότητες, όπως αποφάσεις και

διαλογικές ενέργειες του χρήστη. Αυτά τα εργαλεία είναι χρήσιμα για πίνακες με σκηνές, μπορούμε να αλλάξουμε την σειρά, να προσθέσουμε επιλογές και να αναδομήσουμε διαλογικά στοιχεία, σύροντας ένα εικονίδιο με το ποντίκι και αφήνοντάς το.

Εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων που βασίζονται στο χρόνο

Τα συστήματα που βασίζονται στο χρόνο είναι δημοφιλή εργαλεία δημιουργίας πολυμέσων. Το κάθε ένα χρησιμοποιεί τη δική του προσέγγιση και το δικό του περιβάλλον χρήστη για τη διαχείριση συμβάντων με βάση το χρόνο. Πολλοί χρησιμοποιούν μια οπτική γραμμή χρόνου για να δημιουργήσουν μια ακολουθία συμβάντων σε μια παρουσίαση, που συνήθως έχει επίπεδα από διάφορα στοιχεία πολυμέσων ή συμβάντα κατά μήκος της κλίμακας του χρόνου, σε διαστήματα με ακρίβεια της τάξης του ενός δευτερολέπτου. Άλλοι ταξινομούν μια μεγάλη σειρά από καρέ γραφικών και στη συνέχεια προσθέτουν το στοιχείο του χρόνου ρυθμίζοντας τη διάρκεια εκτέλεσης του κάθε πλαισίου.

Director

Το Director της Macromedia είναι ένα ισχυρό και σύνθετο εργαλείο δημιουργίας πολυμέσων, με ένα μεγάλο σύνολο από στοιχεία για τη δημιουργία παρουσιάσεων πολυμέσων, κινήσεων και εφαρμογών διαλογικών πολυμέσων. Απαιτεί μεγάλη πορεία εκμάθησης, αλλά είναι ένα πολύ ισχυρό εργαλείο ανάπτυξης πολυμέσων. Στο Director ταξινομούμε τα στοιχεία του έργου μας, χρησιμοποιώντας ένα Cast και ένα Score.

Cast

Το Cast είναι μια βάση δεδομένων με πολυμέσα, που περιέχει ακίνητες εικόνες, αρχεία ήχου, κείμενο, παλέτες, σχήματα QuickDraw, script προγραμματισμού, ταινίες QuickTime, ταινίες Flash, ακόμα και άλλα αρχεία του Director. Όχι μόνο μπορούμε να εισάγουμε μια μεγάλη ποικιλία από είδη δεδομένων και μορφές πολυμέσων απευθείας μέσα σε αυτό το Cast, αλλά μπορούμε να δημιουργήσουμε στοιχεία πολυμέσων εκ του μηδενός, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία και τους επεξεργαστές του ίδιου του Director. Ένα πλήρες εργαλείο ζωγραφικής μας επιτρέπει να δημιουργούμε καλλιτεχνήματα σε bitmap. Μπορούμε να δημιουργήσουμε διαβαθμίσεις, μοτίβα και κινούμενους μετασχηματισμούς. Άλλα εργαλεία επεξεργάζονται και δημιουργούν σχήματα QuickDraw, κείμενο, ταινίες QuickTime, παλέτες και script.

Score

Όταν θα έχουμε δημιουργήσει τα στοιχεία πολυμέσων για το έργο μας και τοποθετήσει στο Cast, ενώνουμε τα μέλη του Cast μεταξύ τους με τη χρήση του εργαλείου Score. Το Score είναι μια εφαρμογή για εμφάνιση, κίνηση και εκτέλεση των μελών του Cast. Αποτελείται από καρτέ που περιέχουν μέλη του Cast με πληροφορίες για το τέμπο, την παλέτα, το χρόνο και τον ήχο. Κάθε καρτέ εκτελείται σε μια "σκηνή", ένα ρυθμό που προσδιορίζεται στο κανάλι του τέμπο. Το Score παρέχει σύνθετα οπτικά εφέ και εναλλαγές, ρυθμίσεις των χρωμάτων της παλέτας και έλεγχο του τέμπο. Τα κινούμενα γραφικά, για παράδειγμα, δημιουργούνται με την τοποθέτηση ενός γραφικού ή *sprite* στη σκηνή και αλλάζοντας τη θέση τους λίγο σε μερικά καρτέ. Όταν τα πλαίσια παίζονται με το τέμπο, τα γραφικά κινούνται. Μπορούμε να συγχρονίσουμε τα κινούμενα γραφικά με ηχητικά εφέ, φωτίζοντας μια σειρά από καρτέ και επιλέγοντας τον κατάλληλο ήχο από το Cast μας.

Lingo

Το Director χρησιμοποιεί τη Lingo, μια πλήρη αντικειμενοστρεφή γλώσσα script, ώστε να υπάρχει διαλογικότητα και προγραμματισμένος έλεγχος. Ένας ενσωματωμένος επεξεργαστής script προσφέρει τη δυνατότητα διόρθωσης λαθών της Lingo. Καθώς μπορούμε να συνδέσουμε script με μεμονωμένα στοιχεία του Cast, μπορούμε να αντιγράψουμε και να επικολλήσουμε ολοκληρωμένες διαλογικές ακολουθίες. Η Lingo χρησιμοποιεί επίσης Xtras, τα οποία είναι ειδικά τμήματα κώδικα που χρησιμοποιούνται για να ελέγχουν εξωτερικές συσκευές ήχου και βίντεο. Με τη Lingo μπορούμε επίσης να ελέγχουμε λειτουργίες στο Internet, όπως την αποστολή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, το διάβασμα εγγράφων και εικόνων και την κατασκευή ιστοσελίδων δυναμικά.

Με τη χρήση της script της Lingo μπορούμε να συνδέσουμε μεταξύ τους ξεχωριστά έγγραφα του Director και να καλέσουμε άλλα αρχεία ως υπορουτίνες. Μπορούμε επίσης να εισάγουμε στοιχεία στο Cast μας, χρησιμοποιώντας δείκτες σε ένα αρχείο. Αυτό μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε τα ίδια στοιχεία σε πολλά Cast. Όταν το Score καλεί αυτό το στοιχείο, φορτώνεται στη RAM από το αρχείο. Η σύνδεση και το μοίρασμα μας επιτρέπουν να δημιουργούμε έργα στο Director, των οποίων το μέγεθος και η πολυπλοκότητα εξαρτώνται από το αποθηκευτικό μας μέσο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΚΕΙΜΕΝΟ

Το *κείμενο* (text) ήταν ο πρώτος τρόπος απεικόνισης της πληροφορίας σε υπολογιστή και παραμένει κυρίαρχος. Η αδυναμία των αρχικών υπολογιστών να χειριστούν αποτελεσματικά ήχο, εικόνες και video όχι μόνο καθιέρωσε το κείμενο ως το αποκλειστικό μέσο επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή, αλλά είχε και κάποιες παρενέργειες που γίνονται ορατές σε πολλές εφαρμογές πολυμέσων. Για παράδειγμα, το πρότυπο ASCII περιορίζει σημαντικά τη δημιουργία πολυγλωσσικών εφαρμογών, με αποτέλεσμα πολλά συστήματα πολυμέσων να χρησιμοποιούν όχι προτυποποιημένες και πλήρεις λύσεις. Είναι φανερό αλλά και αναμενόμενο, ότι το κείμενο αποτελεί βασικό φορέα πληροφορίας που δεν πρέπει να παραμελείται σε μια εφαρμογή πολυμέσων.

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Είναι η πιο απλή αλλά και πιο διαδεδομένη μέθοδος αναπαράστασης κειμένου στους υπολογιστές. Αναπτύχθηκε από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Προτυποποίησης και είναι μια απλή κωδικοποίηση χαρακτήρων των 7-bits. Οι χαρακτήρες που περιλαμβάνει είναι το λατινικό αλφάβητο και κάποια ειδικά σύμβολα. Κάθε κωδική λέξη ASCII, συνήθως αποθηκεύεται σε ένα byte. Οι πλεονάζοντες 128 χαρακτήρες χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση όχι-ASCII χαρακτήρων. Αυτοί οι χαρακτήρες μπορεί να είναι κάποια ειδικά σύμβολα ή χαρακτήρες άλλων αλφάβητων. Δυστυχώς, ο καθορισμός του περιεχομένου αυτών των θέσεων δεν έχει προτυποποιηθεί, γεγονός που οδηγεί σε πληθώρα ασυμβατοτήτων μεταξύ εφαρμογών ακόμα και της ίδιας χώρας προέλευσης.

Κωδικοσελίδες του ISO (International Organisation for Standardization)

Τα πρότυπα του ISO έχουν ως στόχο την αδυναμία του ASCII να υποστηρίξει άλλες γλώσσες πλην της αγγλικής. Για παράδειγμα, το πρότυπο 'ISO Latin' είναι ένα υπερσύνολο του προτύπου ASCII το οποίο παρέχει κωδικοποίηση για τις περισσότερες ευρωπαϊκές γλώσσες. Υπάρχουν πρότυπα και για γλώσσες με μη-λατινικό αλφάβητο που αναπτύσσονται σε συνεργασία του ISO με εθνικούς οργανισμούς προτυποποίησης. Οι κωδικοποιήσεις του ISO αρχίζουν να διαδίδονται ευρέως και χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, στο X Windows System, στο PostScript και σε διεθνείς εκδόσεις αρκετών πακέτων λογισμικού.

Mark-up κείμενο

Το τυπωμένο κείμενο μπορεί να θεωρηθεί ότι μεταφέρει δύο είδη πληροφοριών: τη μορφή του κειμένου πάνω στη σελίδα και το νοηματικό του περιεχόμενο. Οι απλές κωδικοποιήσεις που είδαμε παραπάνω είναι αρκετές για την μετάδοση του νοηματικού περιεχομένου, αλλά δεν καθορίζουν τον τρόπο παρουσίασης του κειμένου. Μια λύση στο παραπάνω πρόβλημα είναι η μίξη του κανονικού κειμένου με *οδηγίες παρουσίασης* (tags). Το κείμενο που προκύπτει ονομάζεται *markup*. Για παράδειγμα, στο σύστημα *troff* που συναντάται στη πλατφόρμα UNIX: Αυτή είναι μια γραμμή, σημαίνει ότι η πρόταση 'Αυτή είναι μια γραμμή' πρέπει να κεντραριστεί στη σελίδα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία κειμένων με πολύπλοκη μορφή, όπως επιστημονικά κείμενα με πίνακες, εξισώσεις και ειδικά σύμβολα.

Δομημένο κείμενο

Όταν χρησιμοποιείται μια markup γλώσσα, η δομική πληροφορία του κειμένου γίνεται δυσδιάκριτη. Υπάρχουν απεικονίσεις που διευκολύνουν την επεξεργασία ενός κειμένου χρησιμοποιώντας κατάλληλες, για την αναπαράσταση της δομής του κειμένου, δομές δεδομένων. Για παράδειγμα, το κείμενο μπορεί να θεωρηθεί ότι χωρίζεται σε μέρη, τα μέρη σε κεφάλαια κ.ο.κ. και να χρησιμοποιηθεί μια δενδρική δομή αναπαράστασης. Παρόλο που υπάρχουν κάποια πρότυπα, κάθε πακέτο που κάνει χρήση δομημένου κειμένου χρησιμοποιεί το δικό του τρόπο αναπαράστασης.

Hypertext

Το κείμενο έχει μια στοιχειώδη ιεραρχική δομή, αλλά παραμένει γραμμικό με την έννοια ότι διαβάζεται σειριακά από την αρχή προς το τέλος και τα άλματα σε σημεία ειδικού ενδιαφέροντος είναι δύσκολα. Το hypertext καταργεί αυτή τη γραμμικότητα, διαμερίζοντας το κείμενο σε κόμβους που συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας ένα γράφο. Ένας κόμβος μπορεί να είναι μια επεξήγηση ή υποσημείωση. Με τη χρήση ενός ειδικού προγράμματος παρουσίασης υπερκειμένου, ο αναγνώστης μπορεί να ακολουθεί τους συνδέσμους του γράφου, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα και τις απορίες που έχει. Η δυσκολία με το hypertext είναι ο τρόπος αναπαράστασης και χειρισμού των συνδέσμων. Βρίσκει κανείς συνδέσμους μονής ή διπλής κατεύθυνσης, συνδέσμους που οδηγούν σε άλλους κόμβους ή τμήματα του ίδιου ακόμα και συνδέσμους που οδηγούν σε κάποια εικόνα, ήχο ή video. Ευρύτατη διάδοση γνωρίζει σήμερα η HTML (Hypertext Markup Language) η οποία, αποτελεί μια markup γλώσσα για την περιγραφή hypertext κειμένων.

Χειρισμός Κειμένου

Όλοι όσοι χρησιμοποιούν υπολογιστή έχουν βρεθεί στην ανάγκη να χειριστούν κείμενο. Οι πράξεις που σχετίζονται με το κείμενο ποικίλουν από πολύ απλές μεταξύ χαρακτήρων μέχρι πολύπλοκους αλγόριθμους κρυπτογράφησης. Ας δούμε πιο αναλυτικά τις πράξεις πάνω σε κείμενο που μας ενδιαφέρουν.

Πράξεις χαρακτήρων: Πρόκειται για τις πιο απλές και δομικές πράξεις που έχουν ως ορίσματα απλούς χαρακτήρες. Στην πράξη, ένας απλός χρήστης δεν έχει συχνά την ανάγκη τέτοιων πράξεων. Είναι όμως απαραίτητες για έναν προγραμματιστή που υλοποιεί πιο σύνθετες πράξεις για τις ανάγκες κάποιου προγράμματος.

Πράξεις συμβολοσειρών: Το αμέσως επόμενο επίπεδο πράξεων έχει ως ορίσματα ακολουθίες χαρακτήρων, δηλαδή συμβολοσειρών. Τέτοιες πράξεις είναι η λεξικογραφική σύγκριση, η συνένωση, αναζήτηση χαρακτήρων κλπ. Και αυτές οι πράξεις προσφέρονται από όλες τις γλώσσες προγραμματισμού όπου και γίνεται η μεγαλύτερη χρήση τους.

Επεξεργασία κειμένου (Editing)

Η συγγραφή ενός κειμένου σε PC προϋποθέτει ένα πρόγραμμα που να επιτρέπει την εισαγωγή και διαγραφή χαρακτήρων, καθώς και την αποθήκευση του κειμένου σε μορφή αρχείου υπολογιστή. Τέτοια προγράμματα είναι πολύ κοινά και υπάρχουν σε όλες τις πλατφόρμες. Πολλοί editors κειμένου έχουν περισσότερες δυνατότητες: επιτρέπουν επιλογή, κατόπιν αποκοπή ή αντιγραφή και επικόλληση τμημάτων κειμένου, αναγνωρίζουν και δημιουργούν αυτόματα κάποια στοιχεία της δομής του κειμένου όπως παραγράφους, κλπ.

Φορμάρισμα κειμένου

Φορμάρισμα ονομάζεται η διαδικασία επιβολής κάποιων χαρακτηριστικών εμφάνισης στο κείμενο. Σήμερα το φορμάρισμα γίνεται με τη χρήση interactive εφαρμογών, στις οποίες κάθε αλλαγή στο φορμάρισμα εμφανίζεται στην οθόνη ακριβώς όπως θα τυπωθεί στον εκτυπωτή. Αυτά τα προγράμματα ονομάζονται επεξεργαστές κειμένου και εκτός από τις λειτουργίες φορμαρίσματος προσφέρουν και όλες τις λειτουργίες ενός editor. Επιπλέον, δίνουν την δυνατότητα μίξης του κειμένου με εικόνες, διαγράμματα, ήχους ή άλλα μη εκτυπώσιμα αντικείμενα, δημιουργώντας ένα νέο είδος, το ηλεκτρονικό πολυμεσικό κείμενο.

Η έξοδος ενός προγράμματος φορμαρίσματος κειμένου μπορεί να είναι μια bitmap εικόνα του φορμαρισμένου κειμένου ή η περιγραφή του σε μια λεπτομερή γλώσσα

περιγραφής σελίδας. Η πιο διαδεδομένη γλώσσα περιγραφής σελίδας είναι η PostScript, που χρησιμοποιείται ευρέως από εκτυπωτές laser και άλλες μονάδες εξόδου υψηλής ανάλυσης. Το πιο βασικό στοιχείο μορφοποίησης ενός κειμένου είναι η επιλογή των *γραμματοσειρών* (fonts). Μια γραμματοσειρά ανήκει σε μια *οικογένεια γραμματοσειρών* (typeface), δηλαδή σε ένα σύνολο γραμματοσειρών με καθορισμένο στυλ εμφάνισης για κάθε χαρακτήρα. Διαφέρει από τις άλλες γραμματοσειρές της οικογένειας σε ένα από τα παρακάτω στοιχεία:

- το μέγεθος, το οποίο μετριέται σε στιγμές (points=1/72 inches)
- οι χαρακτήρες είναι έντονοι ή όχι (bold)
- οι χαρακτήρες είναι πλάγιοι ή όχι
- οι χαρακτήρες είναι υπογραμμισμένοι ή όχι
- συνδυασμός των παραπάνω

Οι γραμματοσειρές χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

Χαρτογραφικές (bitmap fonts): οι πρώτες γραμματοσειρές είχαν αυτή τη μορφή. Αν και η επεξεργασία και εκτύπωση αυτών είναι γρήγορη, χάνουν σε ανεξαρτησία από τη μονάδα εξόδου, από απαιτήσεις χώρου αποθήκευσης και από ποιότητα μετά από κάποιο μετασχηματισμό (όπως μεγέθυνση ή περιστροφή).

Διανυσματικές: η περιγραφή αυτών των γραμματοσειρών γίνεται με μαθηματικό τρόπο, γεγονός που διορθώνει τα ελαττώματα των χαρτογραφικών γραμματοσειρών, αλλά αυξάνει το χρόνο εκτύπωσης. Αυτή τη λογική ακολουθούν οι τύποι γραμματοσειρών PostScript Type 1 και TrueType που χρησιμοποιούνται στη γλώσσα PostScript και στην πλατφόρμα MS Windows αντίστοιχα.

Αναζήτηση

Τα περισσότερα προγράμματα επεξεργασίας κειμένου προσφέρουν λειτουργίες αναζήτησης προτύπων. Τα πρότυπα αυτά μπορεί να είναι απλές λέξεις ή λέξεις που περιέχουν *χαρακτήρες ειδικής σημασίας* (wild cards). Τέτοια πρότυπα περιγράφονται συνήθως με τη χρήση *κανονικών μορφών* (regular expressions).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αναζήτηση σε μεγάλους όγκους κειμένου. Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν ενδιαφέρει η ανεύρεση κάποιων προτύπων, αλλά κειμένων που αναφέρονται σε κάποιο συγκεκριμένο θέμα, αυτά τα θέματα ερευνούνται από την *Επιστήμη της Πληροφορίας*.

Συμπίεση

Η συμπίεση κειμένων δεν είναι τόσο μεγάλης σημασίας σε σχέση με την περίπτωση της εικόνας και του ήχου. Σε ειδικές περιπτώσεις, όπου καθίσταται αναγκαία η συμπίεση, εφαρμόζονται οι τεχνικές αντικατάστασης προτύπων και η κωδικοποίηση Huffman. (Bell et al. 1989)

Κρυπτογράφηση

Μεγάλο ενδιαφέρον έχει παρουσιαστεί τελευταία για την κρυπτογράφηση, κυρίως λόγω της μεγάλης διάδοσης των δικτύων, τη γενίκευση της χρήσης του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και την εισχώρηση εμπορικών εφαρμογών στο World Wide Web.

Μια διαδεδομένη μέθοδος κρυπτογράφησης είναι η DES (Data Encryption Standard) που αναπτύχθηκε από την IBM για την αμερικάνικη κυβέρνηση. Πολύ συχνά (και με καλύτερα αποτελέσματα) χρησιμοποιούνται οι αλγόριθμοι με *δημόσιο κλειδί* (public key). Η ιδέα στην οποία στηρίζονται αυτοί οι αλγόριθμοι είναι η εξής:

*Η διαδικασία κρυπτογράφησης μπορεί πολύ εύκολα να βρεθεί με δεδομένο ένα **δημόσιο κλειδί** το οποίο γνωστοποιεί ο παραλήπτης στους αποστολείς. Αντίθετα, η αποκρυπτογράφηση δεν μπορεί να γίνει μόνο με το **δημόσιο κλειδί**, αλλά απαιτείται και το **ιδιωτικό κλειδί** (private key) το οποίο γνωρίζει μόνο ο παραλήπτης.*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Ο ΗΧΟΣ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Εισαγωγή και σύνδεση με το παρελθόν

Κατά πολλούς τρόπους ο ζωντανός ήχος στο δίκτυο ακολουθεί τα βήματα του ραδιοφώνου. Παρόλο τον ενθουσιασμό και την υπομονή μας, το νέο μέσο συναντά εμπόδια, έχει χαμηλή πιστότητα, δε προσφέρει ασφαλώς μεταφέρσιμο περιεχόμενο και σίγουρα έχει πολύ δρόμο να διανύσει μέχρι να μπορέσει να ανταγωνιστεί τον πρόδρομό του και να μας προσφέρει το μεγάλο του πλεονέκτημα, την διαδραστικότητα.

Ο ζωντανός ήχος στο δίκτυο έχει απέραντο ρεπερτόριο εφαρμογών. Η ελκυστικότητα και η ζωντάνια που προσφέρει στις σελίδες του δικτύου είναι κάτι που σιγά σιγά συναντάμε παντού στον παγκόσμιο ιστό. Το δίκτυο δεν περιορίζεται πλέον σε κείμενα και γραφικά μόνο. Η αίσθηση μόνο κειμένου και η βουβή εικόνα αλλάζει γρήγορα. Νέες τεχνολογίες έχουν φέρει ήχο, βίντεο και κίνηση στο συντηρητικό κόσμο του δικτύου. Παρόλα αυτά υπάρχουν μερικοί ενοχλητικοί παράγοντες που μας εμποδίζουν ακόμη να απολαύσουμε καλής ποιότητας πολυμέσα στο δίκτυο.

Ένας από τους πλέον ενοχλητικούς παράγοντες με τον οποίο ο κόσμος του δικτύου έζησε μέχρι τώρα είναι η τεράστια καθυστέρηση για να «κατεβάσει» κανείς μεγάλα αρχεία ήχου. Από τη στιγμή που τα αρχεία ήχου έχουν ένα λόγο μεταφοράς 5:1 μέσω συνδέσεων dial-up θα πρέπει να περιμένεις τουλάχιστον 5 λεπτά για να ακούσεις 1 λεπτό ήχου. Ακόμη ο αποθηκευτικός χώρος που απαιτείται είναι τεράστιος. Τέλος, αν συμβεί οτιδήποτε στο αρχείο κατά τη διάρκεια του «κατεβάσματος», ολόκληρο το αρχείο είναι άχρηστο.

Τα παραπάνω προβλήματα έρχεται να λύσει η τεχνολογία του «streaming audio», η οποία μεταδίδει τον ήχο συνεχόμενα και μπορεί να δώσει την ηχητική εμπειρία που περιμένουν οι περισσότεροι άνθρωποι. Η τεχνολογία του streaming ανταποκρίνεται πολύ περισσότερο στις ανάγκες των χρηστών απ' ό,τι προηγούμενες τεχνολογίες, αφού προσφέρει μια αίσθηση αμεσότητας στους χρήστες. Επίσης, δίνει και ένα δυνατό όπλο στα χέρια των επαγγελματιών του δικτύου, αφού μπορεί να προσελκύσει το ενδιαφέρον των χρηστών στις σελίδες τους για περισσότερο χρόνο. Μια άλλη ενδιαφέρουσα χρήση της τεχνολογίας «streaming» είναι οι τηλεφωνικές υπηρεσίες μέσω δικτύου. Το τηλέφωνο μέσω δικτύου δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να κάνουν αμέτρητες υπεραστικές και διεθνείς συνδιαλέξεις με το κόστος μιας δικτυακής σύνδεσης.

Πώς λειτουργεί η τεχνολογία του «Streaming Audio»;

Για να καταλάβει κανείς πώς λειτουργεί βοηθάει να γνωρίζει τα εξής :

- Τύπους του streaming audio
- Κωδικοποίηση ήχου
- Πρωτόκολλα χρησιμοποιούμενα για το streaming audio

Τύποι του streaming audio

On - demand : Αποθηκευμένα αρχεία ήχου που λαμβάνονται από τους χρήστες.

Live : Μετάδοση γεγονότων καθώς αυτά συμβαίνουν

Υπάρχουν και συγγενικοί τύποι μετάδοσης ήχου, όπως pseudo-streaming audio (Apple Quicktime, Midi-streaming) και εφαρμογές που συνδυάζουν ήχο και κινούμενη εικόνα.

Κωδικοποίηση ήχου

Τα αρχεία ήχου είναι πολύ μεγάλα. Για να μεταφέρει κανείς τέτοια αρχεία ακόμη και μέσω σύνδεσης T1 απαιτείται τα αρχεία να είναι συμπιεσμένα. Έτσι είναι απαραίτητο ο ήχος πριν τη μετάδοσή του να κωδικοποιείται και να συμπιέζεται.

Codecs (Κωδικοποιητές / Αποκωδικοποιητές)

Κάθε εταιρεία χρησιμοποιεί δικούς της τρόπους συμπίεσης και αποσυμπίεσης. Τα προγράμματα κωδικοποίησης παίρνουν ένα αρχικό αρχείο (.wav, .au, .snd, .aiff) και μειώνουν το μέγεθος του πετώντας πληροφορίες που θεωρούνται άχρηστες για το τελικό αποτέλεσμα. Το συμπιεσμένο αρχείο που παράγουν είναι πολύ μικρότερο σε μέγεθος και χαμηλότερης ποιότητας ήχου σε σχέση με το αρχικό. Επίσης, το αρχείο ήχου δίνεται σε μια μορφή (format) ανάλογα με τον προμηθευτή του αντίστοιχου προγράμματος. Τα προγράμματα κωδικοποίησης επιτρέπουν τον έλεγχο της ποιότητας του ήχου που θα παράγουμε. Φυσικά, όσο καλύτερη είναι η ποιότητα του ήχου και όσο μεγαλύτερη η συχνότητα δειγματοληψίας, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το μέγεθος του τελικού αρχείου.

Όλα τα προϊόντα του streaming audio απαιτούν ένα κωδικοποιητή (encoder) και έναν αποκωδικοποιητή (player). Ο κωδικοποιητής ταυτόχρονα εκτελεί και χρέη server, δηλαδή συμπιέζει τα πακέτα ήχου, ώστε να ταιριάζουν στο εύρος ζώνης του δικτύου με το οποίο

είναι συνδεδεμένοι οι χρήστες. Ο αποκωδικοποιητής αποσυμπιέζει τα πακέτα ήχου και με τη βοήθεια της κάρτας ήχου του υπολογιστή μας ακούμε το μεταδιδόμενο σήμα.

Συμπύεση δεδομένων ήχου

Τεχνικές για τη μείωση ψηφιακών δεδομένων ήχου πρωτοχρησιμοποιήθηκαν στα πρώτα ψηφιακά συστήματα τηλεφωνίας στη δεκαετία του '60. Αρχικά τα συστήματα αυτά προσέφεραν μικρή μείωση στον όγκο των δεδομένων, στην καλύτερη περίπτωση 2:1. Πρόσφατα, αποδοτικότεροι αλγόριθμοι επιτρέπουν μεγαλύτερη μείωση δεδομένων, παράγοντας εξόδους σημάτων που διαφέρουν από τα αρχικά σήματα, αν τα εξετάσει κανείς bit προς bit, αλλά αισθητικά ακούγονται το ίδιο με τα αρχικά σήματα. Αυτή η προσέγγιση υιοθετήθηκε και για τον ήχο στο δίκτυο. Οι αλγόριθμοι δεν είναι διαφανείς, αλλά με μεγάλη επιτυχία διατηρούν ικανοποιητική ποιότητα ήχου, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν σε μεγάλο βαθμό το λόγο των δεδομένων.

Αν αναρωτιέστε γιατί κλασσικές μέθοδοι συμπίεσης αρχείων δεν χρησιμοποιούνται για τον ήχο, η απάντηση είναι ότι αυτές οι μέθοδοι συμπίεσης αναλύουν τα δεδομένα από μια οπτική καθαρά στατιστική και τα αποσυμπιεσμένα δεδομένα δεν διαφέρουν καθόλου από τα αρχικά. Πρέπει να μην χάνονται καθόλου δεδομένα και να υπάρχει απόλυτη πιστότητα ανάμεσα στα δεδομένα εισόδου και εξόδου. Οι σημερινοί αλγόριθμοι ψηφιακού ήχου που πετούν κομμάτι των δεδομένων (lossy) και ειδικότερα οι perceptual αλγόριθμοι, σχεδιάστηκαν αποκλειστικά για αρχεία ήχου και μειώνουν τα δεδομένα βασισμένοι μόνο στο πώς θα ακούγεται από το ανθρώπινο αυτί τελικά το σήμα. Εκμεταλλεύονται την αδυναμία του ανθρώπινου αυτιού να αντιληφθεί κάποια απώλεια από το αρχικό σήμα και έτσι μειώνουν σημαντικά το μέγεθος των ψηφιακών σημάτων ήχου.

Η διαδικασία εκτελείται σε δύο στάδια. Αρχικά, αναλογικό σήμα ήχου μετατρέπεται σε δεδομένα με λέξη 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. Τότε σε δεύτερο στάδιο αλγόριθμοι συμπίεσης δεδομένων εφαρμόζονται και ο λόγος των δεδομένων μειώνεται κατά ένα παράγοντα της τάξης του 50:1 ή και περισσότερο.

Perceptual κωδικοποίηση

Αυτοί οι αλγόριθμοι στηρίζονται στην ψυχοακουστική που εξετάζει την ανθρώπινη αίσθηση της 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, τα σήματα που επικαλύπτονται είναι κυρίως μικρής ισχύος σε γειτονικές συχνότητες.

Χρησιμοποιώντας την επεξεργασία ψηφιακού σήματος στο επίπεδο της συχνότητας, οι perceptual κωδικοποιητές εξαφανίζουν «άχρηστα» κομμάτια από το ηχητικό σήμα που επικαλύπτονται από άλλα πιο δυνατά, έτσι μειώνονται οι απαιτήσεις για μεγάλο εύρος ζώνης. Ο κωδικοποιητής μπορεί να μειώσει ακόμη περισσότερο το μέγεθος του σήματος, μειώνοντας επιλεκτικά ακόμη και τα μη επικαλυπτόμενα σήματα. Φυσικά, όσο περισσότερο μειώνουμε την ανάλυση του ψηφιακού ηχητικού σήματος, τόσο αυξάνονται ο θόρυβος και οι παραμορφώσεις. Όσο όμως οι αλγόριθμοι κρατούν αυτές τις δυσμορφίες κάτω από το κατώφλι επικάλυψων, παραμένουν ανεπαίσθητα.

Πληροφορίες με αριθμούς

Ο ρυθμός δεδομένων ενός ψηφιακού σήματος ήχου είναι το αποτέλεσμα της συχνότητας δειγματοληψίας πολλαπλασιασμένο με τον αριθμό των bits, που χρησιμοποιούνται για την παρουσίαση του σήματος, επί τον αριθμό των καναλιών του ήχου. Για παράδειγμα ο ήχος του κλασσικού CD χρησιμοποιεί μια συχνότητα δειγματοληψίας 44.1kHz με 16-bit παρουσίαση και δύο κανάλια (stereo) το οποίο παράγει ένα ρυθμό δεδομένων 1.4Mbit/δευτερόλεπτο. Για να μειωθεί αυτό το γινόμενο τουλάχιστον ένας από τους παράγοντες θα πρέπει να μειωθεί.

Μειώνοντας τη συχνότητα δειγματοληψίας θα χάσουμε τις υψηλές συχνότητες του ήχου, έτσι σε αυτό τον τομέα δεν υπάρχουν πολλά που μπορούμε να κάνουμε χωρίς να επηρεαστεί η πιστότητα του σήματος. Τα δύο κανάλια μπορούν να γίνουν ένα χωρίς όμως αυτό να είναι πάντοτε επιθυμητό. Τέλος ο παράγοντας του αριθμού των bits παρουσίασης ο οποίος επηρεάζει τη δυναμική περιοχή (θόρυβος, παραμορφώσεις) μπορεί να αλλαχθεί. Έξυπνοι κωδικοποιητές που χρησιμοποιούν perceptual αλγορίθμους έχουν το μεγάλο μέρος του κέρδους τους σε bits από αυτή την περιοχή. Οι πιο διαδεδομένοι τρόποι κωδικοποίησης και συμπίεσης ηχητικών σημάτων στο δίκτυο –χωρίς να είναι οι μοναδικοί- είναι σήμερα οι εξής :

- MPEG-2 Audio layer 3
- Dolby's AC-3

Ας δούμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά και τις προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση, παρουσίαση και την ανταλλαγή δεδομένων ήχου και μουσικής.

Audio Code Number 3 - Dolby Digital (Surround)

Πρόκειται για κωδικοποίηση ήχου που αναπτύχθηκε από τα εργαστήρια της Dolby και χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως από την κινηματογραφική βιομηχανία στις ταινίες και υιοθετείται στους ψηφιακούς δίσκους εικόνας (DVD) αλλά και από την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) στις Η.Π.Α. Αυτή η υιοθέτηση θα κάνει τους δίσκους / τηλεόραση ασύμβατα με αυτά της Ευρώπης, που για την ανταλλαγή ήχου έχει υιοθετήσει την κωδικοποίηση MPEG-2.

Χαρακτηριστικά :

Η κωδικοποίηση AC-3 μπορεί να συμπυκνώσει 6 ξεχωριστά κανάλια ήχου σε χώρο λιγότερο από αυτόν που απαιτεί ένα μόνο κανάλι σε ένα CD. Τα 6 κανάλια που περιλαμβάνει δημιουργούν πραγματική αίσθηση του χώρου για τον ήχο, αφού είναι χωρισμένα σε δεξί, αριστερό, κεντρικό, δύο κανάλια ήχου surround και ένα κανάλι εξαιρετικά για τις χαμηλές συχνότητες (Low Frequency Effects Channel) που βοηθάει στη μεγιστοποίηση της ακρόασης ήχων όπως εκρήξεις, συγκρούσεις κ.τ.λ. Η χρήση subwoofer μας βοηθάει στην καλύτερη ακρόαση των ήχων του τελευταίου καναλιού. Τα πέντε βασικά κανάλια είναι πλήρους εύρους ζώνης ακουστικών συχνοτήτων (3Hz έως 20.000 Hz) ενώ το έκτο κανάλι περιορίζεται στις συχνότητες (3 Hz έως 120 Hz). Όλες οι γνωστές συχνότητες δειγματοληψίας υποστηρίζονται (32, 44.1, και 48 Hz) και ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κωδικοποίησης είναι ότι επιτρέπει την επικάλυψη ήχων σε ένα κανάλι με θόρυβο, από ήχους άλλου καναλιού. Οι ρυθμοί δεδομένων που απαιτεί ποικίλουν από 32 kb/δευτερόλεπτο για ένα κανάλι ως 640kb/δευτερόλεπτο.

MPEG-2 Audio layer III

Πριν μιλήσουμε για το Audio layer III είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε μερικά πράγματα για το MPEG. Πρόκειται για μια επιτροπή που εργάζεται πάνω στην τυποποίηση των τρόπων κωδικοποίησης και παρουσίασης κινούμενης εικόνας και ήχου. Τα αποτελέσματα της επιτροπής αυτής καταλήγουν σε τυποποιήσεις από εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς τυποποίησης. Υπάρχουν αυτή τη στιγμή τα συμπεράσματα MPEG-1, MPEG-2 και πρόσφατα το MPEG-4. Ας περάσουμε όμως στον ήχο που μας ενδιαφέρει. Το MPEG-1

μπορεί να κωδικοποιήσει μόνο δύο κανάλια ήχου και έτσι για το δίκτυο που δε διαθέτει μεγάλο εύρος ζώνης χρησιμοποιούνται κυρίως τεχνολογίες MPEG-2. Το MPEG-2 για τον ήχο χωρίζεται σε τρία επίπεδα, ανάλογα με το bitrate που πρόκειται να έχουμε. Κάθε επίπεδο δεν είναι καλύτερο από το προηγούμενό του, απλώς είναι πιο πολύπλοκο. Έτσι και τα τρία επίπεδα του MPEG-2 είναι ορισμένα, ώστε να κάνουν την καλύτερη εκμετάλλευση του bitrate που έχουν στη διάθεσή τους. Όσο προχωράμε στα επίπεδα τόσο πιο περίπλοκος γίνεται ο κωδικοποιητής και τόσο καλύτερη εκμετάλλευση του bitrate γίνεται. Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τα αποτελέσματα τεστ σύγκρισης των τριών επιπέδων με κλίμακα από το 1 έως το 5.

| Επίπεδο | bitrate | Συμπίεση | Ελάχιστη καθυστέρηση | Ποιότητα 64 kbit |
|---------|---------|----------|----------------------|------------------|
| I | 192kbit | 4:1 | 19ms | --- |
| II | 128kbit | 6:1 | 35ms | 2.1 ως 2.6 |
| III | 64kbit | 12:1 | 59ms | 3.6 ως 3.8 |

Για δοσμένη ποιότητα ήχου το MPEG layer III απαιτεί το μικρότερο bitrate. Χρησιμοποιώντας το MPEG layer III μπορούμε να συρρικνώσουμε τα αρχικά δεδομένα ήχου από ένα CD κατά ένα παράγοντα της τάξης του 12 χωρίς να χάσουμε ουσιαστικά σε ποιότητα ήχου. Κάποια παραδείγματα της απόδοσης του MPEG-2 layer III είναι τα εξής :

| Ποιότητα ήχου | Εύρος | mode | Bitrate | Λόγος |
|---------------------------|----------|--------|---------------|-----------|
| «Ηχος 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 |

Αρκετές από τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο του διαδικτύου χρησιμοποιούν κωδικοποιητές επιπέδου III, χωρίς πάντοτε να υλοποιούν όλες τις δυνατότητες που προσφέρει, κάτι που έχει σαν αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνονται τα νούμερα και οι ποιότητα που αναφέρονται πιο πάνω.

AAC (Advanced Audio Codec)

Το AAC είναι ένας αλγόριθμος κωδικοποίησης ήχου αριστούργημα, αφού μπορεί να δώσει εξαιρετικά υψηλής ποιότητας ήχο σε bitrate 64Kb/δευτερόλεπτο/κανάλι. Επιτρέπει την κωδικοποίηση έως και 48 καναλιών ήχου και έως 16 καναλιών χαμηλής συχνότητας για εφέ, ενώ μπορεί να υποστηρίξει πολλές γλώσσες ταυτόχρονα, φωνή πάνω από προγράμματα ήχου και όλα αυτά ενσωματωμένα σε ένα stream.

Το AAC έχει τρεις διαφορετικές όψεις. Την «κύρια», την «χαμηλής πολυπλοκότητας» και την «κλιμακούμενης συχνότητας δειγματοληψίας». Η «κύρια» όψη απευθύνεται σε εφαρμογές που η υπολογιστική ισχύς και η μνήμη δεν είναι περιορισμένες. Η «χαμηλής πολυπλοκότητας» σε εφαρμογές που ισχύς και μνήμη είναι σε μεγάλη ζήτηση, ενώ η τελευταία είναι έτσι φτιαγμένη ώστε οι αποκωδικοποιητές να έχουν ελάχιστες απαιτήσεις σε μνήμη και ισχύ. Υποκειμενικά τεστ που έγιναν με καλά εκπαιδευμένους ακροατές έδειξαν ότι η συγκεκριμένη κωδικοποίηση δίνει καλύτερη ποιότητα ήχου από οποιαδήποτε άλλη κωδικοποίηση με το μισό μόνο bitrate. Η υπολογιστική ισχύς που απαιτείται είναι περίπου 20% ενός επεξεργαστή Pentium 133MHz για δύο κανάλια κωδικοποιημένα με συχνότητα δειγματοληψίας 48kHz με «χαμηλή πολυπλοκότητα». Το AAC είναι πλέον κομμάτι του MPEG-4 και αναμένεται να κυριαρχήσει στο χώρο του δικτύου.

IP Multicast και MBONE

Για να μπορέσει το δίκτυο να γίνει βιώσιμο μέσω μεταφοράς ήχου σε πραγματικό χρόνο, χρειάζεται ένα τρόπο ώστε να εξυπηρετεί μεγάλο κοινό. Το IP Multicast είναι ένα σύνολο από εργαλεία που ασχολούνται με το κόστος σε εύρος ζώνης δικτύου, τη διαθεσιμότητα κάποιου περιεχομένου, τα προβλήματα ποιότητας που αντιμετωπίζουν όλες οι εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο, καθώς και τη μετάδοση σε μεγάλη κλίμακα.

Αντί κάθε φορά να παράγουμε αντίτυπα του αρχείου που θέλουμε να μεταδώσουμε για κάποιον που το ζητάει, το IP Multicast μεταδίδει την ίδια πληροφορία μία φορά μόνο σε πολλούς χρήστες. Όταν ένας ακροατής θέλει να ακούσει κάτι, οι routers βρίσκουν τον πλησιέστερο κόμβο που διαθέτει την πληροφορία και την αντιγράφουν, κάνοντας το μοντέλο κλιμακωτό. Το IP Multicast μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε είδος

δικτύου που υποστηρίζει IP συμπεριλαμβανομένων και των εξής : ATM, frame relay, dial up, ακόμη και δορυφορικών συνδέσεων.

Η αξιοπιστία είναι ένα πρόβλημα με το multicast επειδή δεν υπάρχει απαραίτητα ένας διπλός δρόμος ανάμεσα στον εξυπηρετητή και τους χρήστες, ώστε να υποστηρίζεται η επαναμετάδοση των χαμένων πακέτων. Ακόμη και αν υπάρχει, μια πλημμύρα από χαμένα πακέτα μπορεί να δημιουργήσει τέτοιο φόρτο δικτύου, που να ακυρώνει τα κέρδη σε εύρος ζώνης. Για το λόγο αυτό δεν μπορεί προφανώς να χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο TCP/IP. Ανάμεσα στα πρωτόκολλα μεταφοράς που αναπτύχθηκαν για το IP Multicast, το RTP είναι αυτό που χρησιμοποιείται για μεταφορά εφαρμογών πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο.

Ασφαλώς τίποτε από τα παραπάνω δε λύνει το πρόβλημα της αξιοπιστίας. Θα μπορούσαμε να δεχτούμε την απώλεια των πακέτων και να αφήσουμε στον αποκωδικοποιητή να επικαλύψει τα κομμάτια του ήχου που λείπουν, αλλά αυτό δεν είναι δυνατό. Δυστυχώς με τη μείωση του όγκου της πληροφορίας στον κωδικοποιητή τα μεταφερόμενα δεδομένα περιέχουν μέσα τους μεγάλα ποσά πληροφορίας και η απώλεια τους είναι αδύνατο να αντισταθμιστεί. Η χωρίς διακοπές μεταφορά ηχητικών σημάτων απαιτεί ένα αξιόπιστο μέσο μεταφοράς. Παρ' όλα αυτά οι υπάρχουσες 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.

Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι να μεταδίδουμε επιπλέον πληροφορία, για να έχουμε ευκολότερη διόρθωση λαθών. Η επιπλέον πληροφορία βελτιώνει την απόδοση ικανοποιητικά και συνδυασμένη με packet interleaving μπορεί να είναι μια καλή στρατηγική, αλλά απαιτεί μεγαλύτερο εύρος ζώνης για δεδομένη ποιότητα. Το γεγονός αυτό είναι ασύμφορο σε συνδέσεις με modem, αφού εκεί χρειαζόμαστε και το τελευταίο bit.

Άλλος τρόπος υλοποίησης θα μπορούσε να είναι η δέσμευση και εγγύηση του απαραίτητου εύρους ζώνης δικτύου, ώστε τα πακέτα να φτάνουν σίγουρα. Η διασφάλιση της μεταφοράς μέσω δικτύου γίνεται με τη βοήθεια του Πρωτοκόλλου Κράτησης (εξασφάλισης) Μέσου RSVP (Resource Reservation Protocol), που επιτρέπει στους ακροατές να ζητούν μια συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσιών για δοσμένη ροή δεδομένων.

Τέλος, μπορούμε όταν έχουμε επικοινωνία μεταξύ εξυπηρετητή και χρήστη, να πετύχουμε multicast που θα επαναμεταδίδει τα χαμένα πακέτα. Στην απλούστερη υλοποίησή του ο χρήστης θα ζητά να επαναμεταδοθούν τα χαμένα πακέτα και να τα λαμβάνει σε

διπλανό κανάλι. Αν όμως αρκετοί χρήστες δε λαμβάνουν όλα τα πακέτα, τότε ο server θα πλημμυρίζει από αιτήσεις επαναμετάδοσης και καταλήγουμε να χρειαζόμαστε τόσο εύρος ζώνης όσο στις περιπτώσεις απλής μετάδοσης ανά χρήστη (unicast).

Οι μεγάλες εταιρείες 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. Αλλά οι βασικοί providers του κυρίως δικτύου (backbone) είναι ακόμη επιφυλακτικοί στο να το επιτρέψουν αφού πρόκειται για σημαντική αλλαγή και οι συνέπειες για το διαδίκτυο δεν μπορούν να προβλεφθούν. Ένα επιπλέον εμπόδιο στην καθολική χρήση του είναι η έλλειψη ενσωματωμένης τεχνολογίας ώστε τερματικά που είναι συνδεδεμένα με modems να μπορούν να λαμβάνουν το σήμα μετά από μετατροπή αφού προφανώς δεν διαθέτουν το εύρος ενός τοπικού δικτύου που θα λαμβάνει από το server. Για να γίνει η μετατροπή από multicast σε unicast απαιτούνται είτε τελευταίας τεχνολογίας modems είτε η μετατροπή να γίνεται μέσω software που είναι δύσκολο να υλοποιηθεί. Παρ' όλα τα προβλήματα υπάρχουν κόμβοι που υποστηρίζουν την τεχνολογία αυτή. Μάλιστα ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το πείραμα MBONE. Το MBONE είναι ένα εικονικό δίκτυο. Ουσιαστικά βρίσκεται πάνω από κομμάτια του πραγματικού διαδικτύου που επιτρέπουν τη δρομολόγηση πακέτων για multicast, καθώς αυτή η λειτουργία δεν υποστηρίζεται από όλους τους εμπορικούς δρομολογητές. Το MBONE αποτελείται από νησίδες που υποστηρίζουν άμεσο multicast -τοπικά δίκτυα Ethernet- και είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους με απ' άκρο εις άκρο συνδέσεις που ονομάζονται «tunnels».

Πρωτόκολλα για μεταφορά σε πραγματικό χρόνο

Πριν περάσουμε στην παράθεση των πρωτοκόλλων για μεταφορά σε πραγματικό χρόνο έχει ενδιαφέρον να δούμε γιατί όταν πρόκειται για τέτοιες μεταδόσεις, από τα πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς (Internet Transmission protocols) προτιμάται το UDP (User Datagram Protocol) έναντι του TCP (Transmission Control Protocol).

Οι περισσότερες ανταλλαγές αρχείων στο δίκτυο χρησιμοποιούν το TCP, ώστε να διασφαλίζεται η παράδοση ακόμη και του τελευταίου bit. Όταν όμως έρχεται η ώρα να μεταδοθούν πολυμέσα, το TCP δημιουργεί ανεπιθύμητες καθυστερήσεις καθώς προσπαθεί να παραδίδει τα πακέτα με τη σειρά που ξεκίνησαν και χωρίς το παραμικρό λάθος. Το UDP από την άλλη εγκαταλείπει τη διόρθωση λαθών και επιτρέπει να αποβάλλονται τα πακέτα που έρχονται καθυστερημένα ή χαλασμένα. Παρόλη την προοπτική λαθών και χαμένων

πακέτων, το UDP λειτουργεί καλύτερα με τον ήχο, αφού αν ένα κομμάτι λείπει δε θα το ακούσουμε, αλλά το κύμα το πακέτων ήχου θα συνεχίσει να έρχεται.

Ένα μεγάλο μειονέκτημα του UDP είναι ότι πολλά δίκτυα έχουν προστατευτικά επίπεδα (firewalls) που δεν επιτρέπουν τη διέλευση πακέτων με UDP. Έτσι κάποιοι χρήστες δε θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο και το δίκτυο θα έχει επιβαρυνθεί χωρίς λόγο, μέχρι τα πακέτα να φτάσουν από τον server στο firewall όπου και θα σταματήσουν.

Το RTP (Real-time Transfer Protocol) προσφέρει από άκρη σε άκρη λειτουργίες δικτύου μεταφοράς, κατάλληλες για εφαρμογές που μεταδίδουν δεδομένα πραγματικού χρόνου, όπως ήχο, εικόνα ή δεδομένα προσομοίωσης μέσω multicast ή unicast δικτυακών υπηρεσιών. Το πρωτόκολλο υποστηρίζει τη χρήση μεταφραστών και μικτών επιπέδου RTP. Οι υπηρεσίες του RTP περιλαμβάνουν προσδιορισμό του τύπου του φορτίου, αρίθμηση της ακολουθίας, χρονικό χαρακτηρισμό και έλεγχο παραλαβής.

Οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το RTP πάνω από το πρωτόκολλο UDP ώστε να εκμεταλλευθούν τις υπηρεσίες πολύπλεξης και ελέγχου λαθών μέσω checksum. Και τα δύο πρωτόκολλα συνεισφέρουν στη λειτουργικότητα του πρωτοκόλλου μεταφοράς. Το RTP υποστηρίζει μεταφορά δεδομένων σε πολλαπλούς προορισμούς, χρησιμοποιώντας multicast αν προσφέρεται από το υπάρχον δίκτυο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το RTP δε προσφέρει κανένα μηχανισμό χρονικής εξασφάλισης της αποστολής, ούτε κάποια άλλη εγγύηση ποιότητας υπηρεσιών παρά στηρίζεται σε υπηρεσίες προσφερόμενες από χαμηλότερου επιπέδου πρωτόκολλα δικτύων υπολογιστών. Δεν εγγυάται παράδοση των πακέτων ούτε μπορεί να αποτρέψει εκτός σειράς παράδοση, ενώ ούτε στηρίζεται στην αξιοπιστία του υποκείμενου πρωτοκόλλου. Τα νούμερα της αλληλουχίας που περιλαμβάνονται στο RTP επιτρέπουν στον παραλήπτη να επανασυνθέσει την αλληλουχία των πακέτων του αποστολέα.

Το RTP αποτελείται από δυο στενά συνδεδεμένα μέρη:

- 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 τη διαβίβαση πληροφοριών για τους συμμετέχοντες ή τα περιεχόμενα σε μια συνεχιζόμενη σύνοδο (session).

RTSP (Real -Time Streaming Protocol)

Η ανάπτυξη των εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο στο δίκτυο είχε εξαντλήσει τις περιορισμένες δυνατότητες του HTTP σε αυτή την περιοχή και γίνονται προσπάθειες να τυποποιηθούν λειτουργίες όπως η έναρξη και η παύση της μετάδοσης σε πραγματικό χρόνο, ο συγχρονισμός πολλαπλών μορφών δεδομένων και η ανάπτυξη άλλων ελέγχων. Η κύρια εργασία έχει ενσωματωθεί στο πρωτόκολλο RTSP.

Το RTSP δανείζεται αρκετά στοιχεία από το HTTP και κυρίως προσφέρει υπηρεσίες επιπέδου HTTP για μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Όμως το RTSP διαφέρει ριζικά 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. Το πρωτόκολλο RTSP εγκαθιστά και ελέγχει είτε ένα είτε αρκετά χρονοχρονισμένα κύματα (streams) από μέσα όπως ήχος ή βίντεο. Το πρωτόκολλο δεν μεταφέρει τα συνεχόμενα πακέτα από μόνο του, παρόλο που παρεμβολές στα κύματα πακέτων με πακέτα ελέγχου είναι δυνατές. Με άλλα λόγια το RTSP λειτουργεί σαν ένα «τηλεκοντρόλ δικτύου» για servers πολυμέσων.

Δεν υπάρχει καμία έννοια RTSP σύνδεσης. Αντίθετα, ο server διατηρεί μια σύνοδο καθορισμένη από ένα identifier. Μια σύνοδος RTSP δεν είναι με κανένα τρόπο όμοια με μια σύνδεση επιπέδου μεταφοράς όπως μια TCP σύνδεση. Κατά τη διάρκεια μιας συνόδου RTSP ένας client RTSP μπορεί να ανοίξει και να κλείσει πολλές αξιόπιστες συνδέσεις μεταφοράς με έναν server και να κάνει RTSP αιτήσεις (requests). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα πρωτόκολλο μεταφοράς χωρίς σύνδεση όπως το UDP.

ASF (Active Streaming Format)

Η Microsoft έχει αναπτύξει ένα πρωτόκολλο, το ASF και το έχει ενσωματώσει στη δική της πλατφόρμα για μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, το NetShow. Παρ' όλο που προσφέρει σχεδόν τις ίδιες δυνατότητες με το RTSP, αναφέρεται όχι σαν πρωτόκολλο αλλά σαν τύπος αρχείου. Ουσιαστικά πρόκειται για τρόπο δημιουργίας αρχείων που περιέχουν πολλαπλά αντικείμενα (ήχο, εικόνα κ.α) 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 file format μπορεί να μεταφερθεί πάνω από χαμηλότερου επιπέδου πρωτόκολλα μεταφοράς περιλαμβανομένων των TCP/IP, UDP/IP, και το RTP. Ακόμη και

ακροατές που βρίσκονται πίσω από firewalls που μπλοκάρουν όλα τα UDP πακέτα μπορούν μέσω HTTP να λάβουν τα σήματα.

RSVP (Resource Reservation Protocol)

Το πρωτόκολλο αυτό διασφαλίζει τη μεταφορά μέσω δικτύου και επιτρέπει στους χρήστες να ζητούν συγκεκριμένης ποιότητας υπηρεσίες για δεδομένη ροή πληροφοριών.

Οι ακροατές 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. Ένας χρήστης είτε θα εξυπηρετηθεί είτε θα ενημερωθεί ότι δεν υπάρχει διαθέσιμο κανάλι. Ένα μεγάλο μειονέκτημα είναι ότι όλοι όσοι εμπλέκονται ανάμεσα στον προμηθευτή και τον ακροατή θα πρέπει να υποστηρίζουν το RSVP. Όλοι οι μεσάζοντες θα πρέπει να δεσμεύσουν πηγές όπως εύρος ζώνης δικτύου, υπολογιστική ισχύ και μνήμη ώστε να ικανοποιηθεί η αίτηση. Το RSVP λειτουργεί πάνω από IP, καταλαμβάνοντας τη θέση του επιπέδου μεταφοράς, αλλά προσφέρει και υπηρεσίες επιπέδου συνόδου. Το RSVP αναδεικνύει σημαντικά ερωτήματα για χρέωση του εύρους που χρησιμοποιείται. Αυτή τη στιγμή οι providers δεσμεύονται για εύρος πάνω από τις δυνατότητες τους και οι χρήστες αντιμετωπίζουν καθυστερήσεις.

Προϊόντα που προσφέρουν τεχνολογίες ήχου στο διαδίκτυο

Αναφέραμε και πιο πάνω ότι η τεχνολογία του streaming audio συναντάται σε δύο κύριες μορφές, τις On-demand και Live. Κάποιες από τις εφαρμογές που παρουσιάζονται εξυπηρετούν και τους δύο τύπους, ενώ άλλες επικεντρώνονται σε έναν από τους δύο τύπους.

Real Media 5.0

Ανάμεσα στις λύσεις που κυκλοφορούν στο δίκτυο ξεχωριστή θέση καταλαμβάνει το προϊόν της Progressive Networks, Real Media. Αυτή τη στιγμή το προϊόν βρίσκεται στην έκδοση 5.0 και είναι μια ολοκληρωμένη λύση για μετάδοση μέσω δικτύου τόσο ήχου που κυρίως μας ενδιαφέρει αλλά και κινούμενης εικόνας (video), κειμένου και οποιουδήποτε είδους αρχείου που θέλουμε να μεταφερθεί σε πραγματικό χρόνο. Το εξαιρετικό πλεονέκτημα που διαθέτει το προϊόν έναντι των άλλων είναι ότι έχει κυριαρχήσει στο διαδίκτυο (internet) εδώ και καιρό και άρα ήδη υπάρχει μια μεγάλη εγκατεστημένη βάση με αρχεία που παράγει ο κωδικοποιητής του.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι τη μεγάλη του επιτυχία οφείλει στο γεγονός ότι η εταιρεία ενώ πουλά τον κωδικοποιητή δίνει δωρεάν σε όλους τους χρήστες του δικτύου τον αποκωδικοποιητή (player). Έτσι, ενώ όλοι έχουν τη δυνατότητα να ακούσουν ό,τι υπάρχει στο δίκτυο, αν δεν αγοράσουν το πρόγραμμα κωδικοποίησης και εξυπηρέτησης χρηστών (server) δεν έχουν τη δυνατότητα να παράγουν και να μεταδώσουν ζωντανά περιεχόμενο (ήχο, εικόνα κ.τ.λ.). Μάλιστα και οι υπόλοιπες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ίδιο επιχειρηματικό χώρο χρησιμοποιούν την ίδια πολιτική. Ας δούμε όμως το προϊόν από κοντά.

Η πλατφόρμα Real Media μπορεί να μεταδώσει σε πραγματικό χρόνο οποιοδήποτε τύπο δεδομένων όπως αρχεία ήχου, κινούμενης εικόνας, MIDI, κείμενο, εικόνες, animation και παρουσιάσεις. Η μετάδοση μπορεί να περιλαμβάνει είτε ένα είτε και όλα τα παραπάνω είδη δεδομένων συγχρονισμένα. Δουλεύει απευθείας με όλα τα ευρέως 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 τη σύνδεση (bandwidth negotiation), τη ζωντανή μετάδοση και τον έλεγχό της και τέλος την πολλαπλή μετάδοση (multicast).

Ουσιαστικά η ολοκληρωμένη πλατφόρμα Real Media αναπτύχθηκε βαθμιαία μέσα από το σύστημα του Real Audio. Αρχικά μετέδιδε κανείς μόνο ήχο ενώ σιγά σιγά εισήχθησαν στην τεχνολογία του και τα υπόλοιπα είδη (εικόνες κ.τ.λ.).

Ένα νέο εξαιρετικό χαρακτηριστικό της πλατφόρμας Real Media είναι ότι μπορεί κανείς να μεταδίδει το περιεχόμενο που θέλει χωρίς να είναι υποχρεωμένος να μετατρέψει τα δεδομένα του στη μορφή (format) που παράγει ο κωδικοποιητής της εταιρείας. Το σύστημα λειτουργεί με τη λογική πελάτη - εξυπηρετητή (client-server) και διαθέτει μια ανοιχτή αρχιτεκτονική για όλους τους τύπους δεδομένων. Ένα plug-in προστίθεται στον εξυπηρετητή ή την εφαρμογή για τους χρήστες και επεξηγεί πώς να διαβαστούν τα εκάστοτε δεδομένα. Ένα άλλο plug-in επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα.

Η πλατφόρμα επιτρέπει να μεταδώσει κάποιος το περιεχόμενο που θέλει, στην περίπτωση μας τον ήχο, με τη βοήθεια οποιουδήποτε πρωτοκόλλου για το δίκτυο όπως TCP/IP, UDP/IP, UDP resent ή HTTP. Οι εξυπηρετητές δίνουν τη δυνατότητα για μετάδοση σε έναν ή περισσότερους πελάτες ταυτόχρονα (unicast, multicast) ενώ υποστηρίζουν αμέτρητο αριθμό ταυτόχρονων συνδέσεων. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί και κάποιους τρόπους, ώστε και χρήστες με firewalls να μπορούν να λαμβάνουν το περιεχόμενο.

Περίπου 500.000 χρήστες κάθε εβδομάδα επισκέπτονται το site της Real Media για να «κατεβάσουν» για πρώτη φορά ή να αναβαθμίσουν το πρόγραμμά τους (player). Είναι

μάλιστα χαρακτηριστικό ότι σχεδόν όλοι οι ραδιοφωνικοί σταθμοί που μεταδίδουν περιεχόμενο χρησιμοποιούν software της εταιρείας. Ακόμη ανταγωνιστές υποστηρίζουν τη μορφή (format) των αρχείων που παράγει ο κωδικοποιητής. Το ίδιο ακριβώς κάνει και η Progressive Networks, αφού υποστηρίζει σχεδόν όλα τα υπόλοιπα format ήχου που κυκλοφορούν στο δίκτυο.

Microsoft's Netshow 2.0

Ένας ισχυρός ανταγωνιστής της Progressive Networks είναι η Microsoft. Η εταιρεία αυτή πρόσφατα μπήκε στο χώρο της τεχνολογίας του streaming audio, όμως το μέγεθός της και η ενασχόλησή της με πλήθος εφαρμογών πληροφορικής την κάνουν ένα σημαντικό παράγοντα της αγοράς. Παρότι κατέχει ένα μικρό μέρος (περίπου 15%) της εταιρείας Progressive Networks και έχει δικαιώματα χρήσης των προηγούμενων προϊόντων της, αποφάσισε να λανσάρει το δικό της προϊόν σε συνεργασία με την εταιρεία Liquid Audio.

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί το Netshow για να μεταφέρει το περιεχόμενο που θέλουμε είναι το ASF. Παρότι το αρχείο 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.

AT&T's a2bmusic

Η πρώτη σοβαρή προσπάθεια να διανέμεται μέσω δικτύου μουσική συγκροτημάτων έγινε από την εταιρεία N2K. Κυρίως πρωτοεμφανιζόμενα μουσικά σχήματα χρησιμοποιούν τον τρόπο αυτό διανομής, αφού δεν υπάρχει καμία δυνατότητα χρέωσης. Αυτή τη στιγμή το site της N2K διανέμει τόσο δωρεάν κομμάτια αλλά και αποστέλλει CD's παντού στον κόσμο, αφού πρώτα χρεώσει πιστωτικές κάρτες μέσω δικτύου. Η AT&T όμως έχει να παρουσιάσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα διανομής μουσικής. Είναι ουσιαστικά η πρώτη εταιρεία που εμφανίζει κωδικοποιητή που πετυχαίνει αποτελέσματα κοντά σε αυτά του AAC. Με ένα σύστημα ελέγχου των αποκωδικοποιητών, εισαγωγής «υδατογραφήματος» (watermark) κατά τη διάρκεια της συμπίεσης των δεδομένων και κρυπτογράφησης, ευελπιστούν να απαλλάξουν το δίκτυο από την πειρατεία που παρατηρείται στις μέρες μας. Ήδη κάποια albums συγκεκριμένων συγκροτημάτων μπορούν να αγοραστούν ηλεκτρονικά και να παιχθούν ελεγχόμενες φορές από τον αποκωδικοποιητή της AT&T, που λέγεται a2bmusic. Η πρόταση που κάνει η AT&T είναι να μη διανέμεται όπως σήμερα με τα CD η αρχική ηχογράφηση, αλλά μόνο κωδικοποιημένα τραγούδια που θα φέρουν την υπογραφή του αγοραστή με τέτοιο τρόπο που να μην μπορεί να αφαιρεθεί.

Τηλεφωνία μέσω δικτύου

Εδώ και λίγα χρόνια έχουν παρουσιαστεί προϊόντα που επιτρέπουν τηλεφωνήματα μέσω του διαδικτύου. Αυτή η τεχνολογία παρουσιάστηκε από τον τύπο από τη μία μεριά για τις νέες προοπτικές που ανοίγει και από την άλλη για τους κινδύνους που δημιουργεί στο φόρτο του δικτύου. Το πλέον ενδιαφέρον στοιχείο της τεχνολογίας αυτής είναι η τεράστια μείωση κόστους των υπεραστικών τηλεφωνικών συνδιαλέξεων μέσω του διαδικτύου. Η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής έγινε δυνατή με την εμφάνιση τεχνολογίας πολύπλεξης σε modem στις Η.Π.Α.. Η φωνή μετατρέπεται σε ψηφιακά δεδομένα, κόβεται σε πακέτα και στέλνεται στον προορισμό της μέσω του διαδικτύου. Δυστυχώς, η τεχνολογία δε λειτουργεί τέλεια ακόμη, έχοντας σαν αποτέλεσμα καθυστερήσεις μετάδοσης και διακοπόμενο ήχο. Τα πρώτα προϊόντα που παρουσιάστηκαν είχαν δυνατότητες μόνο half duplex, ενώ σήμερα οι εταιρείες προσφέρουν υπηρεσίες πραγματικού χρόνου full duplex. Διαφορετικοί τρόποι υλοποίησης τηλεφωνίας πάνω από το δίκτυο έχουν χρησιμοποιηθεί από τις εταιρείες. Η πλέον διαδεδομένη που υποστηρίζεται από τις εταιρείες Vocaltec, Camelot, Quaterdeck και Electric Magic απαιτεί να συνδεθεί κανείς μέσω software σε ένα IRC server ώστε να εξασφαλίσει σύνδεση με άλλους που χρησιμοποιούν το ίδιο software. Όταν επιλεγεί ο συνομιλητής τότε μπορεί να ξεκινήσει η συνομιλία. Ο δεύτερος τρόπος υλοποίησης που υποστηρίζεται από την Intel προσφέρει απευθείας σύνδεση μέσω email ή IP χωρίς τη μεσολάβηση του IRC. Απαιτεί όμως και αυτός να είναι κανείς εκ των προτέρων συνδεδεμένος στο δίκτυο. Τα εμπόδια που συναντά η τηλεφωνία μέσω του διαδικτύου είναι και τεχνολογικά αλλά και νομικά. Από τεχνολογικής πλευράς είναι φανερό ότι όσο καλά και να είναι αυτά τα συστήματα, δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να προσφέρουν την ποιότητα υπηρεσιών που δίνει το παραδοσιακό τηλέφωνο. Ανεξάρτητα από τρόπους κωδικοποίησης του σήματος και συμπίεσής του, η ποιότητα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το φόρτο του δικτύου. Και είναι σίγουρο ότι η εξάπλωση τέτοιων υπηρεσιών μάλλον θα επιβαρύνει την κατάσταση του δικτύου παρά θα την ωφελήσει. Ένα ακόμη τεχνολογικό εμπόδιο είναι η ασυμβατότητα ανάμεσα στα προϊόντα υποστήριξης της υπηρεσίας, δημιουργώντας σημαντικό πρόβλημα αφού οι χρήστες μπορούν να επικοινωνήσουν μόνο με κατόχους του ίδιου προγράμματος. Όσο για τη νομιμότητα της τηλεφωνίας στο δίκτυο το θέμα παρακολουθείται στενά. Ακόμη, εθνικοί οργανισμοί τηλεπικοινωνιών δεν βλέπουν με ιδιαίτερα καλό μάτι τέτοιες τεχνολογίες, αφού βάζουν σε κίνδυνο την κερδοφορία τους που προέρχεται από υπεραστικές κλήσεις. Για τους οργανισμούς αυτούς η τεχνολογία αυτή θεωρείται μακροπρόθεσμος κίνδυνος, αφού θεωρείται δύσκολο πελάτες συνηθισμένοι σε καλύτερου επιπέδου υπηρεσίες να τις εγκαταλείψουν. Τέλος, τέτοιες υπηρεσίες βρίσκονται αντιμέτωπες με κανονισμούς των providers αφού δημιουργούν συμφόρηση στο δίκτυο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΚΟΝΑ

Εικόνες και Εφαρμογές

Η εικόνα έχει γίνει απαραίτητο στοιχείο κάθε σύγχρονης εφαρμογής. Υπάρχουν διάφορα είδη εικόνας, κάθε ένα εκ των οποίων είναι κατάλληλο για ορισμένα είδη εφαρμογών.

Το πιο απλό, σε σχέση με την πολυπλοκότητα της απεικόνισής του στον υπολογιστή, είναι οι διτονικές εικόνες. Χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η ύπαρξη μόνο δύο χρωμάτων (μαύρο-άσπρο). Οι διτονικές εικόνες βρίσκουν εφαρμογή σε προγράμματα οργάνωσης επιχειρήσεων και οργανισμών όπου παρουσιάζεται η ανάγκη αρχειοθέτησης εγγράφων, αποδείξεων, επιταγών κ.λ.π. Αυτές οι εικόνες προέρχονται από σάρωση των εγγράφων και αποθηκεύονται σε ειδικού σκοπού συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Άλλες περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται συχνά διτονικές εικόνες είναι τα τεχνικά σχέδια, τα διαγράμματα, οι χάρτες κ.λ.π.

Στο επόμενο επίπεδο έχουμε τις εικόνες συνεχούς τόνου. Αυτές ορίζονται, σε αντίθεση με τις διτονικές, ως οι εικόνες στις οποίες τα γειτονικά σημεία δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, δηλαδή χαρακτηρίζονται από ομαλές τονικές διαβαθμίσεις. Υπάρχουν δύο είδη εικόνων συνεχούς τόνου: κλίμακας του γκριζου και έγχρωμες. Το πρώτο είδος βρίσκεται παρόμοιες εφαρμογές με τις διτονικές, η διαφορά είναι ότι τα έγγραφα μπορούν τώρα να έχουν και εικόνες οι οποίες αποδίδονται με διαβαθμίσεις του γκριζου. Για παράδειγμα, ιατρικές φωτογραφίες ή αποτέλεσμα ακτινογραφιών ή υπερηχογραφήμάτων μπορούν να αποδοθούν ικανοποιητικά από εικόνες κλίμακας του γκριζου. Οι έγχρωμες εικόνες βρίσκουν τη μεγαλύτερη χρήση και έχουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Χρησιμοποιούνται σε επαγγελματικές, εκπαιδευτικές και ψυχαγωγικές εφαρμογές.

Αναμφισβήτητα, η χρήση εικόνας βελτιώνει τις υπάρχουσες εφαρμογές. Σε συνδυασμό και με άλλες τεχνολογίες, όπως η αναγνώριση προτύπων και τα έμπειρα συστήματα, ανοίγουν το δρόμο για εντελώς νέες εφαρμογές. Ένα παράδειγμα είναι η αυτόματη ταυτοποίηση ατόμων με βάση τα δακτυλικά αποτυπώματα ή κάποια φωτογραφία, εφαρμογή που είναι χρήσιμη σε συστήματα ασφαλείας.

Σύλληψη Εικόνων

Η σύλληψη των εικόνων γίνεται συνήθως με τη χρήση σαρωτή. Αυτός αποτελείται από μια πηγή φωτός, ένα χώρο τοποθέτησης του εγγράφου και έναν ανιχνευτή φωτός. Το φως που εκπέμπει η πηγή διαπερνά το έγγραφο και φτάνει στο δέκτη. Ανάλογα με την αλλοίωση που έχει υποστεί το φως, δημιουργείται ένα ηλεκτρικό σήμα που βρίσκεται σε αντιστοιχία με την μορφή της εικόνας. Στο τέλος, το ηλεκτρικό αυτό σήμα ψηφιοποιείται. Το αποτέλεσμα είναι ένας πίνακας εικονοστοιχείων (pixels). Το μέγεθος του πίνακα εξαρτάται από το είδος της εικόνας:

- Για διτονικές εικόνες αρκεί ένα bit για κάθε στοιχείο του πίνακα (ένα pixel είναι είτε άσπρο είτε μαύρο).
- Αν μια εικόνα κλίμακας του γκριζου έχει n διαβαθμίσεις, το μέγεθος του κάθε στοιχείου θα είναι (2^n-1) bits.
- Οι έγχρωμες εικόνες συντίθεται από μια τριάδα βασικών χρωμάτων, άρα απαιτούνται $(3*(2^n-1))$ bits για εικόνα με n χρώματα.

Επιπλέον, το μέγεθος του πίνακα εξαρτάται και από την πυκνότητα (density) που ορίζεται ως ο αριθμός των εικονοστοιχείων ανά ίντσα προς μια κατεύθυνση. Αυτό το μέγεθος ονομάζεται και ανάλυση (resolution) και μετριέται σε dpi (dots per inch). Η ανάλυση που επιλέγεται κατά τη σύλληψη σχετίζεται άμεσα από τη μονάδα εξόδου που θα χρησιμοποιηθεί και συνήθως είναι λίγο μεγαλύτερη αυτής, ώστε να εξοικονομείται χώρος χωρίς να αλλοιώνεται η ποιότητα. Τυπικές τιμές είναι 70dpi για τις οθόνες, 600dpi για τους εκτυπωτές laser και 1000dpi για offset printing.

Εκτός από scanners, στη σύλληψη εικόνων υψηλής ανάλυσης^{1[1]} (2,200×1,700) χρησιμοποιούνται και κάμερες. Ένας άλλος τρόπος σύλληψης είναι από video με χρήση ψηφιοποιητή ή ενός frame grabber.

Συμπίεση

Έχουμε ήδη συζητήσει την αναγκαιότητα συμπίεσης των εικόνων. Παρακάτω, παραθέτουμε ένα ακόμα παράδειγμα που αφορά τη σύλληψη μιας σελίδας A4 με διάφορους τρόπους και αναλύσεις. Το παράδειγμα αυτό δείχνει τόσο την επίδραση που έχει το είδος και η ανάλυση της εικόνας στο μέγεθός της όσο και το μεγάλο μέγεθος που απαιτεί η ψηφιοποίηση εικόνων.

¹Ο όρος ανάλυση (resolution) έχει επιπλέον τη σημασία: το μέγεθος μιας εικόνας σε εικονοστοιχεία.

| Ανάλυση(dpi) | Διτονική(MB) | Κλίμακας του Γκρίζου με 4-6 bits/pixel (MB) | Έγχρωμη με 32-128 bits/pixel (MB) |
|--------------|--------------|--|--------------------------------------|
| 200 | 0.48 | 1.9-7.7 | 15-61 |
| 300 | 1.09 | 4.4-17.4 | 35-140 |
| 400 | 1.93 | 7.7-30.9 | 62-247 |

Απαιτήσεις αποθηκευτικού χώρου
για σελίδα A4 χωρίς συμπίεση

Στην ειδική περίπτωση εικόνων που προέρχονται από τη σύλληψη εγγράφων, μπορεί να μειωθεί το μέγεθος της εικόνας χωρίς συμπίεση. Αυτό επιτυγχάνεται αν μετατραπεί το κείμενο σε κώδικα ASCII. Αυτή η μετατροπή προϋποθέτει τεχνικές OCR και παρουσιάζει επιπλέον το πλεονέκτημα ότι το κείμενο που εξάγεται μπορεί να υποστεί περαιτέρω επεξεργασία. Σε αντιστοιχία με το κείμενο, εικόνες που περιέχουν γραμμικά σχέδια μπορούν να παρασταθούν πιο αποτελεσματικά διανυσματοποιώντας τα γραφικά αντικείμενα που υπάρχουν σε αυτή. Αυτό σημαίνει αναπαράσταση των γεωμετρικών σχημάτων της εικόνας με μαθηματικές εκφράσεις. Εικόνες που περιέχουν απλά σχήματα μπορούν να παρασταθούν πολύ αποτελεσματικά με αυτή τη μέθοδο (μέχρι και 200:1 βελτίωση). Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο για πολύπλοκες εικόνες.

Όταν οι εικόνες δεν έχουν κάποιο από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καταφεύγουμε αναγκαστικά σε τεχνικές συμπίεσης. Οι τεχνικές που εφαρμόζονται για τη συμπίεση εικόνων είναι: η κωδικοποίηση εντροπίας (π.χ. περιορισμός των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων), η κωδικοποίηση μετασχηματισμού (συνήθως εφαρμόζεται ο διακριτός συνημιτονικός μετασχηματισμός Fourier) και η διανυσματική κβαντοποίηση. Συνήθως αυτές οι τεχνικές δεν εφαρμόζονται ανεξάρτητα αλλά σε συνδυασμό.

Το πρότυπο JPEG

Το JPEG είναι ένα πρότυπο του ISO το οποίο σχεδιάστηκε από την ομάδα Joint Photographic Expert Group σε συνεργασία με τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU-TS). Πρόκειται ίσως για το σημαντικότερο και πιο αποτελεσματικό πρότυπο συμπίεσης εικόνας,

το οποίο κερδίζει συνεχώς έδαφος στις εφαρμογές πολυμέσων σε όλες τις πλατφόρμες. Θα μπορούσαμε να περιγράψουμε το JPEG ως εξής:

Το JPEG είναι ένα πρότυπο συμπίεσης εικόνων συνεχούς τόνου, είτε έγχρωμων είτε κλίμακας του γκριζου. Χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό τεχνικών διακριτού συνημιτονικού μετασχηματισμού Fourier, κβαντοποίησης, περιορισμού των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων και κωδικοποίησης Huffman και υποστηρίζει διάφορους τρόπους λειτουργίας.

Μπορεί να έχει απώλειες με διάφορους συνδυασμούς λόγου συμπίεσης/ποιότητας ή και να λειτουργεί χωρίς απώλειες.

Το JPEG έχει τέσσερις ρυθμούς λειτουργίας:

➤ Διαδοχική κωδικοποίηση (sequential encoding)

Σε αυτόν το ρυθμό λειτουργίας το JPEG λειτουργεί με απώλειες και γίνεται μια μόνο σάρωση της εικόνας από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω. Πρόκειται για τον συνηθέστερο ρυθμό λειτουργίας.

➤ Προοδευτική κωδικοποίηση (progressive encoding)

Και αυτός ο ρυθμός λειτουργίας παρουσιάζει απώλειες. Η κωδικοποίηση γίνεται όμως με διαδοχικά περάσματα.

➤ Κωδικοποίηση χωρίς απώλειες (lossless encoding)

Αντίθετα με τις υπόλοιπες περιπτώσεις, το αποτέλεσμα αυτού του τρόπου συμπίεσης είναι πλήρως αντιστρέψιμο.

➤ Ιεραρχική κωδικοποίηση (hierarchical encoding)

Η κωδικοποίηση συνίσταται από διάφορα επίπεδα ευκρίνειας, τα οποία μπορούν να αποκωδικοποιηθούν ξεχωριστά.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε πώς γίνεται η συμπίεση, όταν εφαρμόζεται η διαδοχική κωδικοποίηση. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

➤ Προετοιμασία των τμημάτων (data blocks)

Όπως έχουμε δει, η εικόνα μπορεί να συντεθεί με διάφορους τρόπους. Κάθε pixel μπορεί να αντιστοιχεί στην τριάδα RGB ή YUV (Ευρωπαϊκή) ή YIQ (Αμερικανική και Ιαπωνική) και σε άλλες. Επίσης γνωρίζουμε ότι κάποιες από τις συνιστώσες αυτές είναι μικρότερης σημασίας, οπότε μπορούν να δειγματοληφθούν με μικρότερη συχνότητα. Το πρότυπο JPEG μπορεί να χειριστεί μέχρι και 255 χρωματικές συνιστώσες. Οι

μετασχηματισμοί που ακολουθούν στο επόμενο βήμα δεν εφαρμόζονται σε ολόκληρη την εικόνα αλλά σε τμήματα μεγέθους 8×8 pixels. Αν για παράδειγμα έχουμε μια εικόνα 640×480 pixels που παριστάνεται με χρήση της τριάδας YUV θα έχουμε: έναν πίνακα 640×480 για τη συνιστώσα Y (luminance) που θα χωριστεί σε 4800 τμήματα, δύο πίνακες 320×240 για τις δυο χρωματικές συνιστώσες (υπετέθει δειγματοληψία με το $1/4$ της συχνότητας της φωτεινότητας) που θα χωριστούν σε 1200 τμήματα.

- Βήμα κωδικοποίησης πηγής: Διακριτός Συνημιτονικός Μετασχηματισμός Fourier (ΔΣΜΦ) και κβαντοποίηση.

Σε κάθε ένα από τα τμήματα που προέκυψαν από το προηγούμενο βήμα εφαρμόζεται ο ΔΣΜΦ. Στο πεδίο της συχνότητας, και εφόσον ικανοποιείται η προϋπόθεση για εικόνες συνεχούς τόνου, οι συντελεστές χαμηλών συχνοτήτων είναι πιο σημαντικοί. Πριν γίνει η κωδικοποίηση, οι συντελεστές του ΔΣΜΦ κανονικοποιούνται διαιρώντας τους με κάποιες προκαθορισμένες τιμές που περιέχονται στον πίνακα κβαντοποίησης. Οι τιμές αυτές μεγαλώνουν όσο μεγαλώνει η συχνότητα, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την επικέντρωση του ενδιαφέροντος στις χαμηλές συχνότητες. Ο συντελεστής μηδενικής συχνότητας κάθε τμήματος δεν επηρεάζεται καθόλου από την κανονικοποίηση (τιμή πίνακα κβαντοποίησης=0) και ονομάζεται DC συντελεστής. Στην συνέχεια ακολουθεί η κωδικοποίηση των κανονικοποιημένων συντελεστών του ΔΣΜΦ με την τεχνική DPCM. Το προβλεπόμενο λάθος για κάθε τμήμα είναι η DC τιμή του προηγούμενου τμήματος.

- Κωδικοποίηση εντροπίας: περιορισμός των επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων, κωδικοποίηση Huffman

Οι κβαντοποιημένες τιμές μπαίνουν στη σειρά χρησιμοποιώντας το σχήμα zig-zag που έχει ως στόχο την μεγιστοποίηση της πιθανότητας εμφάνισης ίδιων γειτονικών τιμών.

Τέλος, εφαρμόζεται η κωδικοποίηση Huffman ή μια πιο πολύπλοκη μορφή κωδικοποίησης πηγής που ονομάζεται αριθμητική κωδικοποίηση.

Βασικό χαρακτηριστικό του JPEG είναι ότι το αποτέλεσμα της συμπίεσης μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε για την ποιότητα της εικόνας και το λόγο συμπίεσης. Προφανώς, όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος συμπίεσης τόσο χειρότερη είναι η εικόνα. Τυπικές τιμές για το λόγο συμπίεσης είναι:

- 10:1 έως 20:1 - Υψηλή ποιότητα εικόνας με μικρή διαφορά από την αρχική εικόνα
- 30:1 έως 50:1 - Μέτρια ποιότητα
- 60:1 έως 100:1 - Κακή ποιότητα

Η ποιότητα της συμπίεσμνης εικόνας κρίνεται με βάση τις παρατηρήσεις ενός ανθρώπου. Αν μια εικόνα συμπίεσμνη κατά JPEG χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή αναγνώρισης προτύπων (για παράδειγμα ιατρική) τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Το JPEG αλλοιώνει την εικόνα, αλλά με τέτοιο τρόπο που να μην γίνεται εύκολα αντιληπτό από τον άνθρωπο. Επιπλέον, οι παραπάνω λόγοι συμπίεσης αφορούν εικόνες σχετικά απλές. Εικόνες με γραμμικά σχέδια, κείμενο ή με δυο μόνο χρώματα δε θα συμπίεστούν καλά. Η αποσυμπίεση ακολουθεί ακριβώς την αντίστροφη πορεία και απαιτεί χονδρικά τον ίδιο χρόνο με την συμπίεση.

Απειροστική Συμπίεση Εικόνας (Fractal Image Compression)

Γενικά στοιχεία:

1. Είναι μια καινούρια και πολλά υποσχόμενη τεχνολογία. Το αν είναι ανώτερη της συμπίεσης JPEG είναι ανοιχτό σε διάλογο.
2. Είναι μέθοδος συμπίεσης χωρίς απώλειες.
3. Τα απειροστικά τμήματα στην απειροστική συμπίεση εικόνας είναι επαναλαμβανόμενα συστήματα συναρτήσεων (Iterated Function Systems).
4. Είναι μια μορφή κβαντικού διανύσματος, κάτι που χρειάζεται ειδική ορολογία για την κατανόησή της.
5. Η αύξηση της ανάλυσης είναι ένα πανίσχυρο σημείο της μεθόδου, αλλά δεν είναι κάτι το μαγικό που πετυχαίνει συμπίεση 1000:1.
6. Η συμπίεση είναι αργή, η αποσυμπίεση είναι γρήγορη.
7. Η τεχνολογία είναι πατενταρισμένη.

Απώλεια κλίμακας και αύξηση της ανάλυσης

Όταν μία συσκευή, όπως η φωτογραφική μηχανή ή ο σαρωτής, παίρνει μία εικόνα χρησιμοποιεί μία κλίμακα που καθορίζεται από τη στοιχειώδη ανάλυση αυτής της συσκευής. Αν χρησιμοποιήσουμε κάποιο πρόγραμμα για να μεγεθύνουμε αυτή την εικόνα, από ένα σημείο και μετά δεν βλέπουμε κάτι παραπάνω σε λεπτομέρεια, παρά μόνο μεγαλύτερα εικονοστοιχεία.

Μία απειροστική εικόνα είναι διαφορετική. Με κάθε επανάληψη, η λεπτομέρεια που δημιουργείται είναι έξοχη σε μεγαλύτερη ανάλυση. Οριακά, λεπτομέρεια που αντιστοιχεί με ακρίβεια στην πραγματικότητα, δημιουργείται σε όλα τα επίπεδα ανάλυσης, μέχρι και το άπειρο. Επειδή δεν υπάρχει όριο στο οποίο να σταματούν οι απειροστικές εικόνες, θεωρούμε ότι δεν έχουν κλίμακα. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι αν μεγεθύνουμε μία απειροστική εικόνα, θα εξακολουθεί να δείχνει “όπως πρέπει” χωρίς τα φαινόμενα που εμφανίζει η μεγέθυνση των εικονοστοιχείων. Αντικειμενικά, αυτό που προσφέρει η απειροστική συμπίεση εικόνας είναι μια αναπτυγμένη μορφή παρεμβολής. Αυτό είναι κάτι χρήσιμο κι ελκυστικό. Χρήσιμο για παράδειγμα, σε όσους ασχολούνται με τη δημιουργία γραφικών ή σ’ εκείνους που θέλουν να τυπώσουν σε μια συσκευή υψηλής ανάλυσης. Όμως δεν προσφέρει εξωπραγματικούς συντελεστές συμπίεσης.

Με βάση τα παραπάνω, πρέπει να απαντήσουμε στο ερώτημα τι εννοούμε με τον όρο αύξηση της ανάλυσης. Πρόκειται για τη διαδικασία που συμπιέζουμε μια εικόνα, την μεγεθύνουμε σε μια μεγαλύτερη ανάλυση και τη σώζουμε, άσχετα με το αν χρησιμοποιούμε το IFS. Με άλλα λόγια, η συμπιεσμένη απειροστικά εικόνα είναι κάποιο μέσο για να πετύχουμε το σκοπό μας και όχι ο ίδιος ο σκοπός.

Το πρόβλημα ταχύτητας

Η ουσία της διαδικασίας της συμπίεσης είναι ο συνδυασμός κάθε μπλοκ περιοχής σε ένα κυρίαρχο μπλοκ, έτσι ώστε η διαφορά με το αρχικό να είναι ελάχιστη. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει κανόνας που να λέει ότι τα μπλοκ περιοχής πρέπει να είναι τετράγωνα ή ορθογώνια. Αυτό είναι μια παραδοχή που κάναμε για να κατανοήσουμε το πρόβλημα. Γενικά, η μέθοδος για να βρεθούν καλά PIFS για οποιαδήποτε εικόνα, περιλαμβάνει τα πέντε παρακάτω θέματα :

- Να χωριστεί η εικόνα σε μπλοκ περιοχών.
- Να μορφοποιηθεί η ομάδα των κυρίαρχων μπλοκ.
- Να επιλεγούν οι τύποι των μετασχηματισμών που θα μελετηθούν.
- Να επιλεγεί ένα μέτρο απόστασης μεταξύ των μπλοκ περιοχών.
- Να καθοριστεί μια μέθοδος για το ταίριασμα των μπλοκ περιοχών στο κυρίαρχο μπλοκ.

Συντελεστές συμπίεσης

Τυπικές τιμές συντελεστών συμπίεσης που πετυχαίνονται είναι από 4:1 μέχρι 100:1. Κάτω από τις ίδιες συνθήκες, οι έγχρωμες εικόνες μπορούν να συμπιεστούν σε μεγαλύτερο βαθμό από τις ασπρόμαυρες. Το μέγεθος ενός αρχείου απειροστικής εικόνας εξαρτάται πολύ από τον αριθμό των μετασχηματισμών των PIFS.

Για ευκολία, και προκειμένου να μπορέσουμε να κάνουμε σύγκριση με το JPEG, ας υποθέσουμε ότι μια εικόνα μεγέθους 256x256 χωρίζεται σε μπλοκ των 8x8. Υπάρχουν 1024 μπλοκ περιοχής και κατά συνέπεια 1024 μετασχηματισμοί για να αποθηκευτούν. Πόσα bits χρειάζονται για το καθένα;

Στις περισσότερες υλοποιήσεις, τα κυρίαρχα μπλοκ είναι δύο φορές μεγαλύτερα από τα μπλοκ περιοχής. Αρα η διαστηματική συστολή είναι συνεχής και μπορεί δύσκολα να κωδικοποιηθεί στο πρόγραμμα αποσυμπίεσης. Αυτά που πρέπει να αποθηκευτούν είναι :

| | | |
|-------------------------------------|----|---------|
| Η x θέση του κυρίαρχου μπλοκ | 8 | 6 |
| Η y θέση του κυρίαρχου μπλοκ | 8 | 6 |
| Η ρύθμιση της φωτεινότητας | 8 | 5 |
| Η αντιστάθμιση της φωτεινότητας | 8 | 6 |
| Ο δείκτης συμμετρίας | 3 | 3 |
| Σύνολο : | 35 | 26 bits |

Στην πρώτη στήλη, ένα byte δίνεται σε κάθε αριθμό εκτός από το δείκτη συμμετρίας. Το μέγιστο όριο συμπίεσης είναι επομένως $(8 \times 8 \times 8) / 35 = 14,63$. Στη δεύτερη στήλη, τα κυρίαρχα μπλοκ έχουν περιοριστεί στις προηγούμενες συντεταγμένες μείον δυο. Επίσης, πειράματα έχουν δείξει ότι 5 bits για τη ρύθμιση και 6 για την αντιστάθμιση εξακολουθούν να έχουν καλά οπτικά αποτελέσματα. Έτσι, το όριο της συμπίεσης είναι τώρα 19,69 αξιοσημείωτο αλλά όχι εξωπραγματικό. Υπάρχουν κι άλλες πιο περίπλοκες τεχνικές για να μειωθούν κι άλλο τα bits. Η πιο κοινή είναι να χρησιμοποιηθεί μια δομή τετραγωνικού δέντρου δύο ή τριών επιπέδων για τον καθορισμό της θέσης. Με αυτό τον τρόπο λείες επιφάνειες μπορούν να αναπαραστηθούν με μεγάλα μπλοκ περιοχής (υψηλή συμπίεση), ενώ μικρότερα μπλοκ χρησιμοποιούνται αναγκαστικά για τις λεπτομέρειες.

Ποιότητα: απειροστικότητα εναντίον jpeg

Η μεγάλη ειρωνεία για την επιτροπή κωδικοποίησης είναι ότι δίνεται μεγάλη φροντίδα προκειμένου να μετρηθεί ακριβώς και να προσδιορισθεί το ποσοστό λάθους σε μία συμπίεσμένη εικόνα, και γίνεται μεγάλη προσπάθεια προκειμένου να μειωθεί το λάθος που μετρείται, το οποίο πολύ συχνά είναι αμφίβολο. Αυτές οι μετρήσεις περιλαμβάνουν λόγο σήματος προς θόρυβο, μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων και απόλυτη τιμή του λάθους. Ένα απλό παράδειγμα είναι η συνεχής μετακίνηση (shift): προσθέτουμε την τιμή 10 σε κάθε pixel. Σταθερές μετρήσεις λάθους υποδεικνύουν μεγάλη παραμόρφωση, αλλά η εικόνα έχει γίνει ελάχιστα πιο φωτεινή. Με σεβασμό σε αυτές τις αμφίβολες μετρήσεις λάθους, και με το φόβο της υπεραπλούστευσης, τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν τα ακόλουθα :

Για μικρούς συντελεστές συμπίεσης το JPEG είναι καλύτερο, για υψηλούς συντελεστές η απειροστική κωδικοποίηση είναι καλύτερη. Το διαχωριστικό σημείο διαφέρει, αλλά συνήθως είναι γύρω στο 40:1. Η τιμή αυτή προμηνύει ανωτερότητα του JPEG, αφού έτσι κι αλλιώς πέρα από αυτό το βαθμό συμπίεσης οι εικόνες έχουν συνήθως τέτοια αταξία που δεν αξίζει να χρησιμοποιηθούν.

Υποστηρικτές της απειροστικής συμπίεσης υποστηρίζουν ότι ο λόγος σήματος προς θόρυβο δεν είναι καλό μέτρο για τη μέτρηση του λάθους και ότι η παραμορφωμένη εικόνα που δίνει είναι πολύ πιο “φυσική”, από τα τετράγωνα μπλοκ του JPEG, τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές αναλύσεις. Αυτό είναι ένα λογικό επιχείρημα, αλλά σε καμία περίπτωση δεν είναι αποδεκτό παγκόσμια. Ίσως αυτό που χρειάζεται η επιτροπή κωδικοποίησης να είναι ένας τρόπος που θα μετρά με ακρίβεια και αντικειμενικότητα την εντύπωση που δίνει το σήμα (εδώ η εικόνα) στον άνθρωπο. Μέχρι τότε τα μάτια σας είναι οι καλύτεροι κριτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

VIDEO

Video και Εφαρμογές

Η παρουσίαση των πρώτων εφαρμογών για PC που έκαναν χρήση video δημιούργησε ένα πολύ μεγάλο ενδιαφέρον. Παρ' όλα αυτά, ο τρόπος με τον οποίο θα χρησιμοποιηθεί αυτή η νέα τεχνολογία στο μέλλον δεν είναι ακόμα ξεκάθαρος. Οι υπάρχουσες εφαρμογές μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες: αναπαραγωγή αποθηκευμένου οπτικοακουστικού υλικού και πραγματικού χρόνου οπτικοακουστική επικοινωνία.

Η πρώτη κατηγορία είναι πιο καλά καθορισμένη και ήδη ευρέως χρησιμοποιούμενη. Υπάρχουν πολλές εκπαιδευτικές και ψυχαγωγικές εφαρμογές στις οποίες μέρος της πληροφορίας βρίσκεται σε μορφή video που αναπαράγεται ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Τέτοιου είδους δικτυακές εφαρμογές είναι ακόμα περιορισμένες λόγω τεχνολογικών προβλημάτων. Μια πιθανή εφαρμογή είναι η χρήση εξυπηρετητών που θα αποθηκεύουν μεγάλες βιβλιοθήκες video-clips και θα τα μεταδίδουν κατόπιν αιτήσεως του χρήστη (video-on-demand).

Η οπτικοακουστική επικοινωνία μπορεί να είναι ένας-προς-έναν, όπως για παράδειγμα η συνομιλία δύο ατόμων μέσω υπολογιστή που είναι εφοδιασμένος με κάμερα και συνδεδεμένος σε δίκτυο. Σε σύγκριση με τις εξειδικευμένες συσκευές τηλεδιάσκεψης, αυτά τα συστήματα προσωπικών υπολογιστών υστερούν σημαντικά σε ποιότητα. Η ανάλυση της εικόνας, το βάθος χρώματος και ο ρυθμός ανανέωσης των πλαισίων είναι πολύ μικρά. Κατά συνέπεια, για εφαρμογές που η οπτική επαφή είναι σημαντική, για παράδειγμα η συνέντευξη ενός νέου υπαλλήλου, τα συστήματα αυτά δεν είναι κατάλληλα. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που η ποιότητα βρίσκεται σε δεύτερη μοίρα και τα συστήματα αυτά βρίσκουν εφαρμογή. Η ενημέρωση ενός διευθυντή από υπαλλήλους που εργάζονται σε διαφορετικά σημεία μέσω ενός κοινού χώρου εργασίας (shared workspace) είναι ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής.

Σε πολλές περιπτώσεις το μοντέλο επικοινωνίας ένας-προς-πολλούς είναι πιο κατάλληλο. Για παράδειγμα, οι φοιτητές ενός πανεπιστημίου μπορούν να παρακολουθούν ένα σεμινάριο που γίνεται αλλού λαμβάνοντας την εικόνα μέσω δικτύου και αναπαράγοντάς την στον Η/Υ τους. Αυτές οι εφαρμογές έχουν το μεγάλο μειονέκτημα ότι για να σταλεί το σήμα σε πολλούς παραλήπτες απαιτούνται ταχύτατα δίκτυα και εξυπηρετητές.

Σύλληψη Video

Μια οθόνη τηλεόρασης μπορεί να μοιάζει φαινομενικά με αυτήν του υπολογιστή, αλλά στην ουσία υπάρχουν πολλά διαφορετικά στοιχεία. Τα υποσυστήματα γραφικών των υπολογιστών συνθέτουν την εικόνα με την τριάδα των βασικών χρωμάτων RGB. Αντίθετα, στις τηλεοράσεις το σύνθετο σήμα αποτελείται από τη φωτεινότητα και τις δυο χρωματικές συνιστώσες. Επιπλέον, η σάρωση στην τηλεόραση είναι πλεκτή ενώ οι ρυθμοί ανανέωσης και το μέγεθος του πλαισίου ποικίλουν από πρότυπο σε πρότυπο, αλλά σε κάθε περίπτωση διαφέρουν από αυτά του υπολογιστή. Άρα, για να γίνει η μετατροπή του τηλεοπτικού σήματος ή του σήματος video σε μορφή κατάλληλη για υπολογιστή, απαιτείται ειδικό υλικό.

Το υλικό αυτό πέρασε από διάφορα στάδια εξέλιξης κάθε ένα εκ των οποίων κυριάρχησε έναντι των προκατόχων του. Επίσης, είναι φανερή η μετακίνηση προς τα διεθνή πρότυπα.

Κάρτες Υπέρθεσης Video (video overlay boards)

Το μόνο που προσέφερε αυτή η πρώτη γενιά καρτών ήταν παρουσίαση της εικόνας σε κάποιο τμήμα της οθόνης και στοιχειώδεις δυνατότητες συγχρονισμού για τη μίξη της εικόνας με κείμενο και γραφικά. Δεν ψηφιοποιούσαν το σήμα, απλά το απεικόνιζαν απευθείας στην οθόνη. Οι δυνατότητες επέμβασης πάνω σε αυτό ήταν ελάχιστες.

Ψηφιοποιητές

Αυτές οι συσκευές δέχονται σήμα PAL ή NTSC από κάποια αναλογική πηγή (video player, videodisk, camera) και το ψηφιοποιούν. Παρέχουν διάφορες δυνατότητες editing, όπως για παράδειγμα απομόνωση κάποιων πλαισίων και αποθήκευσή τους ως ακίνητες εικόνες, αλλαγή του μεγέθους, των χρωμάτων και της φωτεινότητας της εικόνας και άλλα. Η παρουσίαση στην οθόνη μπορεί να γίνει σε παράθυρο οποιουδήποτε μεγέθους και σε οποιαδήποτε θέση.

Κάρτες Συμπίεσης

Το 1989 η Intel παρουσίασε το DVI, ένα δικό της πρότυπο για εφαρμογές κινούμενης εικόνας, ακολουθούμενο από μια σειρά επεξεργαστών και καρτών που επέτρεπαν τη συμπίεση σε πραγματικό χρόνο και αποθήκευση σε σκληρό δίσκο του σήματος ενός ψηφιοποιητή.

Πιο πρόσφατα προϊόντα με παρόμοιες δυνατότητες υποστηρίζουν τα διεθνή πρότυπα για συμπίεση εικόνας JPEG και MPEG. Αν και το JPEG είναι ουσιαστικά ένα πρότυπο συμπίεσης ακίνητης εικόνας, στην πράξη βρέθηκε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και για την συμπίεση κινούμενης εικόνας. Η συμπίεση γίνεται σε κάθε πλαίσιο ξεχωριστά σαν να ήταν μια ακίνητη εικόνα. Αυτό σημαίνει ότι το editing σε επίπεδο πλαισίου είναι πολύ απλό. Το πρότυπο αυτό είναι γνωστό ως MJPEG (Motion JPEG). Όπως έχουμε ήδη πει, το MPEG σχεδιάστηκε εξ' αρχής για εφαρμογές κινούμενης εικόνας που χρησιμοποιούν αποθηκευτικά μέσα όπως το CD-ROM.

Τεχνικές Συμπίεσης

Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε με ποιο τρόπο εντοπίζεται και απορρίπτεται το χωρικό πλεονάσμα πληροφορίας μιας εικόνας. Στην κινούμενη εικόνα, υπάρχει ένα ακόμα είδος πλεονάσματος, το χρονικό πλεονάσμα. Πιο συγκεκριμένα, όταν κινείται ένα αντικείμενο τα διαδοχικά πλαίσια μοιάζουν σημαντικά. Κάποια τμήματα των πλαισίων δεν επηρεάζονται καθόλου από την κίνηση, ενώ κάποια άλλα πιθανόν να αλλάζουν απλώς θέση με μικρή ή και καμία αλλαγή του περιεχομένου τους.

Ένας αλγόριθμος συμπίεσης κινούμενης εικόνας μπορεί να στηρίζεται μόνο στην εξάλειψη του χωρικού πλεονάσματος ή να συνδυάζει εξάλειψη και των δύο ειδών πλεονασμάτων. Το MJPEG είναι ένα παράδειγμα της πρώτης κατηγορίας και το MPEG της δεύτερης. Πλεονέκτημα των αλγορίθμων της πρώτης κατηγορίας είναι η ευκολία επέμβασης στην εικόνα σε επίπεδο πλαισίου και η ανθεκτικότητα σε λάθη κατά την μετάδοση μέσω δικτύου. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε πλαίσιο είναι ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα και κάθε λάθος επηρεάζει μόνο αυτό. Αντίθετα σε τεχνικές όπως το MPEG υπάρχει συσχέτιση κάθε πλαισίου με τα προηγούμενά του, οπότε και είναι δύσκολο να γίνει η εξαγωγή των πλαισίων και κάθε λάθος έχει επιπτώσεις σε όλα τα συσχετιζόμενα πλαίσια. Αναμφισβήτητα, η εξάλειψη και του χωρικού και του χρονικού πλεονάσματος οδηγεί σε σημαντικά μεγαλύτερους λόγους συμπίεσης, γι' αυτό και το ενδιαφέρον εστιάζεται σε αυτούς.

Το Πρότυπο Συμπίεσης JPEG

Η ανάγκη για ψηφιακή συμπίεση

Με δεδομένη την ολοένα και αυξανόμενη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας, έχει αρχίσει παράλληλα να γίνεται έρευνα και προς την κατεύθυνση της συμπίεσης της ψηφιακής

πληροφορίας, με στόχο την οικονομία εύρους φάσματος (bandwidth). Οι λόγοι για τους οποίους είναι όχι απλά χρήσιμη αλλά απαραίτητη η ανάπτυξη αυτών των τεχνικών συμπίεσης δεν είναι ίσως τόσο προφανείς, γι' αυτό ας εξετάσουμε μερικά παραδείγματα που φανερώνουν την ανάγκη για επέκταση της εφαρμογής της ψηφιακής συμπίεσης, τόσο στην εικόνα όσο και στον ήχο.

Ένα κανονικό ασυμπίεστο τηλεοπτικό σήμα PAL καταλαμβάνει ένα *bandwidth* περίπου 5 MHz. Έστω ότι θέλουμε να το μεταδώσουμε ψηφιακά. Για να μην έχουμε απώλεια πληροφορίας (που μεταφράζεται σε μείωση της ποιότητας της εικόνας) πρέπει σύμφωνα με το *θεώρημα Nyquist* να κάνουμε τη δειγματοληψία στη διπλάσια συχνότητα, δηλαδή στα 10 MHz. Για να έχουμε επαρκή ευκρίνεια (resolution) πρέπει κάθε δείγμα να έχει τουλάχιστον 8 bits ($2^8=256$ επίπεδα κωδικοποίησης). Μέχρι στιγμής έχουμε $10 \cdot 8=80$ Mbits/sec. Αν και ήδη αντιμετωπίζουμε πρόβλημα μετάδοσης σε μία τόσο υψηλή ταχύτητα, το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο αν θέλουμε να έχουμε καλύτερη ευκρίνεια, οπότε θα χρησιμοποιήσουμε δείγματα των 16 ή 24 bits και φυσικά μέχρι στιγμής αναφερόμαστε σε ασπρόμαυρη εικόνα. Αν θέλουμε να έχουμε και χρώμα, ο όγκος της ψηφιακής πληροφορίας γίνεται τριπλάσιος (αφού κάθε χρώμα σχηματίζεται ως συνδυασμός των τριών βασικών χρωμάτων πράσινο, κόκκινο, μπλέ - μιλώντας πάντα για ασυμπίεστα σήματα). Συνεπώς χρειαζόμαστε τουλάχιστον $3 \cdot 80=240$ Mbits/sec (30 MB/sec).

Για να καταλάβει κανείς το μέγεθος του bandwidth που χρειάζεται αρκεί να το συγκρίνει με την *ταχύτητα μεταφοράς* (transfer rate) δεδομένων από/προς τον επεξεργαστή μέσα σε ένα computer (που γίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις με ISA bus) η οποία δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 40 Mbit/sec (5 MB/sec) είναι δηλαδή 6 φορές πιο μικρή από όσο χρειαζόμαστε. Ακόμα και με τη χρήση SCSI bus το πρόβλημα παραμένει. Στην περίπτωση των CD-ROM τα πράγματα γίνονται ακόμα πιο δύσκολα αφού αυτά φτάνουν μέχρι 10 Mbit/sec (24 φορές πιο μικρή ταχύτητα). Έτσι, παρόλο που είναι δυνατή (αν και πρακτικά ασύμφορη) η μετάδοση του παραπάνω σήματος, είναι αδύνατη η αποθήκευση και αναπαραγωγή του.

Αλλά δεν είναι μόνο το transfer rate που κάνει αδύνατη την αξιοποίηση της παραπάνω μετάδοσης. Αρκεί να αναλογιστούμε ότι για την αποθήκευση ενός τυπικού κινηματογραφικού film που διαρκεί 90 λεπτά (5400 δευτερόλεπτα), θα χρειαζόμασταν αποθηκευτικό μέσο ικανό να αποθηκεύσει τα $30 \cdot 5400=162$ GB. Δηλαδή πρέπει να χρησιμοποιήσουμε περίπου 40 σκληρούς δίσκους computer, χωρητικότητας 4GB.

Άλλο παράδειγμα που δείχνει το πρόβλημα αποθήκευσης είναι το γνωστό σε όλους μας CD. Εκεί αποθηκεύονται περίπου 75 λεπτά ασυμπίεστου στερεοφωνικού ψηφιακού

ήχου με συχνότητα δειγματοληψίας 44.1 KHz και ακρίβεια 16-bit. Δεδομένου ότι έχουμε δύο ανεξάρτητα κανάλια, ο συνολικός όγκος πληροφορίας είναι περίπου 650 MB. Αν όμως το CD χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση ψηφιακού video, τότε μπορεί να χωρέσει το πολύ 30 δευτερόλεπτα. Ακόμα και τα DVD, τα οποία είναι CD με χωρητικότητα 4.7 GB (7 φορές πιο μεγάλη από το CD), δεν επαρκούν για την αποθήκευση μιας κινηματογραφικής ταινίας 90 λεπτών ασυμπίεστου ψηφιακού video αφού χρειαζόμαστε τουλάχιστον 35 DVD.

Όλα τα παραπάνω κάνουν φανερό ότι υπάρχει πρόβλημα τόσο μετάδοσης όσο και αποθήκευσης του ασυμπίεστου ψηφιακού σήματος video (άρα και του ήχου που το συνοδεύει, παρ' όλο που καταλαμβάνει πολύ λιγότερο όγκο). Μόνο στην περίπτωση του μουσικού CD το πρόβλημα αποθήκευσης έχει λυθεί και έχει δημιουργηθεί ένα standard που επιτρέπει την αποθήκευση του ήχου σε ψηφιακή ασυμπίεστη μορφή. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση όμως το πρόβλημα μετάδοσης του ήχου ποιότητας CD παραμένει (εδώ εννοούμε τη μετάδοση σε ευρύτερα δίκτυα όπως το Internet ή την τηλεοπτική μετάδοση μέσω δορυφόρων, όπου η ανάγκη για οικονομία bandwidth είναι δεδομένη). Άρα είναι φανερό ότι πρέπει να γίνουν προσπάθειες για τη σημαντική μείωση του όγκου της ψηφιακής πληροφορίας αλλά χωρίς μεγάλους συμβιβασμούς στην ποιότητα του ήχου και της εικόνας.

Το πρότυπο συμπίεσης MPEG

Τα αρχικά MPEG προέρχονται από τις λέξεις Moving Picture Experts Group (Ομάδα Ειδικών στην Κινούμενη Εικόνα) . Πρόκειται για μία επιτροπή που δρα στα πλαίσια του Διεθνούς Οργανισμού τυποποίησης. Επίσημα είναι γνωστή σαν ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. Ο συντονιστής της επιτροπής MPEG είναι ο Leonardo Chiariglione γνωστός σαν ο «πατέρας» του MPEG. Η επιτροπή πραγματοποιεί 3 - 4 συναντήσεις το χρόνο σε διάφορες πόλεις του κόσμου όπου συζητούνται οι εξελίξεις της ερευνητικής δουλειάς που έχει γίνει ενδιάμεσα, θέτονται στόχοι και προθεσμίες και διατυπώνονται οι προδιαγραφές πάνω στις οποίες οι εταιρίες θα αναπτύξουν τα προϊόντα.

Το όνομα MPEG έχει επικρατήσει όμως να αναφέρεται και στην οικογένεια των τυποποιήσεων που δημιουργήθηκαν από την ομάδα MPEG και χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση οπτικών και ηχητικών δεδομένων σε ψηφιακή συμπίεσμένη μορφή. Η οικογένεια MPEG περιλαμβάνει τα standards MPEG-1, MPEG-2 και MPEG-4, που είναι επίσημα γνωστά σαν ISO/IEC-11172, ISO/IEC-13818 και ISO/IEC-14496 αντίστοιχα. Πιο αναλυτικά:

MPEG-1 Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s. Αναπτύχθηκε για την αποθήκευση και ανάκτηση κινούμενης εικόνας και ήχου σε ψηφιακά μέσα με ρυθμό μετάδοσης μέχρι 1,5 Mbits/sec. Η εικόνα έχει ανάλυση 352x240 pixels (NTSC) ή 352x288 pixels (PAL) και η ποιότητά της είναι σε επίπεδα VHS video. Χρησιμοποιείται κυρίως για την αποθήκευση video σε CD-ROM, Video-CD και CD-i και όπου αλλού χρειάζεται μικρό (σε σχέση με το MPEG-2) bandwidth. Το MPEG-1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές με ρυθμό μετάδοσης 4-5 Mbits/sec, αλλά τα αποτελέσματα δεν είναι πολύ καλά.

MPEG-2 Generic coding of moving pictures and associated audio information. Αναπτύχθηκε για εφαρμογή στην ψηφιακή τηλεόραση. Η βασική ανάλυση της εικόνας ακολουθεί το τηλεοπτικό πρότυπο CCIR-601 (broadcast quality - ποιότητα εκπομπής) δηλαδή 704x480 pixels (NTSC) ή 704x576 pixels (PAL) και υποστηρίζει εικόνα πλεκτηής σάρωσης (interlaced). Ο ρυθμός μετάδοσης κυμαίνεται από 3 ως 10 Mbits/sec. Οι εφαρμογές του είναι στην καλωδιακή (CableTV), τη δορυφορική (Direct Broadcasting Satellite TV) και την επίγεια τηλεόραση. Επίσης χρησιμοποιείται στην αποθήκευση κινηματογραφικών ταινιών στα DVD (Digital Video Disk).

MPEG-4 Coding of audio-visual objects. Ο όρος audio-visual objects είναι γενικός και σημαίνει διάφορες οντότητες που απαρτίζουν την εικόνα και οι οποίες μπορούν κωδικοποιητής και αποκωδικοποιητής να χειρισθούν αυτόνομα και ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες. Με τον όρο οντότητες πάλι εννοούμε σχήματα και ήχους, φυσικούς ή παραγόμενους από υπολογιστή, που χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν άλλα ομοειδή αντικείμενα. Είναι ένα πρότυπο για εφαρμογές επικοινωνίας πολυμέσων, δηλαδή εφαρμογές όπως video-phone, video-conference, video e-mail, electronic news και πολλές άλλες. Η ανάλυση της εικόνας είναι 176x144 pixels σε σχετικά χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης που κυμαίνονται ανάμεσα στα 4.8 και 64 Kbits/sec, κατάλληλα δηλαδή για μετάδοση σε δίκτυα με μικρό διαθέσιμο bandwidth ανά συνδρομητή, όπως το Internet.

Επίσης υπάρχει στα σχέδια και το MPEG-7 που είναι ένα πρότυπο κωδικοποίησης με αναπαράσταση περιεχομένου, για την αναζήτηση πληροφοριών σε εφαρμογές πολυμέσων.

Να σημειωθεί ότι οι αναλύσεις της εικόνας που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν είναι περιοριστικές, αλλά αναφέρονται στους περιορισμούς που έχουν τεθεί για να κρατηθούν σε λογικά επίπεδα η πολυπλοκότητα των κωδικοποιητών/αποκωδικοποιητών και ο όγκος δεδομένων. Ο περιορισμός αυτός ονομάζεται CPB (Constrained Parameters Bitstream) και ορίζει τις διαστάσεις που πρέπει να έχουν τα MPEG σήματα, κάτι σαν πρότυπη φόρμα. Παρόλα αυτά μπορεί να γίνει κωδικοποίηση και σε υψηλότερες αναλύσεις απλώς δεν

υπάρχει εγγύηση ότι θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με όλους τους διαθέσιμους αποκωδικοποιητές, άσχετα αν ακολουθούν τους κανόνες του MPEG. Έτσι το MPEG-2 π.χ. μπορεί να φτάσει ανάλυση (resolution) 1920x1080 και το MPEG-1 4095x4095. Επίσης το γεγονός ότι τα σήματα MPEG εμφανίζονται σε δύο διαφορετικές αναλύσεις (διαστάσεις) εικόνας οφείλεται στην ύπαρξη δύο συστημάτων για το αναλογικό σήμα, τα PAL και NTSC, με δειγματοληψία των οποίων προκύπτουν τα σήματα MPEG. Ακόμα δεν έχει γίνει σημαντική πρόοδος στην κατεύθυνση της δημιουργίας πηγών (κάμερες κτλ.) που θα παράγουν σήμα MPEG απευθείας.

Τα τελευταία στάδια του MPEG είναι ακόμα υπό ανάπτυξη και δεν έχουν γίνει ακόμα standards (το MPEG-4 γίνεται τώρα πρότυπο και το MPEG-7 είναι ακόμα στα προκαταρκτικά σχέδια) ενώ τα MPEG-1 και MPEG-2 έχουν τεθεί ήδη σε εκτεταμένη εφαρμογή. Σε γενικές γραμμές το MPEG-1 έχει αντικατασταθεί από το MPEG-2 το οποίο είναι μια βελτίωση του, που προσφέρει καλύτερη εικόνα και λόγους συμπίεσης και είναι συμβατό με το MPEG-1 (backwards compatible). Αυτό σημαίνει ότι συσκευές MPEG-2 μπορούν να χειριστούν σήματα συμπιεσμένα με MPEG-1 (αλλά όχι το αντίστροφο).

Γενικές αρχές της συμπίεσης video

Ποιοτική ανοχή

Σε αντίθεση με την αντίληψη ότι η ψηφιακή μετάδοση θα πρέπει να έχει το εύρος ζώνης που χρειάζεται για να μεταδώσει και το πιο απαιτητικό πλαίσιο (frame) μιας σειράς κινούμενων εικόνων, ακόμα και αν αυτό παρουσιάζεται με συχνότητα 1%, τώρα πια κάτω από την εμπορική πίεση που υπάρχει (λόγοι κόστους) θεωρείται λογικό να δεχόμαστε κάποιο ποσοστό παραμόρφωσης σε τέτοιες σπάνιες σκηνές, με αντάλλαγμα να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα bit που εξοικονομούμε για την αναβάθμιση του μέσου όρου ανάλυσης του συνόλου των σκηνών. Έτσι σε αντίθεση με την ηχογράφηση ήχου σε CD, που γίνεται χωρίς καμία συμπίεση, στη συμπίεση video αναζητείται μία χρυσή τομή (sweet spot) ανάμεσα στην ποιότητα και το bandwidth που πολλές φορές βασίζεται σε υποκειμενικές μετρήσεις που γίνονται σε άτομα που θεωρούνται ικανά “δείγματα” πάνω στην εκτίμηση της εικόνα και του ήχου λόγω επαγγελματικής εμπειρίας. Αν η εμπειρία τους δεν τους επιτρέπει να αντιληφθούν σημαντικές διαφορές στην ποιότητα του κωδικοποιημένου ήχου από τον αρχικό και συγχρόνως θεωρούν ανεκτές τις ατέλειες (artifacts) της εικόνας μετά από κάποιο ποσοστό συμπίεσης, η μέθοδος και το ποσοστό αυτό θεωρούνται αποδεκτά και τυποποιούνται. Να σημειωθεί εδώ ότι ενώ ο ήχος προσφέρεται για μεγάλα ποσοστά συμπίεσης χωρίς να μπορεί να γίνει αισθητή υποβάθμιση στην ποιότητά του, στον τομέα της

εικόνας τα πράγματα είναι λίγο πιο δύσκολα και οι όποιες ατέλειες είναι ορατές, απλά γίνεται προσπάθεια να μην γίνονται ενοχλητικές για το θεατή.

Πλεονασμός (Redundancy)

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζονται όλες οι μέθοδοι ψηφιακής συμπίεσης είναι το γεγονός ότι το σήμα εμπεριέχει ένα ποσοστό πλεονασμού. Με τον όρο αυτό εννοούμε την πληροφορία που είτε μπορεί να παραληφθεί, είτε να κωδικοποιηθεί με λιγότερη ακρίβεια, χωρίς αυτό να έχει αξιοσημείωτη επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Υπάρχουν δύο είδη:

1. Στατικός πλεονασμός (Spatial Redundancy): Το επίπεδο του σήματος μπορεί σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή να υπολογιστεί από την προηγούμενη τιμή του, γιατί οι τιμές δειγμάτων της εικόνας σχετίζονται μεταξύ τους. Αυτό μπορούμε να το επαληθεύσουμε και εποπτικά π.χ. σε μία εικόνα του δελτίου ειδήσεων ένα μεγάλο κομμάτι της εικόνας (φόντο) παραμένει αμετάβλητο και μόνο το κομμάτι της εικόνας που καταλαμβάνει ο παρουσιαστής μεταβάλλεται ελαφρά. Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε ένα τμήμα της εικόνας από μία προηγούμενη και να προσθέσουμε απλά τις διαφορές που έχουν προκύψει χωρίς να χρειάζεται να κωδικοποιούμε σε κάθε πλαίσιο (frame) την πλεονάζουσα πληροφορία.

2. Υποκειμενικός Πλεονασμός (Temporal Redundancy): Ανάλογα με το περιεχόμενο της εικόνας το ανθρώπινο μάτι μπορεί να ανεχτεί ένα ποσοστό παραμόρφωσης ή αλλοίωσης ορισμένων παραμέτρων της εικόνας χωρίς αυτό να γίνει αντιληπτό. Είναι γνωστό ότι η ανθρώπινη όραση είναι πιο ευαίσθητη στη φωτεινότητα της εικόνας παρά στα χρώματα. Αντίστοιχες ιδιότητες έχει και η ακοή. Άρα μπορούμε να αφιερώσουμε λιγότερο από το διαθέσιμο bandwidth στην περιγραφή των χρωμάτων και γενικά της πλεονάζουσας πληροφορίας και αυτό να περάσει απαρατήρητο στο θεατή. Ο υποκειμενικός πλεονασμός και οι ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης όρασης έχουν αξιοποιηθεί εδώ και δεκαετίες στην αναλογική τεχνολογία της τηλεόρασης, αλλά τώρα βρίσκουν εφαρμογή και στις ψηφιακές τεχνικές μετάδοσης.

DCT Coding (Discrete Cosine Transform Coding)

Ο Διακριτός Συννημιτονικός Μετασχηματισμός είναι μία μέθοδος που βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην ψηφιακή συμπίεση γενικά και στο MPEG ειδικότερα. Με το μετασχηματισμό DCT μπορούμε να μεταφέρουμε την πληροφορία που περικλείει η εικόνα

από το πεδίο του χώρου στο πεδίο της συχνότητας (αφηρημένο πεδίο), όπου η περιγραφή της μπορεί να γίνει με σημαντικά λιγότερα bits, για διάφορους λόγους.

Ο μετασχηματισμός DCT ορίζεται ως εξής :

Για κάθε pixel (x,y) εφαρμόζοντας τον τύπο :

$$DCT(i,j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \text{pixel}(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right]$$

όπου $C(x) = 0.7071$, $x = 0$

$1, x > 0$

παίρνουμε την τιμή $DCT(i,j)$ που είναι η τιμή του συντελεστή του μετασχηματισμού στο πεδίο της συχνότητας. Έτσι αντιστοιχίζουμε τις τιμές των pixels στις αντίστοιχες τιμές συντελεστών.

Οι συντελεστές αυτοί μεταφέρουν ο καθένας ένα κομμάτι της αρχικής πληροφορίας (αυτό που αντιστοιχεί στο κομμάτι του φάσματος που περιγράφει). Επειδή όμως έχει παρατηρηθεί ότι η ανθρώπινη όραση αντιλαμβάνεται πολύ περισσότερο τα φαινόμενα που σχετίζονται με χαμηλές συχνότητες (π.χ χρώματα με μικρότερα μήκη κύματος), ενώ δείχνει κάποια ανοσία σε υψίσυχνες περιοχές του σήματος (π.χ. ακμές εικόνας), οι συντελεστές του μετασχηματισμού που αντιστοιχούν σε χαμηλές συχνότητες έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα από αυτούς που περιγράφουν τις υψηλές συχνότητες και για το λόγο αυτό οι πρώτοι περιγράφονται με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια..

Κατά την αναπαραγωγή γίνεται η αντίστροφη διαδικασία με τη βοήθεια του μετασχηματισμού IDCT (Inverse Discrete Cosine Transform - Αντίστροφος Διακριτός Σημιτονικός Μετασχηματισμός) , που περιγράφεται από τον τύπο:

$$\text{Pixel}(x,y) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(i)C(j) DCT(i,j) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right]$$

Το αποτέλεσμα είναι να πάρουμε πίσω σχεδόν ανέπαφη την αρχική πληροφορία

Κβαντοποίηση (Quantization)

Η μέθοδος αυτή μας βοηθάει να απαλλαγούμε από σημαντικό μέρος της πληροφορίας. Με τον όρο κβαντοποίηση γενικά εννοούμε τη μετατροπή ενός σήματος άπειρων (η πάρα πολλών) τιμών σε ένα σήμα ορισμένων διακριτών τιμών π.χ. η

κβαντοποίηση μιας εικόνας που περιέχει εκατομμύρια χρώματα οδηγεί σε μία εικόνα που έχει 256 διαφορετικές τιμές για το χρώμα (πρότυπο JPEG). Με άλλα λόγια κβαντοποίηση είναι ο περιορισμός των bits με τα οποία περιγράφουμε τα δείγματα του σήματος (προφανώς το 256 έχει πολύ λιγότερα bits από τους τεράστιους αριθμούς με τους οποίους έπρεπε να περιγράψουμε τα δείγματά μας αν δεν γινόταν κβαντοποίηση).

Ένα παράδειγμα (με πιο «διαισθητικά» νούμερα) είναι το παρακάτω που δείχνει ταυτόχρονα με τη μεγάλη οικονομία που γίνεται και την εισαγωγή σημαντικών σφαλμάτων (για τον περιορισμό των οποίων επιστρατεύονται άλλες μέθοδοι).

Ο αριθμός 45 είναι 101101 έχει δηλαδή 6 bits, με 4 bits γίνεται $1011 = 11$ και με 3 bits γίνεται $101 = 5$ κτλ.

Δηλαδή αν είχαμε διαλέξει να περιγράψουμε το σήμα με 3 bits, τιμές όπως το 45 και το 11 θα έπαιρναν την τιμή 101 (=5). Είναι προφανές ότι η κβαντοποίηση εισάγει σφάλμα ανάλογο με τον αριθμό των bits που απορρίπτονται και κατά συνέπεια ευθύνεται στο μεγαλύτερο βαθμό για την απώλεια πληροφορίας κατά τη συμπίεση (lossy compression) σε αντίθεση με το μετασχηματισμό DCT που είναι μία αντιστρεπτή διαδικασία.

Για να περιγράψουμε όσο περισσότερες από τις τιμές του σήματος γίνεται με δοσμένο αριθμό bits, διαιρούμε τις τιμές των δειγμάτων είτε με σταθερές τιμές (uniform quantization) είτε με πίνακες κβαντοποίησης (quantization tables). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, δηλαδή στο πρότυπο MPEG χρησιμοποιείται η δεύτερη μέθοδος και μάλιστα υπάρχει ένας πίνακας για τα πλαίσια που έχουν κωδικοποιηθεί με ενδοπλαισιακή (intra-frame coding) και ένας για αυτά με δια-πλαισιακή (inter-frame coding).

Τμηματική Πρόβλεψη Κίνησης (Block Motion Compensation)

Ένας τρόπος με τον οποίο μπορούμε να περιγράψουμε πιο αποτελεσματικά εικόνες με κίνηση είναι η τμηματική πρόβλεψη κίνησης. Με τη βοήθεια αυτής της μεθόδου μπορούμε να εκτελέσουμε τη δια-πλαισιακή κωδικοποίηση και να περιγράψουμε την αλληλουχία εικόνων ως σειρά ομοιοτήτων και διαφορών. Για παράδειγμα έχουμε μία σκακιέρα σε δύο φάσεις που διαφέρουν μεταξύ τους στο ότι κάποια πιόνια έχουν μετακινηθεί.

Εναλλακτικά με το να κωδικοποιήσουμε ανεξάρτητα τα δύο πλαίσια μπορούμε να περιγράψουμε τη δεύτερη εικόνα με το να τη χωρίσουμε σε ίσα τμήματα και να φτιάξουμε ένα πίνακα που να περιέχει τμήματα που έχουν μείνει ίδια και διανύσματα που να δείχνουν τη νέα θέση των τμημάτων που άλλαξαν θέση. Έτσι αν έχουμε ήδη αποστείλει την πρώτη

εικόνα μπορούμε να στείλουμε τη δεύτερη σαν ένα πίνακα 20 διανυσμάτων και ορισμένων σταθερών τμημάτων, που προφανώς έχει πολύ μικρότερο μέγεθος.

Το παραπάνω είναι μία καλή προσέγγιση της μεθόδου, αλλά στην πραγματικότητα οι εικόνες δε θα είναι τόσο όμοιες μεταξύ τους όσο η σκακιέρα. Θα έχουν κάποια κοινά τμήματα που αλλάζουν θέση από πλαίσιο σε πλαίσιο, θα υπάρχουν και τμήματα που αλλάζουν θέση διατηρώντας το σχήμα τους αλλά μεταβάλλεται το χρώμα τους, καθώς και άλλα που δεν υπάρχουν σε προηγούμενο πλαίσιο και εμφανίζονται σε κάποιο πρώτη φορά. Για τις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιείται μία πιο βελτιωμένη εκδοχή της παραπάνω ιδέας.

Η σύνταξη του MPEG καθορίζει πώς θα αναπαρίσταται η πληροφορία για την κίνηση του κάθε macroblock, ότι θα γίνεται δηλαδή αυτή η αναπαράσταση με τη χρήση διανυσμάτων κίνησης, αλλά δεν καθορίζει πώς τα διανύσματα αυτά θα υπολογίζονται και για το λόγο αυτό εμφανίζονται διάφορες υλοποιήσεις της μεθόδου εύρεσης των διανυσμάτων κίνησης που στηρίζονται όλες στην ελαχιστοποίηση μίας συνάρτησης που υπολογίζει την ταύτιση του τρέχοντος με το macroblock αναφοράς.

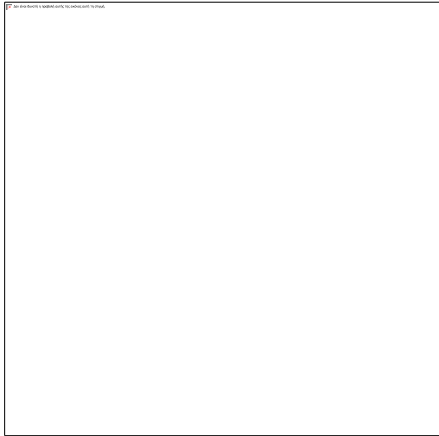
Αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε συνάρτηση σφάλματος που υπάρχει, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη συνάρτηση είναι η Απόλυτη Διαφορά (AE - Absolute Error) η οποία δίνεται από τον παρακάτω τύπο :

$$A E (d_x, d_y) = \sum_{i=0}^{15} \sum_{j=0}^{15} |f(i, j) - g(i - d_x, j - d_y)|$$

Στην παραπάνω εξίσωση το $f(i,j)$ και $g(i,j)$ αντιπροσωπεύουν τις συντεταγμένες των pixels στο τρέχον και το macroblock αναφοράς αντίστοιχα. Το macroblock αναφοράς που καθορίζεται από το διάνυσμα (d_x, d_y) αντιπροσωπεύει την περιοχή αναζήτησης. Το macroblock που παράγει το μικρότερο σφάλμα αντιστοιχεί στην τιμή του διανύσματος που ψάχνουμε.

Η πιο απλή διορατικά αλλά και η πιο πολύπλοκη από πλευράς υπολογιστικής πολυπλοκότητας είναι η πλήρης αναζήτηση (full search) η οποία καλύπτει κάθε pixel στην περιοχή αναζήτησης.

Για να μειωθεί η υπολογιστική πολυπλοκότητα έχει επινοηθεί η μέθοδος αναζήτησης τριών βημάτων (TSS - Three Step Search). Ο αλγόριθμος υπολογίζει την απόλυτη διαφορά στο κέντρο και σε οχτώ περιοχές της περιοχής αναζήτησης που είναι 32x32 pixels. Η περιοχή που θα έχει τη μικρότερη απόλυτη διαφορά γίνεται το κέντρο για την επόμενη αναζήτηση, η οποία έτσι έχει το μισό μέγεθος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται τρεις



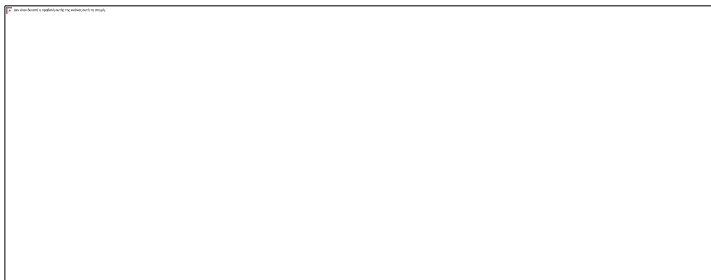
φορές, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (η περιοχή του κάθε βήματος περικλείεται από σημεία που φέρουν την αντίστοιχη αρίθμηση).

Motion Compensation με χρήση του Three Step Search

Ανατομία του σήματος MPEG

Ένα σήμα κωδικοποιημένο με MPEG αποτελείται από τρία επίπεδα: system, video και audio, όπως φαίνεται παρακάτω :

Το επίπεδο system περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το συγχρονισμό, ελέγχει τη ροή του σήματος για να μην παρατηρείται έλλειψη ή πλεονασμός δεδομένων, παρέχει πληροφορίες για σημεία αναφοράς που διευκολύνουν την τυχαία προσπέλαση (random access) και τέλος περιέχει πληροφορίες για το διαχωρισμό του video από το audio και για



την συγχρονισμένη απεικόνισή τους.

Τα επίπεδα video και audio περιέχουν κωδικοποιημένη την εικόνα και τον ήχο αντίστοιχα. Η κωδικοποίηση αυτών των επιπέδων μπορεί να έχει γίνει ταυτόχρονα ή

ξεχωριστά. Σε κάθε περίπτωση, τα δεδομένα των τριών επιπέδων συνενώνονται σε ένα ενιαίο σήμα (bit-stream) μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται πολυπλεξία (multiplexing ή muxing). Η αντίστροφη διαδικασία ονομάζεται demultiplexing (ή demuxing). Μερικά συστήματα κάνουν την πολυπλεξία σε πραγματικό χρόνο (real-time) και άλλα όχι.

Η διαδικασία της κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης του MPEG γίνεται με hardware ή με software. Η λύση του software είναι πιο φθηνή, αλλά έχει μειονέκτημα στον τομέα της ποιότητας της εικόνας και απαιτεί αρκετά ισχυρούς υπολογιστές για να λειτουργήσει. Η λύση του hardware είναι ακριβότερη, βασίζεται σε υλοποιήσεις των διαφόρων μεθόδων με ολοκληρωμένα VLSI και παράγει αυτόνομα συστήματα (κωδικοποιητές ή αποκωδικοποιητές) που δε χρειάζονται υπολογιστή για να λειτουργήσουν, ενώ ταυτόχρονα έχουν πολύ καλή ποιότητα εικόνας.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι οι περισσότερες μέθοδοι κωδικοποίησης video όπως Cinepak, Indeo, Motion-JPEG, στηρίζονται στις μεθόδους συμπίεσης ακίνητης εικόνας JPEG αντιμετωπίζοντας την κινούμενη εικόνα ως μια σειρά διαδοχικών ακίνητων εικόνων. Η μέθοδος MPEG αν και δανείζεται σε μεγάλο βαθμό τις βασικές αρχές του JPEG επεκτείνει την προσέγγιση αυτή και περιγράφει την παράμετρο της κίνησης με ένα πιο λεπτομερή και αποτελεσματικό τρόπο από τις άλλες μεθόδους, με ευεργετικά αποτελέσματα από πλευράς ποσοστού συμπίεσης. Προκειμένου να γίνει η επεξεργασία της εικόνας και η διαδικασία πρόβλεψης της κίνησης, το κάθε πλαίσιο της εικόνας χωρίζεται σε τμήματα που ονομάζονται slices. Τα slices περιέχουν μία σειρά macroblocks, τα οποία όπως φανερώνει και το όνομά τους περιέχουν μία σειρά από blocks. Τα blocks είναι τμήματα της εικόνας διαστάσεων 8x8.

Ο ρόλος των slices είναι να περιορίσουν τη διάδοση των λαθών. Αν ένα slice ληφθεί με λάθος, παραλείπεται χωρίς να χάνουμε όλη την εικόνα. Γενικά τα slices βοηθούν στην απόκρυψη των σφαλμάτων (error concealment). Το κάθε macroblock περιέχει ένα πίνακα με πληροφορίες φωτεινότητας (16x16) και δύο πίνακες του μισού μεγέθους (8x8) για το χρώμα.

Είδη πλαισίων (frames)

Ενδο-πλαισιακή
Κωδικοποίηση (Intra-frame
Coding):

Δύο βασικές προσεγγίσεις στην κωδικοποίηση της κινούμενης εικόνας είναι οι παρακάτω. Η πρώτη είναι βασισμένη στη μέθοδο συμπίεσης ακίνητης εικόνας JPEG και η δεύτερη στην τμηματική πρόβλεψη κίνησης (block motion compensation) :

Δια-πλαισιακή
Κωδικοποίηση (Inter-frame
Coding):

Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση η κάθε εικόνα (frame) αντιμετωπίζεται σαν αυτόνομη μονάδα και κωδικοποιείται ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες, οπότε το τελικό σήμα είναι μία σειρά από διακριτές ακίνητες εικόνες.

Λαμβάνονται κατά την κωδικοποίηση υπ' όψη οι πιθανές ομοιότητες μεταξύ των πλαισίων και κωδικοποιείται η διαφορά τους με χρήση του block motion compensation. Έτσι, στο τελικό σήμα υπάρχει μία εξάρτηση μεταξύ των πλαισίων, αφού για να αποκωδικοποιηθεί κάποιο πιθανώς να πρέπει να ληφθούν πληροφορίες και από κάποιο άλλο (προηγούμενο ή επόμενο). Γίνεται έτσι πολύ μεγαλύτερη συμπίεση, αφού μόνο οι διαφορές μεταξύ των πλαισίων κωδικοποιούνται.

Σε ένα σήμα (bit-stream) MPEG υπάρχουν τριών ειδών πλαίσια :

I (Intra frames) : Το είδος αυτό των πλαισίων κάνει χρήση του intra frame-coding. Τα πλαίσια **τύπου I** είναι τα μόνα που είναι κωδικοποιημένα στο σύνολό τους και η αποκωδικοποίηση μπορεί να γίνει χωρίς αναφορά σε κάποιο άλλο. Είναι κατά συνέπεια τα μεγαλύτερα σε μήκος και αποτελούν σημεία αναφοράς κατά την τυχαία προσπέλαση ενός σήματος. Επειδή η παρουσία τους είναι απαραίτητη ως σημείο χρονικής αναφοράς και για να αποφευχθεί η διάδοση των σφαλμάτων που δημιουργούν τα P πλαίσια, επιβάλλεται να μεταδίδονται ανά τακτά χρονικά πλαίσια. Έτσι, υπάρχει ένα I πλαίσιο τουλάχιστον κάθε 15 πλαίσια (δηλαδή δύο φορές το δευτερόλεπτο αν η συχνότητα είναι 30 Hz).

P (Predicted frames) : Τα πλαίσια **τύπου P** είναι βασισμένα σε ένα προηγούμενο I ή P πλαίσιο. Με τη βοήθεια του motion compensation προβλέπουν τη νέα θέση όποιων macroblocks έχουν απλά μετακινηθεί και κωδικοποιούν τον αριθμό του macroblock και ένα διάνυσμα κίνησης. Με τη σειρά τους μπορούν να αποτελέσουν και αυτά σημείο αναφοράς για επόμενα πλαίσια και αυτός είναι και ο λόγος που συμβάλλουν στην εισαγωγή και διάδοση σφαλμάτων, αφού η διαδικασία της πρόβλεψης κίνησης δεν μπορεί να είναι 100% ακριβής. Δεν έχουν το μέγεθος των I πλαισίων γιατί δεν έχουν περιγραφεί με την ίδια ακρίβεια, δηλαδή παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό συμπίεσης. Η διαδικασία λοιπόν της κωδικοποίησης τους είναι: σύγκριση macroblocks και δημιουργία ενός γραμμικού συνδυασμού αυτών που παρουσιάζουν σημαντική ομοιότητα, δημιουργία motion vector, μετασχηματισμός DCT σε κάθε block του νέου macroblock, Κβαντοποίηση, Run-Lenght-Encoding και το αποτέλεσμα κωδικοποιείται με κωδικοποίηση Huffman, όπως και στα I πλαίσια.

B (Bi-directional frames): Τα πλαίσια **τύπου B** είναι πλαίσια που δημιουργούνται λαμβάνοντας το μέσο όρο σε επίπεδο macroblock ενός προηγούμενου και ενός επόμενου πλαισίου I και P (ένα από το κάθε είδος). Δε συντελούν τόσο πολύ στη διάδοση των σφαλμάτων, γιατί δε χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς και επιπλέον μειώνουν σημαντικά το σφάλμα παίρνοντας το μέσο όρο από δύο πλαίσια. Μπορούμε να πούμε ότι ο 'κύκλος της ζωής' τους περιορίζεται μόνο σε αυτά και δεν επεκτείνεται με το να κληροδοτούν πληροφορίες σε άλλα πλαίσια, κάτι που πολλές φορές σε συνδυασμό και με την υπολογιστική πολυπλοκότητα που απαιτούν για την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση τα κάνει μη επιθυμητά από τους κατασκευαστές. Η διαδικασία της κωδικοποίησης περιλαμβάνει συνδυασμό των αντίστοιχων macroblocks που παρουσιάζουν μικρές διαφορές με τα αντίστοιχα των πλαισίων αναφοράς (προηγούμενο και επόμενο) δηλαδή αφαίρεση του μέσου όρου των άλλων δύο από το τρέχον πλαίσιο, συνδυασμό των

διανυσμάτων κίνησης των πλαισίων αναφοράς (που συνδυάζονται όπως και τα αντίστοιχα macroblocks, δηλαδή λαμβάνεται ο μέσος όρος τους) και στη συνέχεια την ίδια διαδικασία με τα I και P πλαίσια για την κωδικοποίηση του macroblock που προκύπτει.

Ο κύριος λόγος ύπαρξης των B-πλασίων είναι η κάλυψη της περίπτωσης κάποιες πληροφορίες της εικόνας να υπάρχουν σε επόμενα πλαίσια και να μην υπάρχουν στα προηγούμενα. Συνεπώς η πρόβλεψή τους με τα P πλαίσια θα ήταν αδύνατη. Σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε μία πόρτα που ανοίγει ξαφνικά. Η πληροφορία για το τι βρίσκεται πίσω από την πόρτα υπάρχει στα επόμενα πλαίσια και όχι στα προηγούμενα και για να εμφανιστεί και στο τρέχον πλαίσιο πρέπει να ληφθούν σαν σημεία αναφοράς και το προηγούμενο και το επόμενο.

Αφού τα πλαίσια P κατασκευάζονται με βάση τα I, και τα B με βάση τα I και P είναι προφανές ότι τα I πρέπει να έχουν σταλεί πριν τα αντίστοιχα P. Επίσης και τα P αλλά και τα I πρέπει να έχουν σταλεί πριν από τα αντίστοιχα B, παρόλο που στη μετάδοση αυτά παρεμβάλλονται ανάμεσά τους. Η συνηθέστερη διάταξη των πλαισίων σε ένα σήμα MPEG είναι η παρακάτω. Πολλές φορές παρεμβάλλονται περισσότερα B πλαίσια και τα I πλαίσια απέχουν περισσότερο μεταξύ τους (αλλά αυτό υποβαθμίζει την ποιότητα της εικόνας).

Η μικρότερη μονάδα που μπορεί να αποκωδικοποιηθεί ανεξάρτητα ονομάζεται **GOP** (Group Of Pictures) και περιέχει όλα τα I,P,B πλαίσια που χρειάζονται για την αποκωδικοποίηση, χωρίς να γίνονται αναφορές σε άλλο GOP.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η αναλογία πλαισίων I,P,B σε ένα σήμα MPEG :

| Είδος εικόνας | Bit-rate | I | P | B | Μέσος όρος |
|---------------|-----------------|---------|---------|--------|------------|
| MPEG-1 | (1.15 Mbit/sec) | 150,000 | 50,000 | 20,000 | 38,000 |
| MPEG-2 | (4.00Mbit/sec) | 400,000 | 200,000 | 80,000 | 130,000 |

Οι μέθοδοι Run Length Encoding και Huffman

Οι δύο αυτές μέθοδοι δεν μεταβάλλουν τις τιμές των δειγμάτων (όπως ο DCT ή η κβαντοποίηση), αλλά χρησιμοποιούνται στο τελικό στάδιο της κωδικοποίησης, για να μειώσουν τον αριθμό bits που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοσή τους.

Η **Run-Length-Encoding** στηρίζεται στο γεγονός ότι υπάρχουν πολλά μηδενικά σε διαδοχικές θέσεις και ανάμεσά τους κάποιες μη μηδενικές τιμές. Έτσι χρησιμοποιώντας κάποια σύμβολα (flags) που δείχνουν ότι αυτό που τα ακολουθεί δεν είναι διακριτή τιμή του σήματος αλλά ομάδα τιμών, ομαδοποιούν τα μηδενικά και τα μεταδίδουν ως έναν αριθμό (πλήθος μηδενικών). Έτσι σχηματίζονται ζευγάρια τιμών που ο πρώτος δείχνει το πλάτος μιας μη μηδενικής συνιστώσας και ο δεύτερος των αριθμό μηδενικών που ακολουθεί μέχρι την επόμενη, γλυτώνοντας έτσι πολλά bits.

Η **Huffman** είναι μια μέθοδος που αντιστοιχίζει σε συχνότερα εμφανιζόμενες τιμές μία συμβολική τιμή που είναι μικρή (έχει όσο το δυνατόν λιγότερα bits). Ταυτόχρονα δημιουργεί και ένα «λεξικό» (έναν πίνακα) που δείχνει αυτή την αντιστοίχιση και προσθέτει και το λεξικό αυτό στο σήμα για να χρησιμοποιηθεί από τον αποκωδικοποιητή. Έτσι τιμές που εμφανίζονται συχνά και έχουν μεγάλο αριθμό bits περιγράφονται με άλλες που έχουν μικρότερο, άρα πάλι έχουμε οικονομία σε bits.

Προσαρμοστική Κωδικοποίηση (Adaptive coding)

Γνωρίζουμε ότι υπάρχουν δύο είδη κωδικοποίησης (inter-frame και intra-frame με motion compensation) και ότι επιβάλλεται η μετάδοση ενός I πλαισίου κάθε 15 πλαίσια. Πέρα από αυτό όμως οι απαιτήσεις της εικόνας μπορεί να απαιτούν περισσότερα ή ακόμα και λιγότερα, δηλαδή μπορεί η εικόνα να περιλαμβάνει γρήγορες αλλαγές σκηνικών και χρωμάτων ή το αντίθετο. Στην πρώτη περίπτωση μπορεί να απαιτηθούν περισσότερα intra-frame πλαίσια και στη δεύτερη για λόγους οικονομίας, λιγότερα.

Έτσι σε πολλές περιπτώσεις (πιο πολύπλοκες υλοποιήσεις) ο κωδικοποιητής μπορεί να επιλέξει το είδος κωδικοποίησης ανάλογα με της ανάγκες της εικόνας. Δηλαδή οι δύο τρόποι κωδικοποίησης χρησιμοποιούνται περιοδικά για να «φιλτράρουν» την εικόνα από αυξημένες παραμορφώσεις, ή στην αντίθετη περίπτωση να ελαττώσουν το ρυθμό μετάδοσης. Αυτός είναι και ο λόγος που στο MPEG-2 εμφανίζεται μεταβαλλόμενο ρυθμός μετάδοσης.

Διαδικασία Κωδικοποίησης

Ας δούμε με ένα παράδειγμα την όλη διαδικασία της κωδικοποίησης, όπως εφαρμόζεται στους πίνακες των macroblocks. Η διαδικασία της πρόβλεψης κίνησης θεωρείται ότι έχει εξεταστεί παραπάνω και δεν περιλαμβάνεται στο παράδειγμα. Η

διαδικασία αφορά ένα πλαίσιο που κωδικοποιείται με κωδικοποίηση μετασχηματισμού DCT (και όχι με motion compensation) δηλαδή ένα **I πλαίσιο**.

Έστω ότι έχουμε ένα τέτοιο πλαίσιο, ένα block του οποίου είναι το παρακάτω. Τα νούμερα του αρχικού πίνακα είναι τυχαία και δεν αντιστοιχούν σε κάποια πραγματική εικόνα. Δείχνουν απλώς την επίδραση που έχουν πάνω σε ένα πίνακα οι διαδικασίες του μετασχηματισμού DCT και της Κβαντοποίησης.

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 131 | 134 | 139 | 143 | 144 | 144 | 144 | 144 |
| 134 | 141 | 143 | 146 | 149 | 146 | 146 | 146 |
| 143 | 145 | 150 | 153 | 148 | 146 | 146 | 146 |
| 148 | 151 | 152 | 151 | 150 | 148 | 148 | 148 |
| 150 | 150 | 151 | 152 | 152 | 145 | 145 | 145 |
| 152 | 151 | 151 | 151 | 150 | 147 | 146 | 145 |
| 151 | 152 | 153 | 153 | 151 | 148 | 147 | 147 |
| 151 | 152 | 153 | 153 | 151 | 149 | 149 | 148 |

Πίνακας 1 Τυχαίο αρχικό μπλοκ pixels 8x8.

Το παραπάνω block μετά από εφαρμογή του μετασχηματισμού DCT μετασχηματίζεται όπως παρακάτω. Καθώς κινούμαστε προς τα δεξιά αυξάνει η οριζόντια ανάλυση και προς τα κάτω η κάθετη. Η τιμή που βρίσκεται στη θέση (0,0) ονομάζεται συντελεστής DC ενώ οι υπόλοιποι ονομάζονται συντελεστές AC. Ο συντελεστής DC δηλαδή ορίζεται σαν αυτός που η συχνότητά του είναι μηδέν και στις δύο κατευθύνσεις, ενώ AC είναι ένας συντελεστής του οποίου η συχνότητα είναι διάφορη του μηδενός σε τουλάχιστον μία διεύθυνση.

Το μεγαλύτερο μέρος της πληροφορίας περιέχεται στο συντελεστή DC (η τιμή του είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο του μέσου όρου των υπολοίπων). Ο συντελεστής αυτός δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να παραλειφθεί, σε αντίθεση με τους συντελεστές AC της κάτω δεξιά περιοχής που αντιστοιχούν σε υψηλές συχνότητες και στο τέλος της κωδικοποίησης έχουν πάρει σχεδόν όλοι την τιμή μηδέν.

Ο πίνακας που ακολουθεί είναι το αποτέλεσμα του μετασχηματισμού DCT του προηγούμενου :

| | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 294,94 | 0,32 | -3,08 | -1,37 | 0,44 | -0,02 | -0,42 | 0,19 |
| -5,81 | -4,07 | -1,19 | -0,41 | -0,15 | -0,15 | -0,08 | -0,11 |

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| -2,62 | -2,40 | -0,34 | 0,09 | -0,29 | 0,01 | 0,06 | -0,17 |
| -2,06 | -0,19 | 0,10 | 0,65 | 0,31 | -0,17 | 0,00 | 0,21 |
| -0,25 | -0,20 | 0,28 | 0,11 | 0,00 | -0,01 | 0,02 | 0,16 |
| -0,26 | 0,13 | 0,32 | -0,20 | -0,21 | 0,31 | 0,33 | -0,22 |
| -0,27 | 0,35 | 0,12 | -0,00 | -0,12 | 0,66 | 0,28 | -0,19 |
| -0,31 | 0,36 | -0,50 | -0,32 | -0,52 | 0,37 | 0,07 | -0,01 |

Πίνακας 2 Το ίδιο μπλοκ μετά από εφαρμογή DCT.

Στο επόμενο στάδιο εφαρμόζεται κβαντοποίηση και ποσοστοποίηση (thresholding) των τιμών δηλαδή απορρίπτονται αυτές που είναι κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο (και αντικαθιστούνται με μηδενικά). Η διαδικασία αυτή βασίζεται αφ' ενός στο ότι οι χαμηλότερες τιμές εμφανίζονται σε περιοχές που δεν είναι τόσο κρίσιμες από πλευράς αντίληψης των αλλοιώσεων που δημιουργούνται, αλλά και στο ότι τα πολλά μηδενικά και μάλιστα σε διαδοχικές θέσεις είναι πολύ εύκολο να κωδικοποιηθούν με ελάχιστα bits με τη μέθοδο Run-Length encoding. Ο προηγούμενος πίνακας μετά από ποσοστοποίηση, ακολουθεί παρακάτω :

| | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 294,94 | 0,00 | -3,08 | -1,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -5,81 | -4,07 | -1,19 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -2,62 | -2,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -2,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Πίνακας 3 Το προηγούμενο μπλοκ μετά από εφαρμογή ποσοστοποίησης (thresholding).

Σειρά έχει η κβαντοποίηση. Η κβαντοποίηση στις περισσότερες υλοποιήσεις είναι αφ' ενός ποικίλη (χρησιμοποιείται διαφορετικός νόμος κβαντοποίησης) αλλά και ρυθμιζόμενη δηλαδή είναι ρυθμιζόμενη η τιμή του κβαντιστή με αντίστοιχη επίδραση στην τελική ποιότητα και το ρυθμό μετάδοσης, δύο μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα ο νόμος κβαντοποίησης που έχει χρησιμοποιηθεί για λόγους απλότητας είναι η στρογγυλοποίηση των αριθμών, που μειώνει σημαντικά τον αριθμό bits, αλλά μπορεί να να

εφαρμοστεί και άλλη κβαντοποίηση π.χ. τιμές που διαφέρουν μόνο κατά 3 μεταξύ τους κτλ. (εξαρτάται από το hardware).

| | | | | | | | |
|-----|----|----|----|---|---|---|---|
| 295 | 0 | -3 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6 | -4 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -3 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Πίνακας 4 Κβαντοποίηση με μετατροπή σε ακέραιες τιμές.

Ακολουθεί η σάρωση σε σχήμα zig-zag. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη γιατί κάποια στιγμή όλα τα δεδομένα που περιέχονται στους πίνακες 2 διαστάσεων, αφού υποστούν επεξεργασία, πρέπει να μεταδοθούν από ένα σειριακό μέσο, άρα πρέπει να κωδικοποιηθούν σειριακά σε ένα σήμα. Το γιατί έχει επιλεγεί το συγκεκριμένο σχήμα σάρωσης (zig-zag από την πάνω δεξιά γωνία όπως στο πιο κάτω σχήμα) γίνεται προφανές από τον πίνακα 4 αν παρατηρήσει κανείς ότι οι τιμές που έχουν προκύψει έχουν μία διάταξη αυξανόμενου μεγέθους αν τις σαρώσουμε κατά αυτό τον τρόπο. Αυτό δεν είναι κάτι τυχαίο που προέκυψε για τις συγκεκριμένες τιμές του παραδείγματος αλλά είναι ιδιότητα του μετασχηματισμού. Η αποθήκευση των τιμών κατά αυτό τον τρόπο βοηθάει πολύ στα επόμενα στάδια της κωδικοποίησης Run-Length-Encoding και Huffman.

Κατά την αποκωδικοποίηση ακολουθούνται οι αντίστροφες διαδικασίες. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι πολύ κοντά στο αρχικό. Το πόσο κοντά εξαρτάται από τις παραδοχές που έχουμε κάνει στην κβαντοποίηση, την ποσοστοποίηση και κατ' επέκταση στο ρυθμό μετάδοσης που έχουμε χρησιμοποιήσει. Το block που χρησιμοποιήθηκε για παράδειγμα, αν ανακατασκευαστεί, θα παρουσιάζει την εξής εικόνα, για την οποία μπορούμε να επαληθεύσουμε ότι είναι πολύ κοντά στο αρχικό :

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 131 | 134 | 139 | 142 | 144 | 144 | 144 | 144 |
| 136 | 139 | 143 | 146 | 147 | 146 | 146 | 145 |
| 143 | 145 | 148 | 150 | 150 | 148 | 147 | 147 |
| 148 | 150 | 152 | 152 | 151 | 149 | 148 | 147 |

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 150 | 151 | 152 | 152 | 150 | 148 | 146 | 146 |
| 150 | 151 | 152 | 152 | 150 | 148 | 146 | 145 |
| 151 | 152 | 153 | 152 | 150 | 148 | 147 | 147 |
| 151 | 152 | 153 | 153 | 151 | 149 | 149 | 148 |

Πίνακας 5 Ανακατασκευή του αρχικού block μετά από αποκωδικοποίηση

Οι εφαρμογές στις οποίες απευθύνεται το MPEG-2 φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

| Επίπεδο | Μέγεθος Εικόνας | Pixels/sec (Mbits) | bit-rate | Εφαρμογές |
|------------|-----------------|--------------------|----------|------------------------------|
| Χαμηλή | 352 x 240 | 3 M | 4 | Κανονική τηλεοπτική ποιότητα |
| Κύρια | 720 x 480 | 10 M | 15 | Τηλεόραση (ποιότητα studio) |
| Υψηλή 1440 | 1440 x 1152 | 47 M | 60 | Τηλεόραση Υψηλής Ευκρίνειας |
| Υψηλή | 1920 x 1080 | 63 M | 80 | Παραγωγή Ταινιών |

Ιδιόκτητη Συμπίεση (Proprietary Compression)

Digital Video Interactive (DVI)

Η τεχνολογία DVI παρουσιάστηκε το 1989 από την Intel η οποία προσφέρει ειδικούς επεξεργαστές και κάρτες που επιτρέπουν συμπίεση, αναπαραγωγή και σύλληψη εικόνας κάτω από αυτό το πρότυπο. Το DVI υποστηρίζει δύο επίπεδα συμπίεσης για κινούμενη εικόνα πλήρους οθόνης (full-screen motion video):

1. Real Time Video (RTV) που επιτρέπει συμπίεση και αποσυμπίεση σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που επιτρέπει interactive editing
2. Presentation Level Video (PLV) η οποία είναι μια μη συμμετρική τεχνική συμπίεσης κινούμενης εικόνας υψηλής ποιότητας

Fractal Image Compression

Η εταιρεία Iterated Systems εκτός από τα προϊόντα συμπίεσης ακίνητης εικόνας προσφέρει και αντίστοιχα για κινούμενη. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, η αποσυμπίεση χωρίς υποστήριξη υλικού μπορεί να γίνει σε πραγματικό χρόνο από υπολογιστή 486-33MHz. Το μέγεθος της εικόνας είναι 320×200pixels, ο ρυθμός ανανέωσης 30fps και το βάθος χρώματος 15bit.

QuickTime

Η τεχνολογία QuickTime της Apple, είναι διαθέσιμη τόσο σε υπολογιστές Macintosh όσο και Windows. Η τεχνική συμπίεσης που ακολουθεί επιτυγχάνει λόγους συμπίεσης από 5:1 μέχρι 25:1. Επιτρέπει την αναπαραγωγή κινούμενης εικόνας μεγέθους 160×120 με ρυθμό 15fps. Η τελευταία έκδοση ανεβάζει το μέγεθος του παραθύρου σε 320×240 με ταχύτητα 10 ως 15fps. Όλα αυτά με αποσυμπίεση λογισμικού χωρίς την υποστήριξη ειδικού υλικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ANIMATION ΚΑΙ VIDEO

Computer Animation ονομάζεται η μέθοδος κατά την οποία παράγουμε Animation κάνοντας χρήση Η/Υ. Υπάρχουν λίγες διαφορετικές μέθοδοι για την δημιουργία του computer animation. Μία από αυτές είναι το 3D animation. Ένας τρόπος είναι η δημιουργία 3D σχημάτων μαζί με τη λειτουργία του rendering, αυτή η διαδικασία παράγει τέλεια τρισδιάστατα animations. Ένας άλλος τρόπος δημιουργίας computer animation είναι με την χρήση κλασσικών σχεδιαστικών πακέτων, σχεδιάζοντας ξεχωριστά και μεμονωμένα τα καρέ που αποτελούν το animation. Αυτά μετά συνδυάζονται δημιουργώντας αρχεία Η/Υ σε μορφή movie ή video. Τέλος, ένας τελευταίος τρόπος παραγωγής κινούμενης εικόνας είναι η χρήση γραφικών μεταβάσεων μεταξύ διαφορετικών σχημάτων ή μορφοποιώντας υπάρχουσες εικόνες ή video.

Τα γραφικά είναι εικόνες που δημιουργούνται κάνοντας χρήση ενός Η/Υ. Αποτελούν πολύ σημαντικό παράγοντα στον χώρο του animation, διότι όλες οι εικόνες που αποτελούν ένα animation είναι ουσιαστικά γραφικά. Γι' αυτό το λόγο για την δημιουργία animation είναι απαραίτητη η γνώση των Η/Υ, σε επίπεδο λογισμικού και λειτουργίας τους.

Κλασσικές Μέθοδοι

Το computer animation έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, καθιστώντας παλιότερες μεθόδους ξεπερασμένες. Θα τις αναφέρουμε καθαρά για ιστορικούς σκοπούς.

Μέθοδος: Stop Frame Animation

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε κυρίως την δεκαετία του 60. Ήταν πολύ μεθοδική αλλά και χρονοβόρα για παραγωγή μίας και μόνο ταινίας. Η διαδικασία ήταν η εξής : Πρώτα σχεδιάζονταν όλοι οι χαρακτήρες ξεχωριστά σε κυψελοειδές χαρτί ή κυψέλες. Ο σχεδιαστής έπειτα έπρεπε να δημιουργήσει το τοπίο σε χαρτί και να το τοποθετήσει σε ειδικό μηχάνημα καταγραφής εικόνων. Πάνω σε αυτό το χαρτί έπρεπε να τοποθετηθούν οι προσχεδιασμένοι χαρακτήρες στις σωστές τους θέσεις, να κεντραριστούν και να παρθεί φωτογραφία της συνολικής σχεδιασμένης εικόνας. Αυτό αποτελούσε ένα καρέ της ταινίας, η οποία αποτελούνταν από χιλιάδες καρέ, το καθένα από τα οποία σχεδιάζονταν με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω.

Μέθοδος: 2 1/2 Dimensional Animation

Σε αυτή τη μέθοδο κάθε καρτέλα αποτελείται από αρκετές κυψέλες. Ο σχεδιαστής χρειάζεται συνήθως μία κυψέλη για κάθε κινούμενο χαρακτήρα και μία κυψέλη για το περιβάλλον της ταινίας. Έτσι έδινε την ψευδαίσθηση της κίνησης του χαρακτήρα αλλάζοντας τις σχετικές θέσεις μεταξύ των κυψελών. Για παράδειγμα μετακινώντας την κυψέλη του περιβάλλοντος ο σχεδιαστής έδινε την εντύπωση στην ταινία ότι οι υπόλοιπες εικόνες μετακινούνταν χωρίς κάτι τέτοιο να είναι αλήθεια. Με αυτή τη μέθοδο κερδίζουμε χρόνο καθώς δε χρειάζεται η επανασχεδίαση των εικόνων για κάθε ξεχωριστό καρτέλα, κάτι που την έκανε καλύτερη σε σχέση με την μέθοδο του Stop Frame Animation.

Μέθοδος: Rotascoping

Με την συγκεκριμένη μέθοδο ασχολούμαστε με την αντιγραφή εικόνων από μία έτοιμη ταινία. Αυτές οι εικόνες χρησιμοποιούνται ακριβώς όπως είναι στην υπό κατασκευή ταινία και για αυτό το λόγο το υλικό αυτό θα πρέπει να ταιριάζει με το σενάριο τις νέας ταινίας. Κατά τη χρήση λοιπόν μίας τέτοιας εικόνας θα πρέπει να ελέγχονται συμβατότητες όσον αφορά το σχήμα, το χρώμα, το μέγεθος και την πορεία του αντικειμένου στο νέο του περιβάλλον. Αυτή η εργασία χαρακτηρίζεται επίπονη για την εύρεση του κατάλληλου αντικειμένου από την κατάλληλη ταινία, κάτι όμως που όταν επιτευχθεί χαρίζει καλά αποτελέσματα σε λιγότερο χρόνο.

Μέθοδος: Phenakistoscope & Stroboscope

Πρόκειται για 2 συσκευές οι οποίες αναπτύχθηκαν από τους Dr. Joseph Antoine Plateau και Dr. Simon Ritter αντίστοιχα, οι οποίες κάνοντας χρήση δύο περιστρεφόμενων δίσκων δίνουν την εντύπωση κινούμενης εικόνας στην κατάλληλη διάταξη.

Μοντέρνα Μέθοδος

Η δημιουργία κάθε animation περνάει από κάποια στάδια μέχρι την ολοκλήρωσή του. Μία βασική ροή εξέλιξης κινούμενης εικόνας δίνεται σχηματικά παρακάτω αν και θα ήταν καλό να έχουμε υπόψη μας ότι αυτός ο δρόμος δεν είναι απόλυτος ως προς τη σειρά υλοποίησης και τήρησής του.

Τα βασικά στάδια :

Ανάλυση: Παρακάτω δίνεται η ανάλυση των βασικών σταδίων της διαδικασίας που περιγράφηκε παραπάνω.

Storyboard

Πριν ξεκινήσουμε τη δημιουργία κινούμενης εικόνας σε υπολογιστή καλό είναι να έχουμε ήδη σχεδιάσει σε χαρτί βασικά μέρη του animation. Η σειρά των σχεδίων ονομάζεται Storyboard. Αυτή η τακτική του Storyboard είναι καλή πρώτον διότι όλοι οι συνεργάτες που εμπλέκονται με τη δημιουργία του animation έχουν μία καλή ιδέα του τι περιλαμβάνεται και πώς ακριβώς θέλουμε να φανεί και δεύτερον έχουμε μία ιδέα της οικονομικής έκτασης του έργου, οπότε ο πελάτης να ξέρει αν μπορεί να προχωρήσει ή όχι.

Modeling

Αυτό το τμήμα ασχολείται με τη μορφοποίηση και σχεδίαση των animating χαρακτήρων σύμφωνα με το Storyboard, κάτι που γίνεται στον H/Y με αρκετή λεπτομέρεια.

Όταν ένας χαρακτήρας αποτελείται από αντικείμενα περισσότερα του ενός είναι προτιμότερο να υπάρχει μία ιεραρχία σε αυτά. Κλασικό παράδειγμα είναι αυτό του ανθρώπινου σώματος, κάτι που χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε animation ταινίες. Ο λόγος για τον οποίο εφαρμόζεται αυτή η ιεραρχία είναι καθαρά για ευκολία, καθώς η κίνηση κάθε αντικειμένου θα ακολουθείται από ανάλογη μετακίνηση των υπόλοιπων ιεραρχικά συνδεδεμένων τμημάτων σε αυτό.

Μέθοδοι modeling :

1. Φυσικό Modelling

Σε αυτή την μέθοδο μπορούμε να δημιουργήσουμε μία εικόνα ενός φυσικού αντικειμένου στον H/Y κάνοντας χρήση σαρωτών και τρισδιάστατων ηλεκτρομαγνητικών ανιχνευτών. Το αντικείμενο τότε απεικονίζεται με γεωμετρικά σχήματα όπως τρίγωνα και πολύγωνα. Οι συντεταγμένες αυτών των σχημάτων εισέρχονται στον υπολογιστή σε καρτεσιανή μορφή για περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία.

Digitising είναι η διαδικασία κατά την οποία ένα αντικείμενο κόβεται ψηφιακά σε φέτες μέσω ενός laser. Το πάχος κάθε φέτας ορίζεται από την ανάλυση και τον αριθμό των ακμών στην τελική επιφάνεια. Το laser κόβει το αντικείμενο και μετά προχωράει στην επόμενη φέτα. Ο υπολογιστής έχει τώρα δισδιάστατες φέτες τις οποίες συνδυάζει στον άξονα x. Έτσι έχουμε το αντικείμενο ψηφιοποιημένο μέσα στον Y/H με ψηφιακή επιφάνεια που να συνδέει τις φέτες μεταξύ τους.

2. Ορθογώνιες Φωτογραφίες

Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τρία στάδια:

Πρώτο: πρέπει να βρεθούν τα γεωμετρικά σχήματα στο σωστό μέγεθος πάνω στην επιφάνεια του αντικειμένου, έχοντας υπόψη πάντα ότι θέλουμε την ελάχιστη αλλοίωση των βασικών χαρακτηριστικών του αντικειμένου, ως προς το σχήμα και το μέγεθός του.

Δεύτερο: πρέπει να παρθούν φωτογραφίες του αντικειμένου από διαφορετικές γωνίες, να μεγενθυθούν σε κατάλληλο χαρτί (tracing paper), ώστε να βρεθούν και να καταμετρηθούν όλες οι ακμές και τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου.

Τρίτο: ευθυγραμμίζουμε τα σχήματα στις σωστές τους θέσεις σε ένα digitizer. Από εκεί και πέρα ο Η/Υ ταιριάζει όλες τις κοινές ακμές των γεωμετρικών σχημάτων λαμβάνοντας υπόψην του όλες τις οπτικές γωνίες του αντικειμένου και βρίσκει με αυτό το τρόπο τις καρτεσιανές συντεταγμένες για όλα τα σημεία του.

Σενάριο Έλεγχος Κίνησης

Η κίνηση ενός αντικειμένου είναι το πιο βασικό κομμάτι της διαδικασίας του animation. Υπάρχουν πολλοί τρόποι και διαδικασίες στον έλεγχο της κίνησης:

1. Δρόμοι Κίνησης

Δρόμος ονομάζεται μία αλληλουχία θέσεων που αποκτά ένα αντικείμενο στο πέρασμα του χρόνου, το μονοπάτι δηλαδή. Ορίζοντας το μονοπάτι ενός αντικειμένου, ο δημιουργός του animation έχει την ικανότητα να μετακινεί αντικείμενα ως στατική εικόνα, κάτι μη ρεαλιστικό. Τα διαφορετικά κομμάτια που απαρτίζουν το αντικείμενο μπορούν να έχουν το δικό τους ξεχωριστό μονοπάτι το καθένα. Αυτό δείχνει πόσο σημαντική είναι η ιεραρχία που συνδέει τα διαφορετικά τμήματα μεταξύ τους για να βγει μία ρεαλιστική φυσική κίνηση.

2. Κινηματική

Εκτός από το μονοπάτι και το δρόμο που ακολουθεί ένα αντικείμενο, υπάρχουν και άλλα εξίσου σημαντικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διευκρινιστούν. Θέση, ταχύτητα, επιτάχυνση και οι περιστροφικές τους αντιστοιχίες προσδιορίζουν την επιστήμη της Κινηματικής. Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να προσδώσουμε αργή κίνηση τοποθετούμε τα καρέ σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, ενώ για ταχύτερες κινήσεις τα τοποθετούμε σε μεγαλύτερη απόσταση. Έτσι υπάρχει ένας εύκολος και μεθοδικός τρόπος να αποδώσει με ακρίβεια τις λεπτομέρειες τις κίνησης.

Υπάρχουν δύο τρόποι εφαρμογής της Κινηματικής σε ένα αντικείμενο, ειδικότερα στις περιπτώσεις που αυτό αποτελείται από αρκετά κομμάτια : η κανονική και η αντίστροφη. Η πρώτη έχει να κάνει με την εφαρμογή ιεραρχίας ξεκινώντας από την κορυφή ως την βάση ακολουθώντας πάντα την κίνηση των υψηλότερων στην ιεραρχία κομματιών που απαρτίζουν το αντικείμενο. Αυτό που είναι απόλυτα σημαντικό είναι η σωστή διευκρίνηση των σημείων σύνδεσης του αντικειμένου με τα υπόλοιπα αντικείμενα. Συνήθως αυτή είναι η πιο λογική και απλή διαδικασία. Παρόλα αυτά , σε μερικές περιπτώσεις που θέλουμε ένα συγκεκριμένο κομμάτι του αντικειμένου να τοποθετηθεί σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, ακολουθούμε την λογική της αντίστροφης Κινηματικής. Με αυτή τη μέθοδο ο animator διαλέγει το σημείο από όπου θέλει να ξεκινήσει η κίνηση. Ο Η/Υ υπολογίζει όλες τις συντεταγμένες που πρέπει να ικανοποιούν τις υπάρχουσες συνθήκες. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει μόνο μία μέθοδος λύσης στο πρόβλημα, και λύση δίνεται πάντα εφόσον υπολογιστούν σωστά οι κινήσεις των συνδέσμων των αντικειμένων σε σχέση με τα σημεία που έχουμε πάρει ως σημείο αναφοράς.

Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε πιο φυσικές και ρεαλιστικές κινήσεις στο animation ενός χαρακτήρα με την βοήθεια του motion capture. Πρόκειται για μία τεχνική κατά την οποία καταγράφονται ψηφιακά οι κινήσεις ενός ηθοποιού, και καταχωρούνται στον Η/Υ. Αυτά τα δεδομένα μετά συνδυάζονται με τον χαρακτήρα του animation με αποτέλεσμα να βγει μία πιο φυσική κίνηση, όμοια με αυτήν ενός ανθρώπου.

3. Δυναμική

Μετά την εφαρμογή της κινηματικής εφαρμόζουμε τη δυναμική. Με τη δυναμική προσθέτουμε φυσικότητα και ρεαλιστικότητα στην κίνηση του χαρακτήρα μας. Αυτή έχει να κάνει με τις ψευδαισθήσεις της βαρύτητας, της μάζας, της αντίστασης και της μορφοποίησης και με βάση τα προηγούμενα, ο Η/Υ υπολογίζει την κίνηση του αντικειμένου. Παράδειγμα η κίνηση των μαλλιών στον αέρα, η ακόμα μιας σημαίας που κυματίζει.

4. In-betweening

Σε αυτή τη διαδικασία ο animator το μόνο που έχει να δημιουργήσει είναι κάποια key-frames. Αυτά είναι κάποια καρέ-κλειδιά στα οποία εμφανίζονται κύριες διαφοροποιήσεις στα αντικείμενα, όπως αλλαγή σχήματος, θέσεως, ταχύτητας και μεγέθους. Μετά την εισαγωγή αυτών, ο Η/Υ υπολογίζει μόνος του όλες τις ενδιάμεσες καταστάσεις σώζοντας πολύτιμο χρόνο στον animator. Για παράδειγμα, όταν θέλουμε να απεικονίσουμε έναν άνθρωπο να περπατάει, τότε το μόνο που θα χρειαστεί από μέρους μας θα είναι να

καθορίσουμε τα ενδιάμεσα στάδια, αρχικά και τελικά της κίνησής του, και τα υπόλοιπα θα τα χειριστεί από μόνος του ο Η/Υ.

5. Onionskinning

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην τεχνική των επιπέδων. Το animation ή ακόμα μία μόνο εικόνα αποτελείται από συνδυασμό αρκετών επιπέδων που αλληλοκαλύπτονται. Στο παρελθόν αυτή η τεχνική χρησιμοποιούσε διαφανή χρωματιστά πλαστικά κομμάτια που αποτελούσαν την εικόνα, καλύπτοντας το ένα το άλλο. Ένας χαρακτήρας αποτελούνταν από διαφορετικό κομμάτι πλαστικού, ώστε να χρησιμοποιηθεί και σε επόμενες σκηνές και καρέ. Η φιλοσοφία του Onionskinning χρησιμοποιείται και σε άλλες κατηγορίες της επιστήμης των Η/Υ όπου διαφορετικές λειτουργίες χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά στρώματα, και το τελικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με τον σωστό συνδυασμό αυτών.

Για την τελική δημιουργία του Animation γίνεται χρήση μιας από τις παραπάνω μεθόδους, και το ποια τελικά θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τον τύπο του animation, δηλαδή αν πρόκειται για δισδιάστατο ή τρισδιάστατο.

2-D

Τα περισσότερα animation είναι τρισδιάστατα, καθώς αναπαριστούν συνήθως τον τρισδιάστατο κόσμο μας. Τα δισδιάστατα animation κάνουν χρήση κυψελών όπου τα key-frames χρησιμοποιούνται για να δείξουν τη διαδρομή του animation, και τα ενδιάμεσα στάδια σχεδιάζονται από τον animator και όχι τον Η/Υ. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι οι εικόνες δημιουργούνται πάνω σε επίπεδο κουκίδων (pixels). Το morphing είναι η πιο διαδεδομένη τεχνική στο 2-D animation σήμερα. Αυτή η τεχνική είναι κυρίως τεχνική μορφοποίησης έτοιμης εικόνας παρά τεχνική δημιουργίας εικόνας.

3-D

Σχεδόν όλα τα computer animation που γίνονται σήμερα βασίζονται στις τεχνικές της κυψέλης. Τα περισσότερα υπολογιστικά συστήματα animation βασίζονται σε χρονικά μεταβαλλόμενες παραμέτρους, ονομαζόμενες ως τροχιές, και καθορίζουν την πορεία και το στάδιο του animation σε κάθε στιγμή. Το ζεύγος (χρόνος, παράμετρος) μίας τροχιάς καθορίζει την κατάσταση του animation για τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς και state-variable τη στατική εικόνα. Οι διαδικασίες είναι συγκριτικά παρόμοιες με τις διαδικασίες δημιουργίας animation με την τεχνική κυψέλης, αφήνοντας όμως πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες και ευελιξία χάρη στη χρήση state-variable αντί για world-variable. Παρόλο που οι τροχιές δεν επιτρέπεται να είναι ανεξάρτητες, μπορούμε εύκολα να τις χειριστούμε σαν ανεξάρτητες, οδηγώντας μας στην τεχνική ιεραρχίας animation όπου

πρώτα πραγματοποιείται η γενική κίνηση του μοντέλου και μετά σταδιακά προστίθεται λεπτομέρεια. Ο αριθμός των τροχιών που πραγματοποιούνται σε ένα animation και η πολυπλοκότητα του καθενός, δείχνει τη δυσκολία και τη χρονική απαίτηση που έχει αυτή η διαδικασία, δείχνοντας το δρόμο εξέλιξης και των Η/Υ προς αυτή τη κατεύθυνση του animation.

Particle System (Σύστημα μορίων)

Σε περιπτώσεις που έχουμε να αντιμετωπίσουμε φυσικά φαινόμενα (καπνός, βροχή, κ.α.) ή ομάδες αντικειμένων που έχουν συγκεκριμένη σχέση μεταξύ τους, η μέθοδος του keyframe, που περιγράψαμε νωρίτερα, δεν είναι η κατάλληλη μέθοδος, διότι ο καθένας θα πρέπει να ορίσει ένα συγκεκριμένο και ξεχωριστό μονοπάτι για καθένα μέλος της ομάδας. Για αυτό το σκοπό δημιουργήθηκε το Particle System. Τα Particle System δουλεύουν με τον προσδιορισμό καταστάσεων και κανόνων συμπεριφοράς του κάθε particle ή ενός particle group. Ένα particle μπορεί να είναι οτιδήποτε, από ένα σημείο έως κι ένα ολόκληρο αντικείμενο. Η λογική που ακολουθείται είναι απλή, αφήνοντας στον animator να καθορίσει την κίνηση κάποιων βασικών particles ενώ τα υπόλοιπα particles ακολουθούν τις ίδιες κινήσεις, υπακούοντας σε κάποιους κανόνες που έχουν να κάνουν με τις δυνάμεις μεταξύ των particles. Για παράδειγμα, στην περίπτωση ομάδας πουλιών ο animator τα θέλει να πετάνε κοντά μεταξύ τους, με την ίδια ταχύτητα, χωρίς να έχουμε συγκρούσεις. Αυτό μπορεί να γίνει δυνατό ορίζοντας το πουλί που οδηγεί την ομάδα με μία συγκεκριμένη κίνηση, και τα υπόλοιπα πουλιά ακολουθούν από πίσω. Παρόμοια κατάσταση επικρατεί και σε άλλες περιστάσεις όπου καπνός, εκρήξεις και φωτιά αποτελούνται από particles μικρά και μεγάλα, το ένα ακολουθώντας τους κανόνες και τις κινήσεις του άλλου, παράγοντας τελικά το επιθυμητό animation.

Rendering (Απόδοση)

Μία μεγάλη δυσκολία εμφανίζεται όταν ο animator καλείται να δημιουργήσει αμέσως μία σκηνή με γραφικές λεπτομέρειες, όπως φωτισμοί, σκιές και επιφάνειες. Μία συνηθισμένη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος είναι μέσω rendering των σχημάτων και της σκηνής μαζί σε γεωμετρική μορφή.

Wire Frame

Με αυτή την μέθοδο ο animator πρέπει να δώσει σε κάθε τμήμα της προετοιμασίας το σωστό βασικό χρώμα σύμφωνα με την επιφάνεια του αντικειμένου. Όσο μεγαλύτερη ποιότητα θέλουμε, τόσο πιο χρονοβόρα η διαδικασία. Όλα εξαρτώνται από τον animator, που έχει πολλές επιλογές ως προς τον τρόπο και τη διαδικασία εκτέλεσης του rendering, ανάλογα με τη σκηνή.

Flat Shading (επίπεδη σκίαση)

Είναι πιθανό να έχουμε και rendering σε πραγματικό χρόνο. Φυσικά έχουμε ως αποτέλεσμα το χάσιμο ποιότητας και γραφικής λεπτομέρειας, διότι στην μέθοδο αυτή παρατηρούμε γρήγορο κι εύκολο render, αλλά σε αντικείμενα με επίπεδα χωρίς ρεαλιστικότητα.

Gouraud

Μία επίσης γρήγορη μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η τεχνική του Gouraud. Αυτή η τεχνική απλά αλλοιώνει απαλά τα χρώματα στις άκρες ενός αντικειμένου, αντιγράφοντας τον τρόπο που λειτουργεί μία σκιά, σύμφωνα και με τις τιμές που έχει ο υπολογιστής για το χρώμα και το render που θα υπάρξει στο αντικείμενο αυτό.

Phong

Η τεχνική του PHONG εφαρμόζεται σε όλα τα χρώματα ενός αντικειμένου, χωρίς να λαμβάνουμε υπόψη μας τις επιφάνειες, αλλά το χρώμα του κάθε σημείου χωριστά. Αυτός ο υπολογισμός παίρνει υπόψη του εκτός από τα βασικά χρώματα τον φωτισμό και τις επιφάνειες του αντικειμένου. Η ποιότητα της μεθόδου είναι ικανοποιητική χωρίς μεγάλη απώλεια χρόνου.

Ray Tracing

Η ποιότητα αυτής της μεθόδου είναι η καλύτερη, αλλά χρειάζεται πολύς χρόνος για τη διαδικασία του rendering. Είναι η πιο ολοκληρωμένη μέθοδος λαμβάνοντας υπόψη όλες τις γραφικές παραμέτρους: χρωματισμούς, φωτισμούς, σκιάσεις, διαπερατότητες και αντανάκλασεις. Είναι η μόνη μέθοδος που δίνει στο φως πραγματική οντότητα υπό όλες τις

συνθήκες σε οποιοσδήποτε επιφάνειες του αντικειμένου, προσδίδοντας φυσικότητα και πραγματική εμφάνιση σε κάθε ξεχωριστό σημείο.

Radiosity

Πρόκειται για την πιο σύγχρονη μέθοδο rendering, ακολουθώντας μία σοφιστικέ λογική, υπολογίζοντας μία εικόνα ολοκληρωμένα λαμβάνοντας υπόψη και τις επιδράσεις των αντικειμένων μεταξύ τους. Πρόκειται για μοντέλο που προσεγγίζει την πραγματικότητα περισσότερο από κάθε άλλο, απαιτώντας παράλληλα χρόνο και ισχύ. Παράδειγμα ένα μπιλιάρδο όπου θέλουμε οι μπάλες να γυαλίζουν στο φως και να αντανακλούν κομμάτι από το περιβάλλον τους σφαιρικά, περιλαμβάνοντας και τις υπόλοιπες μπάλες μαζί με το τραπέζι ανάλογα με τις επιφάνειές τους, τα χρώματά τους και το φωτισμό τους.

Textures

Texture mapping

Τα textures είναι τα σχέδια σε επιφάνειες. Υπάρχουν δύο ειδών textures, τα 2-D και τα 3-D. Ενώ τα 2-D textures είναι ουσιαστικά εικόνες ή ζωγραφιές, τα 3-D textures δίνουν την ψευδαίσθηση του βάθους και του όγκου. Η 3-D εμφάνιση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τοποθέτηση απλών textures σε διαφορετικές σκάλες. Επίσης, οι ορολογίες texture mapping και texture wrapping αποτελούν τα δύο είδη κάλυψης της επιφάνειας ενός αντικειμένου με πραγματική εμφάνιση, δίνοντας μια ρεαλιστική εικόνα ενός αντικειμένου.

Image mapping

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να παράγουμε animation μέσα σε άλλο animation. Έτσι μας επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουμε ένα animating 2-D texture πάνω σε αντικείμενο που κινείται και αποτελεί ήδη από μόνο του ένα animation.

Reflectance Mapping

Αυτή η τεχνική επιτρέπει στο χρήστη να εμφανίσει ανακλάσεις του περιβάλλοντος μίας σκηνής πάνω στην επιφάνεια ενός αντικειμένου. Ο χρήστης μπορεί να αντιγράψει εικόνες από το περιβάλλον του αντικειμένου πάνω στις επιφάνειές του σύμφωνα με τις καμπύλες του, το σχήμα του και τη γωνία ανάμεσα στις εικόνες αυτές και τις επιφάνειές του.

Procedural Mapping

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για τη δημιουργία textures των οποίων οι τιμές ακολουθούν μαθηματικούς τύπους και κανόνες, μεταβάλλοντας με το χρόνο την εμφάνισή

τους. Παράδειγμα τέτοιων συνθηκών είναι η φθορά αντικειμένων και των επιφανειών τους από φυσικές αιτίες όπως φωτιά, ζέστη και άλλα.

Bump Mapping

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να δώσουμε υφή στην επιφάνεια ενός αντικειμένου. Παράδειγμα η επιφάνεια ενός βράχου.

Κατηγορίες animation χαρακτήρων

Η πολυπλοκότητα της ανθρώπινης κίνησης

Όταν έχουμε να κάνουμε με την ανθρώπινη κίνηση τα πράγματα δεν είναι τόσο εύκολα. Η πολυπλοκότητα σε συνδυασμό με πλήθος λεπτομερειών της ανθρώπινης κίνησης προσδίδει τη δυσκολία που αντιμετωπίζει ο animator για να προσδώσει ρεαλιστικότητα στην κίνηση αυτή.

Μία καθημερινή κίνηση είναι μία σύνθεση από εκατοντάδες συντονισμένες μικροκινήσεις, που περιλαμβάνουν πολύπλοκες περιστροφές μεταξύ των συνδέσμων, των μυών και αντιδράσεις λόγω του περιβάλλοντος. Οι πλαστικές κινήσεις του ανθρώπινου σώματος, σε συνδυασμό με την ελαστικότητά του, αποτελούν τα κύρια προβλήματα στα προγράμματα των computer graphics, λόγω αδυναμίας προσέγγισης και περιγραφής αυτών των κινήσεων με ένα μαθηματικό μοντέλο.

Αυτό που πρέπει κάποιος να έχει πάντα υπόψη του κατά τη δημιουργία animation είναι ότι το αποτέλεσμα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό. Παρόλο που οι συμπεριφορές διαφέρουν σε κάθε χαρακτήρα, οι αλγόριθμοι ελέγχου γεννιούνται από ένα κοινό εργαλείο, το οποίο αποτελείται από πολλά επιμέρους στοιχεία, συνδέοντας τις κινήσεις των επιμέρους τμημάτων δυναμικά και παραμετρικά σύμφωνα με τον χαρακτήρα, κάνοντας χρήση κινηματικής (inverse kinematics), ώστε ο χαρακτήρας να υλοποιήσει την απαιτούμενη τροχιά όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά.

Δευτερεύουσα Κίνηση: Ένας Σημαντικός Παράγοντας

Η δευτερεύουσα κίνηση έχει να κάνει με αντικείμενα της σκηνής που δεν είναι ενεργά, και η κίνησή τους εξαρτάται από την κίνηση άλλων αντικειμένων. Για παράδειγμα ας φανταστούμε έναν αθλητή την ώρα που τρέχει. Η σκηνή του animation δεν θα ήταν ρεαλιστική αν δεν ακολουθούσε η αθλητική του ενδυμασία το ρυθμό και την κίνηση του

σώματός του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δευτερεύουσα κίνηση θεωρείται αυτή της ενδυμασίας και είναι φανερό πως η σπουδαιότητα αυτής της κίνησης είναι σημαντική.

Ανάλογα με την περίπτωση και τις συνθήκες που έχει να αντιμετωπίσει ο animator, μπορεί να παραστήσει την κίνηση καθορίζοντας τη φυσική του συστήματος. Σημαντική επίσης είναι η κατάσταση και όλων των υπόλοιπων σωμάτων που επηρεάζουν άμεσα το σύστημα αυτό. Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιείται σε τέτοιες παραστάσεις βασίζεται κυρίως στη φυσική αντιμετώπιση του συστήματος. Η μέθοδος του key-framing δεν χρησιμοποιείται, καθώς η επιτυχία στη δημιουργία φυσικής σκηνής είναι δύσκολη όταν έχουμε να αντιμετωπίσουμε δευτερεύουσα κίνηση με πολλούς βαθμούς ελευθερίας, όπως συνήθως αντιμετωπίζουμε σε παρόμοιες συνθήκες.

Αφού ο animator καθορίσει τις ακριβείς κινήσεις του πρωταγωνιστή, συνδέει τη βασική κίνηση με τις παθητικές, ώστε να παράξει την επιθυμητή δευτερεύουσα κίνηση. Η αλληλεπίδραση μεταξύ ενεργητικής και παθητικής κίνησης μπορεί να είναι αμφίδρομη ή μονόδρομη. Η διαφορά έγκειται στο ότι στη μονόδρομη σχέση η ενεργητική κίνηση επιδρά και καθορίζει την παθητική, τη στιγμή που τα παθητικά αντικείμενα δεν έχουν καμιά επίδραση στον ενεργό πρωταγωνιστή.

Εφαρμογές

Οι εφαρμογές του computer animation είναι διάφορες και μεγάλης σημασίας. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές.

Αρχιτεκτονική

Το computer animation χρησιμοποιείται ευρύτατα στις μέρες μας από αρχιτέκτονες,, που μπορούν να σχεδιάζουν ευκολότερα τις όψεις των κτιρίων στον Η/Υ και να παίρνουν ένα λεπτομερές αποτέλεσμα σε 3-D μορφή. Χάρη στη γρήγορη ανάπτυξη της εικονικής πραγματικότητας, ο πελάτης του κτιρίου μπορεί να δει οποιοδήποτε κομμάτι του εσωτερικού από οποιαδήποτε γωνία θελήσει, χωρίς αυτό να υφίσταται πραγματικά.

Μέσω του computer animation ένας μηχανικός μπορεί να μελετήσει τη συμπεριφορά της κάθε κατασκευής κάτω από δύσκολες συνθήκες, όπως σεισμούς και δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Τέλος, πολύ σημαντικός είναι και ο ρόλος της βελτιστοποίησης της κατασκευής από μηχανική πλευρά καθώς και η εύρεση μηχανικών σφαλμάτων και ελλείψεων.

Τέχνη

Χωρίς να υποστηρίζεται η ιδέα ότι τα γραφικά των Η/Υ μπορούν να αντικαταστήσουν τις κλασσικές μεθόδους δημιουργίας τέχνης, αποτελούν κι αυτά ένα παραπάνω μέσο. Δεν πρόκειται για μια γενικώς αποδεκτή μορφή τέχνης, αλλά δίνει κάποια βασικά εργαλεία για ανάπτυξη σε επίπεδο που δεν είναι εύκολο κάνοντας χρήση συμβατικών μεθόδων. Υπάρχουν πολλά πακέτα που αφομοιώνουν τέτοιες λειτουργίες. Μπορούν να παραστήσουν βούρτσα, spray, αερογράφο, πινέλα και δίνοντας ελευθερία επιλογής από παλέτες εκατομμυρίων χρωμάτων. Χρωματισμοί, σκιάσεις και φωτισμοί παράγονται κι ελέγχονται εύκολα. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα στην τέχνη του Η/Υ είναι η δυνατότητα της διόρθωσης και αλλαγής όποτε το θέλουμε χωρίς κανένα πρόβλημα.

Παιδεία

Άλλη μία χρήση είναι για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Διαγράμματα με κινούμενες εικόνες που απεικονίζουν κομμάτια του κόσμου μας δυσνόητα όπως ο μικρόκοσμος και το σύμπαν, μπορούν να βοηθήσουν ιδιαίτερα τους μαθητές να φανταστούν, να οραματιστούν και να κατανοήσουν τις δυσνόητες αυτές πληροφορίες. Επίσης με τη χρήση του animation, μπορούμε να μετατρέψουμε τη μελέτη σε διασκεδαστική ενασχόληση, ειδικότερα για τα μικρά παιδιά που είναι ανυπόμονα. Μέσω video και κινουμένων σχεδίων, μπορούμε εύκολα να τραβήξουμε το ενδιαφέρον τους και να τους πείσουμε ότι η μάθηση μπορεί να μετατραπεί σε διασκέδαση.

Engineering

Στην μηχανική, το animation είναι πολύ χρήσιμο. Προτού αποφασιστεί η κατασκευή και δημιουργία κάποιου έργου, με τη βοήθεια του υπολογιστή ο μηχανικός μπορεί να σχεδιάσει και να μελετήσει τη συμπεριφορά ορισμένων σημαντικών μερών της κατασκευής πάνω στη λειτουργία και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Ελέγχεται έτσι η αντοχή, η καλή λειτουργία και οι δυνάμεις που ασκούνται, βοηθώντας στην επέμβαση και στην αλλαγή εκεί που είναι απαραίτητο. Για τη σχεδίαση των τεχνικών μερών που περιγράφονται παραπάνω, το εργαλείο CAD είναι πολύ χρήσιμο. Χρησιμοποιείται για να δημιουργεί μοντέλα κινούμενα με κάθε λεπτομέρεια όσο το δυνατό πιο κοντά στην πραγματικότητα.

Παραγωγή Film

Ίσως το πιο ενδιαφέρον κομμάτι εφαρμογής του computer animation. Στις μέρες μας, όλο και περισσότερες ταινίες κάνουν χρήση ειδικών εφέ από Η/Υ, και αυτό οφείλεται σε πολλούς λόγους. Πρώτα από όλα αυτός είναι ο μόνος τρόπος προβολής μερικών σκηνών που

είναι απίθανο να γυριστούν στην πραγματικότητα π.χ. σκηνές έργων επιστημονικής φαντασίας. Άλλος λόγος είναι ότι σκηνικά πολύ ακριβά σε χρόνο και χρήμα τώρα μπορούν να παρακαμφθούν. Σκηνικά που περιλαμβάνουν φαντασμαγορικά κτίρια, και αίθουσες τώρα σχεδιάζονται μέσω Η/Υ, και οι πρωταγωνιστές προβάλλονται πάνω σε αυτά.

Ο συνήθης τρόπος παραγωγής του έργου είναι το ξεχωριστό γύρισμα και εγγραφή του φιλμ με τους ηθοποιούς και το περιβάλλον, και η σύνθεση μετέπειτα στο εργαστήριο, προσαρμόζοντας και τα ανάλογα ειδικά εφέ από πάνω. Τέτοιες ταινίες έχουμε αρκετές στη σύγχρονη εποχή, με τρανά παραδείγματα το Star Wars, το Star Trek και το “Jurassic Park”.

Στρατιωτικές Εκπαιδεύσεις

Η σωστή εκπαίδευση των στρατιωτών, ώστε να αντεπεξέλθουν σωστά σε πολεμικές συνθήκες είναι το πιο βασικό για τη δημιουργία αποτελεσματικού στρατού. Για πρακτικούς λόγους και σκοπούς, προγράμματα προσομοίωσης έχουν αφοσιωθεί σε αυτό το σκοπό. Σε ειδικά σχεδιασμένους χώρους, οι στρατιώτες εκπαιδεύονται με αυτά τα προγράμματα, μαθαίνοντας το χειρισμό αεροπλάνων, υποβρυχίων και τανκ σε κατάσταση πολέμου, χωρίς οικονομικές και ανθρώπινες απώλειες. Έτσι ο εκπαιδευόμενος μαθαίνει κάνοντας λάθη που δε θεωρούνται μοιραία, και αποκτά παρόμοια εμπειρία με αυτή μιας πραγματικής πολεμικής κατάστασης. Χρησιμοποιώντας τον εξομοιωτή μπορούμε να εναλλάσσουμε κατά βούληση τις συνθήκες της άσκησης, καλύπτοντας μεγαλύτερα πεδία και περισσότερα σενάρια, αφήνοντας τον εκπαιδευόμενο να αντιμετωπίσει πολλές και διαφορετικές καταστάσεις.

TV

Το animation έχει συμβάλει στην ποιότητα με την οποία προβάλλονται προγράμματα και εκπομπές στην τηλεόραση. Πολύχρωμα και ευχάριστα γραφικά, προσελκύουν το θεατή και προσδίδουν ποιότητα. Αυτά έχουν εισέλθει στα περισσότερα προγράμματα της τηλεόρασης, καθιστώντας την ευχάριστη ακόμα και σε περιπτώσεις ανιαρές, προσθέτοντας εικόνες και σχήματα ευχάριστα και καλοσχεδιασμένα.

Video

Προτού αναπτυχθεί το computer animation, τα κινούμενα σχέδια σχεδιάζονταν και δημιουργούνταν σε χαρτί, σύμφωνα με τη μέθοδο της κυψέλης. Για να παραχθεί μία και μόνο κίνηση ο σχεδιαστής υποχρεούνταν να σχεδιάσει ένα ένα τα καρέ από την αρχή, με μικρή διαφορά μεταξύ τους ώστε να παραχθεί τελικά η κίνηση η οποία άρχιζε από το πρώτο καρέ και τελείωνε στο τελευταίο. Με τις μεθόδους που περιγράψαμε πρωύτερα βελτιώθηκε κατακόρυφα η απόδοση και η ποιότητα με αποτέλεσμα το κινούμενο σχέδιο να θεωρείται ουσιαστικά video, και να ξεγελάει το ανθρώπινο μάτι με χαρακτηριστική ευκολία.

Η Animation Βιομηχανία Σήμερα

Το Computer Animation είναι ένα ταχύτατα αναπτυσσόμενο κομμάτι της σημερινής τεχνολογίας, προσφέροντας πολλά επαγγελματικά και κυρίως οικονομικά οφέλη. Αυτοί οι λόγοι έχουν οδηγήσει την παγκόσμια αγορά να αφιερώνει καθημερινά όλο και μεγαλύτερο κομμάτι της στην ανάπτυξη σχετικού λογισμικού, κάτι που φαίνεται και στον αριθμό και μέγεθος των εταιριών που ασχολούνται με αυτό. Πολλές από αυτές τις συναντάμε και στο Internet : Adobe Systems Inc., Alias | Wavefront, AutoDesk, Bentley, Caligari, Computational Logic Inc., ComputerVision, ElectroGIG, InterGraph, Lateiner Dataspace, MacroMedia, National Association of Broadcasters, NewTek, ReZ.n8, SigGraph, Silicon Graphics, Strata Inc., ViewPoint Datalabs.

Πακέτα Animation

Σύμφωνα με το animation που θέλουμε να δημιουργήσουμε, πρέπει να επιλέξουμε το κατάλληλο λογισμικό και τον κατάλληλο υπολογιστή. Πολύπλοκα animations που περικλείουν πολλά οπτικά εφέ και υψηλής ποιότητας γραφικά δε μπορούν να δημιουργηθούν σε απλό υπολογιστικό σύστημα. Από την άλλη, ένα πολύ δυνατό και σύγχρονο υπολογιστικό σύστημα δε μπορεί να κάνει τίποτα χωρίς το ανάλογο λογισμικό και μάλιστα το λογισμικό αυτό καθορίζει απολύτως το αποτέλεσμα και την ποιότητα του δημιουργούμενου animation. Παρακάτω έχουμε μερικά από τα πιο δημοφιλή πακέτα:

3DStudio Max

Ο συνεχιστής του επιτυχημένου 3DStudio 3.0. Το 3DStudio Max τρέχει σε περιβάλλον WindowsNT. Βασίζεται πλήρως σε αντικειμενοστραφή δομή, περιέχοντας πολλά εργαλεία και στοιχεία, καθώς και πολύ εύχρηστο περιβάλλον.

3DStudio

Το 3DStudio αποτελεί ένα ακόμα πρόγραμμα για 3D γραφικά. Εκτελείται σε PC συμβατούς υπολογιστές και θεωρείται πολύ απλό στη χρήση του. Πολλά σχολεία και σχετικά μικρές επιχειρήσεις παραγωγής το χρησιμοποιούν για τις περιορισμένες σε έκταση ανάγκες τους. Το 3Dstudio είναι δημιουργία της AutoDesk, περιέχει 2D modeler όπου 2D αντικείμενα σχεδιάζονται για να τα επεξεργαστεί το 3D Loftter, και να τα μετουσιώσει σε 3D αντικείμενα μέσω στροβιλισμών και αναπτυγμάτων στο χώρο. Επίσης, το πακέτο διαθέτει και ένα animator κατάλληλο για παραγωγή animation, με εύχρηστο editor και πολλές επιλογές. Όλα αυτά συνθέτουν ένα πολύ αξιόλογο πακέτο.

LightWave3D

Το LightWave 3D είναι ένα από τα κορυφαία πακέτα δημιουργίας 3D γραφικών στο PC. Χρησιμοποιήθηκε ακόμα και για παραγωγή σειρών επιστημονικής φαντασίας στην τηλεόραση όπως το SeaQuest και το Babylon 5. Από πολλούς θεωρείται ως το καλύτερο πρόγραμμα για τα PC στη σχεδίαση τρισδιάστατων γραφικών.

Adobe Photoshop

Παρόλο που το Adobe PhotoShop δεν είναι εφαρμογή παραγωγής animation, είναι ένα από τα κορυφαία προγράμματα παραγωγής γραφικών. Το Adobe Photoshop μπορεί να χρησιμοποιηθεί από υπολογιστές συμβατούς με IBM σε παραθυρικό περιβάλλον και Mac. Χρησιμοποιείται για αλλοίωση ψηφιακής εικόνας ή δημιουργία γραφικών από την αρχή.

Adobe Premier

Το Adobe Premier, είναι πρόγραμμα και αυτό της Adobe. Είναι ένα εργαλείο για την ψηφιοποίηση video, και την μετέπειτα επέμβαση πάνω του με special effects. Και αυτό το πρόγραμμα τρέχει σε PC(windows) και Mac.

AliasIWavefront

Το Alias είναι από τα κορυφαία πακέτα animation. Πρόκειται για την ένωση δύο εταιριών στο χώρο, της Alias και της Wavefront. Το πρόγραμμα είναι γνωστό για την πολύ καλή δημιουργία ακόμα και των πιο πολύπλοκων και περιεργων από άποψη δομής μοντέλων. Επίσης, είναι εξοπλισμένο με ευχάριστο interface και με μεγάλη ελευθερία στην επικοινωνία με άλλα παρόμοια πακέτα για την παράλληλη δημιουργία 3D αντικειμένων.

Animator Studio

Το Animator Studio είναι ένα πρόγραμμα επεξεργασίας και δημιουργίας animation από την AutoDesk. Έχει χαρακτηριστικά και εργαλεία που ελαχιστοποιούν το χρόνο δημιουργίας video και animation. Τρέχει μόνο σε PC Windows.

Elastic Reality

Αυτό είναι ένα από τα καλύτερα προγράμματα morphing. Η εκτέλεσή του είναι δυνατή μόνο κάτω από Mac και SGI. Ένα από τα καλύτερα χαρακτηριστικά του είναι η επιλογή τμημάτων για την περιοχή που θα εφαρμοσθεί το morphing σε αντίθεση με άλλα που χρησιμοποιούν σημεία. Επίσης, έχουμε τη δυνατότητα να μορφοποιήσουμε και video και στατικές εικόνες.

SoftImage

Ένα άλλο κορυφαίο πρόγραμμα είναι το SoftImage. Χρησιμοποιείται κυρίως από μεγάλα στούντιο παραγωγής animation, γεγονός που δείχνει τις δυνατότητες του πακέτου.

Strata Studio Pro

Το Strata Studio Pro είναι το πιο γνωστό και διαδεδομένο πρόγραμμα 3D γραφικών στο Macintosh. Το Strata Studio Pro είναι κυρίως ένας graphic renderer με προεκτάσεις σε animation. Πολλά γραφικά παιχνιδιών έχουν παραχθεί με βάση αυτό το πρόγραμμα.

Director

Το Director είναι ένα εύχρηστο εργαλείο ακόμα και από χρήστες χωρίς εμπειρία παραγωγής animation. Είναι προϊόν της Macromedia και εκτελείται από συμβατό υπολογιστή σε περιβάλλον Windows. Το animation θεωρείται ως ένα φιλμ που παίρνουν μέρος ηθοποιοί (**cast members**). Ο κάθε **cast member** μπορεί να δημιουργηθεί από τις δικές του ζωγραφιές χρησιμοποιώντας το paint tool ή εισάγοντας με την επιλογή import εικόνα έτοιμη σε format gif ή aiff. Ο χρήστης έχει στη διάθεσή του πολλά εργαλεία για να επιφέρει ό,τι είδους αλλαγές θέλει πάνω στις εικόνες που έχει εισάγει. Το animation προχωρά πάνω στη σκηνή σε ένα ορθογώνιο κομμάτι της εικόνας. Ο animator καθορίζει την ταχύτητα και την τροχιά που θα αποκτήσει ο cast member μέσα στη σκηνή. Κάτι τέτοιο μπορεί να γίνει με πολλούς και ποικίλους τρόπους, ακόμα και σε πραγματικό χρόνο όπου καταγράφεται η κίνηση που θέλει να δώσει ο animator. Επίσης, υπάρχει και το control panel που βοηθάει στη μετακίνηση του video στο σημείο που θέλουμε για να επεξεργαστούμε το κάθε καρέ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ INTERNET

Ιστορία

Το Internet ξεκίνησε ως δίκτυο έρευνας, χρηματοδοτούμενο από το Advanced Research Projects Agency, όταν ο πρώτος κόμβος Arpanet εγκαταστάθηκε στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια το 1969. Στα μέσα του '70 το Arpanet περιλάμβανε περισσότερα από 30 πανεπιστήμια, στρατιωτικές τοποθεσίες και κυβερνητικούς πράκτορες και οι χρήστες του είχαν επεκταθεί και σε επιστήμονες της Πληροφορικής. Το 1983 το Δίκτυο αποτελείτο από εκατοντάδες υπολογιστών, μόνο σε μερικά τοπικά δίκτυα. Το 1985 το NSF (National Science Foundation) κανόνισε με το ARPA να συνεργαστούν με κέντρα που είχαν μεγάλους υπολογιστές και ερευνητές της Πληροφορικής, κατά μήκος του Arpanet. Το NSF επιχορηγούσε επίσης ένα πρόγραμμα βελτίωσης του σκελετού του Arpanet, αυξάνοντας το εύρος του από 56kbps σε T1 και μετά σε T3 και διακλαδούμενο σε συνδέσεις σε διεθνείς τοποθεσίες σε Ευρώπη και Άπω Ανατολή. Το 1989, η ευθύνη και η διαχείριση του Arpanet πέρασε επίσημα από τα στρατιωτικά ενδιαφέροντα στο ακαδημαϊκά προσανατολισμένο NSF και οι εταιρείες έρευνας και τα πανεπιστήμια έγιναν δυνατοί χρήστες του αναπτυσσόμενου πλέον «Internet». Πολλοί από τους τρόπους επικοινωνίας και τους κανόνες συμπεριφοράς του Internet, όπως η αποστολή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και η δημοσίευση σε ομάδες συζήτησης, καθιερώθηκαν εκείνη την εποχή. Όλο και περισσότερες ιδιωτικές εταιρείες και οργανισμοί συνδέθηκαν στο Internet. Στα μέσα του 1990 το Internet συμπεριλάμβανε συνδέσεις σε περισσότερες από 60 χώρες και σε περισσότερο από δύο εκατομμύρια κύριους υπολογιστές, με περισσότερους από 15 εκατομμύρια χρήστες στον κόσμο. Η εμπορική και επαγγελματική χρήση του Internet δεν επιτρεπόταν μέχρι το 1992, αλλά οι επιχειρήσεις τώρα έχουν γίνει η δύναμή του.

Διαδικτύωση

Στην απλούστερη μορφή του, ένα δίκτυο είναι ένα σύμπλεγμα από υπολογιστές, με έναν υπολογιστή διακομιστή που παρέχει υπηρεσίες δικτύου, όπως μεταφορά αρχείων, στους υπολογιστές-πελάτες του δικτύου, εξόδους και τους δρομολογητές, ένα δίκτυο LAN μπορεί να συνδεθεί σε άλλα LAN, με ένα δίκτυο ευρείας περιοχής WAN. Αυτά τα LAN και τα WAN μπορούν επίσης να συνδεθούν στο Internet μέσω ενός διακομιστή, που παρέχει τα

απαραίτητα προγράμματα για το Internet και τη φυσική σύνδεση των δεδομένων (συνήθως με τηλεφωνικές γραμμές μεγάλου εύρους). Οι μεμονωμένοι υπολογιστές που δεν αποτελούν μόνιμα μέρη δικτύου μπορούν να καλέσουν έναν από αυτούς τους διακομιστές του Internet και με σωστό προσδιορισμό και προγράμματα να πάρουν μια IP διεύθυνση Internet.

Οι IP Διευθύνσεις και τα Πακέτα Δεδομένων

Όταν μια σειρά από δεδομένα στέλνεται μέσω του Internet από τον υπολογιστή, χωρίζεται πρώτα σε πακέτα από το Transmission Control Protocol. Κάθε πακέτο περιλαμβάνει τη διεύθυνση του υπολογιστή λήψης, έναν αριθμό σειράς, πληροφορίες διόρθωσης σφαλμάτων και ένα μικρό τμήμα από δεδομένα. Αφού δημιουργηθεί το πακέτο με το TCP, το Internet πρωτόκολλο αναλαμβάνει μετά να στείλει το πακέτο στον προορισμό του, κατά μήκος μιας διαδρομής που μπορεί να περιλαμβάνει πολλούς άλλους υπολογιστές, που ενεργούν ως προωθητές. Το TCP/IP είναι δυο βασικά πρωτόκολλα Internet, που δουλεύουν σε συνδυασμό.

Η διεύθυνση 32-bit που περιλαμβάνεται σε ένα πακέτο δεδομένων, η *IP διεύθυνση*, είναι η πραγματική διεύθυνση Internet. Αποτελείται από μέχρι τέσσερις αριθμούς, χωρισμένους με τελείες, π.χ 40.174.162.10. Μερικοί από αυτούς τους αριθμούς δίνονται από υπεύθυνους του Internet και μερικοί μπορεί να δοθούν δυναμικά από μια υπηρεσία παροχής Internet, όταν ένας υπολογιστής συνδέεται από ένα λογαριασμό μέσω τηλεφώνου. Υπάρχουν διακομιστές ονομάτων τομέων σε όλο το Internet, των οποίων η μόνη δουλειά είναι να ψάχνουν γρήγορα για διευθύνσεις ονομάτων τομέα σε μεγάλες κατανεμημένες βάσεις δεδομένων, να τους μετατρέπουν σε IP διευθύνσεις και να επιστρέφουν σε μας για εισαγωγή στα πακέτα δεδομένων μας.

Συνδέσεις

Αν συνδεόμαστε στο Internet μέσω μιας online υπηρεσίας, όπως οι America Online (AOL), Microsoft Network (MSN), ή η Prodigy, χρειαζόμαστε ειδικό λογισμικό που παρέχεται από αυτήν την υπηρεσία. Η AOL παρέχει λειτουργίες Web, FTP και Gopher. Τα προγράμματα της MSN είναι ενσωματωμένα στα Windows και μπορούν να εγκατασταθούν στην διάρκεια της εγκατάστασης των Windows. Για σύνδεση στο Internet μέσω μιας υπηρεσίας παροχής Internet το λογισμικό γενικά αποτελείται από την εφαρμογή PPP για κλήση, και το TCP/IP για σωστή αποστολή και λήψη δεδομένων αφού συνδεθούμε. Οι

εταιρείες παροχής υπηρεσιών Internet συνήθως παρέχουν ένα ή περισσότερα POP (Points of Presence), που είναι ένας τοπικός τηλεφωνικός αριθμός για σύνδεση με το διακομιστή της υπηρεσίας.

Internet Υπηρεσίες

Για πολλούς χρήστες το Internet σημαίνει το World Wide Web, αλλά το Web είναι μόνο η τελευταία και πιο δημοφιλής υπηρεσία του Internet. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η μεταφορά αρχείων, οι ομάδες συζήτησης, οι συζητήσεις πραγματικού χρόνου με κείμενο, φωνή και βίντεο και η δυνατότητα να συνδεόμαστε από απομακρυσμένους υπολογιστές είναι επίσης συνηθισμένες υπηρεσίες.

Ένας Internet διακομιστής χειρίζεται μια Internet υπηρεσία, με αποκλειστικά προγράμματα που είναι γνωστά ως *daemon*. (Τα daemon υπάρχουν μόνο σε συστήματα UNIX/Linux -σε άλλα συστήματα, όπως στα Windows NT, οι υπηρεσίες μπορεί να τρέχουν σε κανονικές εφαρμογές ή σε διαδικασίες στο υπόβαθρο). Τα daemon είναι προγράμματα πράκτορες που τρέχουν στο παρασκήνιο, περιμένοντας να ενεργήσουν σε εξωτερικές αιτήσεις. Στην περίπτωση του Internet, τα daemon υποστηρίζουν πρωτόκολλα, όπως τα Hypertext Transfer Protocol (HTTP) για το World Wide Web, το Post Office Protocol (POP) για e-mail ή το File Transfer Protocol (FTP) για ανταλλαγή αρχείων. Τα πρώτα γράμματα του URL π.χ <http://www.timestream.com/index.html>. ειδοποιούν ένα διακομιστή ποιο daemon να ενεργοποιήσει για να ικανοποιήσει μια αίτηση. Σε πολλές περιπτώσεις, το daemon για το Web, την αλληλογραφία και τα νέα μπορεί να τρέχει σε τελειώς διαφορετικούς διακομιστές, απομονωμένο από ένα firewall ασφάλειας από άλλους διακομιστές του δικτύου.

Τύποι MIME

Για να δουλέψουμε με πολυμέσα στο Internet, πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατάλληλου πρωτοκόλλου, χρησιμοποιώντας έγγραφα και μορφές που είναι αναγνωρίσιμα. Ένα συνημμένο φωνής σε ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, για παράδειγμα, πρέπει να προσδιοριστεί από το daemon Post Office και μετά να μεταδοθεί με τη σωστή κωδικοποίηση στον υπολογιστή λήψης. Ο λήπτης πρέπει να έχει το σωστό πρόγραμμα και το υλικό για την αποκρυπτογράφηση και αναπαραγωγή των πληροφοριών. Για να προσδιοριστεί η φύση των μεταδιδόμενων δεδομένων και συνεπώς ο σκοπός των

δεδομένων, το Internet χρησιμοποιεί μια τυπική λίστα από επεκτάσεις αρχείων, που ονομάζονται τύποι MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions). Οι περισσότεροι browser μας επιτρέπουν να ορίζουμε τύπους MIME και να αντιστοιχούμε "βοηθητικές εφαρμογές" στον τύπο αποκωδικοποίησης και αναπαραγωγής. Για παράδειγμα, με το Netscape Navigator μπορούμε να ορίσουμε αρχεία Acrobat της Adobe (αρχεία PDF) σαν τύπο MIME και να επιλέξουμε το Acrobat Reader ως εφαρμογή αναπαραγωγής.

Αυτά δεν χρησιμοποιούνται μόνο από το daemon του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αλλά, συμβατικά, από άλλους daemon του Internet, συμπεριλαμβανομένων του daemon HTTP του Web. Ίσως το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό HTTP για διαχείριση ιστοσελίδων είναι η εφαρμογή με ανοικτό κώδικα που ονομάζεται Apache (<http://www.apache.org>).

Τα στοιχεία πολυμέσων τυπικά αποθηκεύονται και μεταδίδονται στο internet στην κατάλληλη μορφή MIME και ονομάζονται με τη σωστή επέκταση για αυτόν τον τύπο. Για παράδειγμα, τα αρχεία κίνησης Shockwave Flash τελειώνουν με .swf, οι εικόνες με .jpg, .jpeg, .gif, ή .png, τα αρχεία ήχου σε .au, .wav, .aif, .mp3 ή σε μια άλλη αντίστοιχη μορφή και τα βίντεο Quick Time σε .qt ή .mov.

To World Wide Web και η HTML

To World Wide Web (<http://www.w.org>) ξεκίνησε το 1989 στο CERN (European Particle Physics Laboratory), σαν ένα πληροφοριακό σύστημα κατανεμημένης συνεργασίας. Σχεδιάστηκε από τον Tim Berners-Lee ως πρωτόκολλο για σύνδεση εγγράφων που βρίσκονται σε υπολογιστές οπουδήποτε στο Internet. Αυτό το νέο πρωτόκολλο HTTP (Hypertext Transfer Protocol) παρείχε κανόνες για απλή συνδιαλλαγή μεταξύ δυο υπολογιστών του Internet που είναι 1) καθιέρωση μιας σύνδεσης, 2) αίτηση να σταλεί ένα έγγραφο, 3) αποστολή του εγγράφου και 4) κλείσιμο της σύνδεσης. Απαιτούσε επίσης μια απλή μορφή εγγράφου που ονομαζόταν HTML (Hypertext Markup Language) για παρουσίαση δομημένου κειμένου ανάμικτου με εικόνες.

Ένα HTML έγγραφο μπορούσε να περιέχει υπερσυνδέσεις ή αγκυρώσεις, που αναφέρονταν σε άλλα παρόμοια έγγραφα. Με τα προγράμματα περιήγησης του Web (browser), οι χρήστες θα μπορούσαν μετά να κάνουν κλικ σε περιοχές σύνδεσης κειμένου ενός εγγράφου και να μεταπηδήσουν σε ένα άλλο έγγραφο, που μπορεί και αυτό να είχε άλλες συνδέσεις που να έδειχναν σε άλλο έγγραφο. Οι χρήστες θα μπορούσαν να περιηγούνται από έγγραφο σε έγγραφο κατά μήκος του Web, με την HTML ως βάση.

Δυναμικές Web σελίδες και XML

Η HTML είναι θαυμάσια για τη δημιουργία και την παράδοση απλών στατικών Web σελίδων. Αλλά χρειαζόμαστε και άλλα εργαλεία και γνώσεις προγραμματισμού για να παραδώσουμε *δυναμικές* σελίδες, που δημιουργούνται δυναμικά από κείμενο, γραφικά, κίνηση και πληροφορίες που περιέχονται σε βάσεις δεδομένων ή έγγραφα. Προγράμματα γραμμένα σε JavaScript και σε Java μπορούν να εισαχθούν σε HTML σελίδες, για να εκτελούν ειδικές λειτουργίες και διαδικασίες που περνούν πέρα από τις απλές δυνατότητες της HTML, π.χ για εφέ με ποντίκι, έλεγχο παραθύρων και προσαρμοσμένες κινήσεις.

Το Cold Fusion και η PHP είναι εφαρμογές που τρέχουν δίπλα-δίπλα με ένα Web διακομιστή, όπως τον Apache. Σαρώνουν μια εξερχόμενη Web σελίδα για ειδικές εντολές και οδηγίες, συνήθως ενσωματωμένες σε ειδικές *ετικέτες*. Αν βρουν μια ειδική ετικέτα στη σελίδα, το λογισμικό θα κάνει αυτό που λέει η ετικέτα να κάνει, όπως "πάρε τη σημερινή ημερομηνία και βάλε την στο κελί του πίνακα" ή "ψάξε αυτή τη βάση δεδομένων για όλους τους πελάτες των οποίων το υπόλοιπο είναι μεγαλύτερο από 100.000\$ και μετά σε αλφαβητική σειρά, βγάλε αυτή την λίστα σε ένα πίνακα στην Web σελίδα". Όταν δουλεύουμε χέρι με χέρι με αυτούς τους *διακομιστές εφαρμογών*, η Oracle, SyBase και MySQL προσφέρουν προγράμματα για να διαχειριζόμαστε SQL (Structured Query Language) βάσεις δεδομένων, που μπορεί να περιέχουν όχι μόνο κείμενο, αλλά επίσης και γραφικά και πολυμέσα, όπως και βίντεο κλιπ. Σε σχέση με την HTML, αυτά τα εργαλεία παρέχουν τη δύναμη να κάνουμε πραγματική δουλειά και να εκτελούμε πραγματικές διαδικασίες μέσα στο World Wide Web.

Η XML πηγαίνει πέρα από την HTML. Είναι το επόμενο επαναστατικό βήμα για την ανάπτυξη του Internet για μορφοποίηση και παράδοση σελίδων χρησιμοποιώντας *στυλ*. Αντίθετα από την HTML μπορούμε να δημιουργήσουμε τις δικές μας ετικέτες σε XML για να περιγράψουμε ακριβώς τι σημαίνουν τα δεδομένα και μπορούμε να πάρουμε αυτά τα δεδομένα οπουδήποτε στο Web. Στην XML, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύνολο από ετικέτες, όπως

```
<fruit>
<type> Tomato</type>
< source > California </source >
<price> $.64</price>
</fruit>
```

Και το XML έγγραφό μας, σύμφωνα με τις οδηγίες μας, θα βρει τις πληροφορίες για να τις βάλει στο σωστό μέρος στη Web σελίδα, με τις μορφοποιήσεις που θέλουμε.

Πολυμέσα στο Web

Στη διάρκεια των επόμενων ετών, οι περισσότερες εμπειρίες πολυμέσων του Internet θα συμβαίνουν στο World Wide Web, προγραμματισμένες μέσα στους περιορισμούς της HTML, εμπλουτισμένες με τις δυνατότητες που παρέχονται από την XML, Java, JavaScript και ειδικά πρόσθετα, όπως το Flash και το Quick Time, για να επιτρέψει στα προγράμματα περιήγησης του Web να ξεπερνούν τα όριά τους. Για να σχεδιάσουν και να κάνουν αποτελεσματικά πολυμέσα για αυτό το περιβάλλον, οι προγραμματιστές πρέπει να καταλάβουν, όχι μόνο πώς να δημιουργούν και να τροποποιούν τα στοιχεία των πολυμέσων, αλλά επίσης και πώς να τα παραδίδουν στα HTML προγράμματα περιήγησης και στις πρόσθετες εφαρμογές αναπαραγωγής. Οι επαγγελματικές τοποθεσίες του Web περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες, ήχο και κίνηση, που παρουσιάζονται σε ένα φιλικό περιβάλλον, που εξισορροπεί το μειονέκτημα του χαμηλού εύρους μετάδοσης με την υπομονή των χρηστών

Μέσα στον ορίζοντα της εκπληκτικής έκρηξης του World Wide Web, υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες και ανεπίλυτες προκλήσεις. Το μειονέκτημα του εύρους μετάδοσης φυσικά θα βρει λύσεις από την τεχνολογία, που τελικά θα προωθηθούν σε σπίτια και επιχειρήσεις. Αλλά η πίεση από τους όλο και περισσότερους χρήστες που μπαίνουν στο Web, θα δημιουργήσει μια τεράστια ανάγκη για περιεχόμενα υψηλής ποιότητας. Οι προγραμματιστές πολυμέσων και οι επιχειρηματίες θα γεμίσουν αυτό το δημιουργικό κενό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ WORLD WIDE WEB

Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, τα πρόσθετα και εμπορικά εργαλεία πολυμέσων με στόχο την αγορά του Web, μπήκαν σε μια τρελή διαδρομή, αγωνιζόμενο καθένα για την παρουσία του και για να μπει στο μυαλό του προγραμματιστή και του χρήστη, με ένα πολύ έντονο τρόπο. Λίγα χρόνια μετά την εμφάνιση του πρώτου daemon HTTP στην Ελβετία, εκατομμύρια περιηγητές του Web αισθάνονται πεινασμένοι για ωραίες βελτιώσεις σε διασκεδαστικές τοποθεσίες. Οι προγραμματιστές Web τοποθεσιών και σελίδων χρειάζονται δημιουργικά εργαλεία για να τροφοδοτήσουν τους περιηγητές. Οι περιηγητές χρειάζονται προγράμματα περιήγησης του Web, πρόσθετα και προγράμματα αναπαραγωγής για να κάνουν αυτές τις ωραίες βελτιώσεις να δουλεύουν. Το 2001 η Macromedia ήταν ο αρχηγός υποστηρίζοντας ότι 96% του online κοινού μπορεί να δει πολυμέσα που δημιουργήθηκαν με το Flash.

Ο συνδυασμός της ανάπτυξης των εργαλείων και των απαιτήσεων των χρηστών για απόδοση, αναγκάζει τη σωστή ανάπτυξη του πυρήνα της τυποποίησης HTML. Ανίκανη να αναπτυχθεί αρκετά γρήγορα για να ικανοποιήσει την απαίτηση για λειτουργίες (υπάρχουν επιτροπές, διεθνείς συναντήσεις, αντιπαραθέσεις, περίοδοι σχολίων και ψήφοι στην διαδικασία των τυποποιήσεων), η HTML γλώσσα συνεχώς επεκτείνεται από τα εμπορικά ενδιαφέροντα (βασικά από την Netscape και τη Microsoft). Αυτές οι εταιρείες εμφανίζουν τακτικά νέες εκδόσεις των προγραμμάτων περιήγησης του Web που περιέχουν *ετικέτες* (HTML εντολές) και λειτουργίες που δεν είναι τυπικά αποδεκτές. Μέχρι στιγμής εκατομμύρια χρήστες εξαρτώνται από τις λειτουργίες των νέων εκδόσεων των browser, όπου οι πιο προσεκτικά επίσημες προδιαγραφές δεν έχουν επιλογή παρά να τις αποδεχτούν. Την ώρα που οι λειτουργίες γίνονται επίσημες, φυσικά - μετά από αρκετές συναντήσεις, ψηφοφορίες και επίδειξη δύναμης - έχουν εμφανιστεί ακόμα νεότερες εκδόσεις των προγραμμάτων περιήγησης, με ακόμα νεότερες ανεπίσημες λειτουργίες.

Αυτό που κρατά αυτό τον κύκλο να μη γίνει χαοτικός είναι οι φυσικές δυνάμεις επιλογής της αγοράς: οι προγραμματιστές παλεύουν να δημιουργήσουν ένα επιτυχημένο προϊόν που δουλεύει καλά και ικανοποιεί περισσότερους χρήστες, χωρίς να απέχουν πολύ από τις βασικές τυποποιήσεις. Οι προγραμματιστές επίσης παραπονιούνται για την αντιπαράθεση μεταξύ Netscape και Microsoft, επειδή πρέπει να βρίσκουν λύσεις που να μπορούν να αντιμετωπίσουν την διαφορά μεταξύ αυτών των δυο προγραμμάτων περιήγησης

και πρέπει να ελέγχουν την απόδοση των τοποθεσιών τους και στα δύο.

Ο Netscape Navigator και ο Internet Explorer της Microsoft περιέχουν πολλές ανεπίσημες λειτουργίες και επεκτάσεις στην επίσημη HTML. Καθένας παρέχει μια μέθοδο σε προγραμματιστές τρίτων εταιρειών που τους επιτρέπει να προσθέτουν ειδικά εργαλεία που αναλαμβάνουν ειδικές δραστηριότητες. Ο Navigator και ο Explorer υποστηρίζουν επίσης τις γλώσσες Java και JavaScript, με τις οποίες οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν *βοηθητικές εφαρμογές* (applet) ή κώδικα προγραμματισμού για να επεκτείνουν και να προσαρμόσουν τις βασικές δυνατότητες HTML του browser, ειδικά στα πολυμέσα. Έτσι, ενώ τα προγράμματα περιήγησης παρέχουν την βάση για την HTML, τα προγράμματα αναπαραγωγής τρίτων εταιρειών, και ακόμα, οι μη προγραμματιστές, μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους εργαλεία για να βελτιώσουν την απόδοση των προγραμμάτων περιήγησης του Web ή να εκτελέσουν ειδικές διαδικασίες. Συχνά μέσω των πρόσθετων και των βοηθητικών εφαρμογών, που τα πολυμέσα φτάνουν στους τελικούς χρήστες. Πολλά από αυτά τα εργαλεία είναι διαθέσιμα δωρεάν ή ως προγράμματα περιορισμένης χρήσης, ενώ άλλα, ειδικά οι διακομιστές, είναι διαθέσιμα ως ακριβές μηχανές, τα περισσότερα μπορούν να μεταφερθούν από το Internet σε μια δοκιμαστική έκδοση. Δοκιμάστε το. Αν σας αρέσει ή το χρησιμοποιείτε, αγοράστε το.

Η φανταστική ανάπτυξη του Internet έχει κάνει πολλούς προγραμματιστές να ανακατευθύνουν τις δημιουργικές προσπάθειές τους προς λύσεις σε σχέση με το Web. Αυτό παραμένει ένα νέο σύνορο. Κανένας προγραμματιστής δεν θέλει να μείνει πίσω.

Web Διακομιστές

Ένας αναπτυσσόμενος αριθμός προμηθευτών προγραμμάτων παρέχουν Web διακομιστές με διαφορετική δύναμη και χωρητικότητα και για διάφορες πλατφόρμες, και όλοι ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Hypertext Transfer Protocol. Ένας διακομιστής είναι τεχνικά όχι το υλικό, αλλά το λογισμικό - θα πρέπει να επενδύσουμε σε λογισμικό διακομιστή που θα ανταποκρίνεται στη χρήση που θέλουμε και θα πρέπει να υποστηρίζεται από τον προμηθευτή. Οι περισσότεροι προμηθευτές επίσης θα προτείνουν διαμορφώσεις υλικού. Αυτός ο συνδυασμός λογισμικού και υλικού είναι κρίσιμος για την επιτυχία, αν θέλουμε να βελτιστοποιήσουμε το χρόνο απόκρισης (λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο), τις συνδέσεις μας ανά δευτερόλεπτο (όσο γίνεται περισσότερες) και την απόδοση (πολύς χώρος πριν υπερφορτωθεί η Internet σύνδεσή μας από πακέτα που ταξιδεύουν).

Προγράμματα περιήγησης του Web

Η απόδοση του Η/Υ είναι τόσο σημαντική όσο το εύρος μετάδοσης της σύνδεσης με το Web. Τα προγράμματα περιήγησης (browser) είναι εφαρμογές που τρέχουν σε ένα προσωπικό Η/Υ ενός χρήστη (από την πλευρά του πελάτη στο Internet) για να παρέχουν το διαλογικό περιβάλλον για αναζήτηση, εύρεση και εμφάνιση κειμένου, ήχων, κίνησης και πολυμέσων του Web. Το 1996 περίπου 50 προγράμματα περιήγησης Web ανταγωνίζονταν για την αγορά, έχοντας το καθένα μια ειδική μοναδική λειτουργία, απόδοση και κόστος. Στα μέσα του 2001, μόνο δυο σοβαροί ανταγωνιστές παρέμειναν: η Netscape και η Microsoft, και η Netscape άρχισε να λειτουργεί σαν χαμαιλέων. Αγοράστηκε από την AOL, μετά συγχωνεύθηκε με την Time Warner, ξανατοποθετήθηκε ως εταιρεία "πολυμέσων" αντί εταιρεία λογισμικού, δίνοντας στο νέο Netscape μια πιθανότητα να πουλήσει διαφημίσεις για πολυμέσα και πειραματίστηκε με τις συνδρομές αντί με τις ελεύθερες υπηρεσίες μέσα στην αυτοκρατορία AOL-Time Warner.

Τον Οκτώβριο του 1997, αργά τη νύχτα μετά την ανακοίνωση της εμφάνισης του νέου Explorer 4.0 της Microsoft στο Σαν Φρανζίσκο, μια ομάδα από μηχανικούς της Microsoft ταξίδεψε 30 μίλια νότια έως το κύριο κτίριο της Netscape και έβαλε ένα λογότυπο του Explorer, σε μέγεθος φορτηγού (το "e" που γυρνάει), εμπρός από τα γραφεία του ανταγωνιστή, συνοδευόμενο από ένα τεράστιο μπαλόνι που έλεγε «Σε Αγαπούμε» και από ένα μπαλόνι με το μήνυμα «Απλώς δεν είναι δίκαιο. Οι καλοί άνθρωποι δεν θα πρέπει να αισθάνονται άσχημα. Με τις καλύτερες ευχές μας, από την ομάδα IE» Το επόμενο πρωί, οι μηχανικοί της Netscape είχαν βάλει σαν στέμμα στο λογότυπο του Explorer ένα γιγάντιο δεινόσαυρο (τη μασκότ της εταιρείας, που ονομάζεται Mozilla) και κάρφωσαν ένα σήμα που έλεγε "Netscape 72, Microsoft 18" (το μερίδιο της αγοράς των δυο εταιρειών εκείνη την εποχή). Η πλειοψηφία των επισκεπτών μιας Web τοποθεσίας χρησιμοποιεί το Navigator της Netscape ή το Internet Explorer της Microsoft. Στο σχεδιασμό μίας Web τοποθεσίας συνεπώς, θα πρέπει να είμαστε σίγουροι ότι τα έγγραφά μας και τα πρόσθετα δουλεύουν και φαίνονται ωραία και στα δύο προγράμματα περιήγησης.

Δημιουργία ιστοσελίδων και κατασκευαστές τοποθεσιών

Για να εμφανίσουμε πολυμέσα στο Web σήμερα, θα πρέπει να ξέρουμε HTML - πρέπει να τοποθετήσουμε τις σωστές ετικέτες και αναφορές στα έγγραφά μας, για να μπορούμε να ξεκινάμε και να ελέγχουμε τα πολυμέσα μας. Πολλοί HTML επεξεργαστές και εφαρμογές δημιουργίας ιστοσελίδων προσφέρονται να συντομεύσουν τον χρόνο εκμάθησης

της HTML. Συνήθως αυτοί οι βοηθοί δημιουργούν περίπλοκο HTML κώδικα, με την ιδέα ότι αν αυτός ο κώδικας είναι κρυφός στο παρασκήνιο, ποιον ενδιαφέρει;

Τα HTML έγγραφα είναι απλά ASCII αρχεία κειμένου, που αποθηκεύονται στο δίσκο χωρίς κάποια μορφοποίηση - χωρίς έντονα, υπογράμμιση, ειδικές γραμματοσειρές, περιθώρια ή στηλοθέτες. Οι επαγγελματίες προγραμματιστές ιστοσελίδων συνήθως χρησιμοποιούν μόνο ένα επεξεργαστή κειμένου, όπως το BBEdit αντί για έναν HTML επεξεργαστή με μεταφορά και απόθεση και εισάγουν κείμενο και ετικέτες στα έγγραφά τους με το χέρι ή με προσαρμοσμένες συντομεύσεις και βοηθητικά script. Η HTML αυτή τη στιγμή περιλαμβάνει περίπου 50 ετικέτες και αφού καταλάβουμε τις ιδιότητες, τις χρήσεις τους και την κωδικοποίησή τους, είναι μια πολύ απλή διαδικασία να δημιουργήσουμε ένα έγγραφο και να το αποθηκεύσουμε στη Web τοποθεσία μας.

Οι HTML μεταφραστές είναι ενσωματωμένοι σε πολλά προγράμματα επεξεργασίας κειμένου, έτσι μπορούμε να εξάγουμε ένα έγγραφο από έναν επεξεργαστή κειμένου με τα στυλ κειμένου και τη διάταξή του να έχουν μετατραπεί σε HTML ετικέτες για επικεφαλίδες, έντονα, υπογράμμιση κλπ. Μερικά είναι πιο δυνατά από άλλα. Αυτά δουλεύουν καλά για απλά έγγραφα κειμένου, που τείνουν να χρησιμοποιούν δυνατές HTML λειτουργίες, όπως πίνακες, φόρμες, πλαίσια και άλλες επεκτάσεις, που προσφέρονται από το Navigator, τον Explorer ή άλλα προγράμματα περιήγησης του Web. Οι αποκλειστικοί επεξεργαστές είναι συνήθως οπτικοί επεξεργαστές κειμένου και παρέχουν περισσότερη δύναμη και περισσότερες λειτουργίες, ειδικά για την εκμετάλλευση της HTML. Το Microsoft Word, για παράδειγμα, ανοίγει αυτόματα Web σελίδες σε μια οπτική προβολή. Από την άλλη, αυτές οι βοηθητικές λειτουργίες μπορεί να κάνουν μια σελίδα με πολλά ενσωματωμένα γραφικά να φορτώνεται πολύ αργά στον επεξεργαστή κειμένου, ενώ μεταφράζεται και διατάσσεται η σελίδα, όπως θα έκανε ένα πρόγραμμα περιήγησης του Web, αντί απλώς να φορτώνει το κείμενο του HTML κώδικα και να μας αφήνει να αλλάζουμε μερικές ετικέτες ή γραμμές.

Μεταξύ των πολλών εργαλείων αυτής της αναπτυσσόμενης αγοράς, το FrontPage από τη Microsoft συνδέεται με το Microsoft Office και παρέχει όχι μόνο οπτική υποστήριξη για πολλές από τις τελευταίες επεκτάσεις της HTML μορφοποίησης, αλλά και εκτενή διαχείριση Web τοποθεσιών μέσω της εφαρμογής FrontPage Explorer. Για να χρησιμοποιήσουμε ωστόσο αυτή τη λειτουργία, θα πρέπει να τρέχουμε ένα Microsoft διακομιστή! Το Page Maker από την Adobe αποθηκεύει τις σελίδες ως HTML έγγραφα και Acrobat PDF αρχεία. Το HoTMetal Pro από τη SoftQuad εισάγει και μετατρέπει αρχεία που δημιουργούνται στο Word, WordPerfect, Ami PRO και άλλους επεξεργαστές κειμένου. Έχει ένα περιβάλλον στο οποίο δείχνουμε και κάνουμε κλικ για εισαγωγή έγκυρων HTML κωδικών και στοιχείων και

παρέχει ένα βελτιωμένο επεξεργαστή URL για να διαχειριζόμαστε αναφορές και κλήσεις σε άλλα έγγραφα και αρχεία. Το Mymidon του Terry Morse είναι ένας δημιουργός σελίδων για Macintosh, που δημιουργεί μια HTML σελίδα από περισσότερα έγγραφα "τοπώνοντάς την" για να αναλύσει τα περιεχόμενα και να τα μετατρέψει σε HTML. Ο επεξεργαστής του Netscape Navigator προσφέρει ένα περιβάλλον με ένα κλικ για εισαγωγή εικόνων, αντικείμενα, Java βοηθητικές εφαρμογές, JavaScript script και πλαίσια και υποστηρίζει πρόσθετα, όπως τα Acrobat, Shockwave, Flash, RealAudio, WebFX και άλλα, ώστε να μπορούν να εισαχθούν πολυμέσα στο HTML έγγραφό μας. Το Go-Live! της Adobe είναι ένας οπτικός επεξεργαστής με τον οποίον μπορούμε να δημιουργήσουμε και να τροποποιήσουμε σελίδες κειμένου, να εισάγουμε εικόνες και να συνδεθούμε σε άλλα έγγραφα. Το Dreamweaver από την Macromedia είναι ένα εργαλείο σχεδίασης Web τοποθεσιών, με τη συνοδευτική εφαρμογή SiteSpring για διαχείριση ολόκληρων έργων.

Η διαχείριση και η συντήρηση μιας Web τοποθεσίας είναι μια σοβαρή υπόθεση, όταν η τοποθεσία περιέχει πολλές χιλιάδες έγγραφα κειμένου, εικόνες και άλλους πόρους. Λογισμικό και έμπειρα εργαλεία για αυτοματοποιημένη ανάπτυξη ιστοσελίδων, διαχείριση εγγράφων και ανάλυση της δραστηριότητας της τοποθεσίας, γίνονται ευρέως διαθέσιμα. Συνδυασμένες με εργαλεία δημιουργίας σελίδων και επεξεργασίας πολυμέσων, αυτές οι εφαρμογές θα ενσωματωθούν στους πανταχού παρόντες «επεξεργαστές κειμένου» της νέας εποχής των πληροφοριών και θα είναι απαραίτητες σε κάθε χώρο με σύνδεση στο Web και ικανές να ενοποιούν και να παρουσιάζουν όλα τα στοιχεία πολυμέσων.

Πρόσθετα και εργαλεία παράδοσης

Τα πρόσθετα (Plug-in) προσθέτουν τη δύναμη πολυμέσων στα προγράμματα περιήγησης του Web, επιτρέποντας σε χρήστες να βλέπουν και να συνδιαλέγονται με νέα είδη εγγράφων και εικόνων. Οι *βοηθητικές εφαρμογές ή προγράμματα* αναπαραγωγής παρέχουν επίσης δύναμη πολυμέσων, εμφανίζοντας ή εκτελώντας αρχεία που μεταφέρονται από το Internet από τα προγράμματα περιήγησης, αλλά τα βοηθητικά προγράμματα δεν ενοποιούνται τόσο εύκολα με το ίδιο το πρόγραμμα περιήγησης. Όταν ένας άγνωστος ενσωματωμένος τύπος MIME καλείται από ένα HTML έγγραφο (ήχοι, ταινίες, ασυνήθιστο κείμενο ή αρχεία κειμένου), τα περισσότερα προγράμματα περιήγησης του Web θα ξεκινήσουν αυτόματα μια βοηθητική εφαρμογή (αν καθορίζεται στις προτιμήσεις του προγράμματος περιήγησης) για να την εμφανίσουν ή να την τρέξουν, αλλά αυτή η βοηθητική εφαρμογή ξεκινά και τρέχει στον υπολογιστή ξεχωριστά από τα προγράμματα περιήγησης του Web. Πολλά πρόσθετα έχουν σχεδιαστεί να εκτελούν ειδικές διαδικασίες,

που δεν είναι διαθέσιμες χωρίς το πρόσθετο. Αν φτάσουμε σε μια ιστοσελίδα που περιέχει ενσωματωμένες συμπίεσμένες εικόνες για παράδειγμα, και δεν είναι εγκατεστημένο το κατάλληλο πρόσθετο για αποσυμπίεση αυτών των εικόνων, δε θα δούμε τις εικόνες.

Οι σχεδιαστές δουλεύουν για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα, συμπεριλαμβάνοντας στις σελίδες τους υπερσυνδέσεις για την τοποθεσία όπου μπορεί να βρεθεί το πρόσθετο που λείπει. Οι χρήστες πρέπει να πάνε μετά από εκεί, να μεταφέρουν και να εγκαταστήσουν το πρόσθετο,, και να ξεκινήσουν πάλι το πρόγραμμα περιήγησης. Μέχρι να προσδιορίζει η αγορά ποια πρόσθετα θα γίνουν τυποποιήσεις για το Web, οι προγραμματιστές δεν έχουν εναλλακτική λύση. Επειδή η μεταφορά και η εγκατάσταση των πρόσθετων θεωρείται ενοχλητική για τον τελικό χρήστη, πολλοί προγραμματιστές εργαλείων χρησιμοποιούν δυνατότητες Java και JavaScript μέσα στα σημερινά προγράμματα περιήγησης του Web. Για να προσφερθεί η λειτουργικότητα ενός πρόσθετου σε επισκέπτες της Web τοποθεσίας μας, πολλά πρόσθετα απαιτούν την προσθήκη πληροφοριών τύπου MIME σε ένα ειδικό αρχείο εγκατάστασης στο διακομιστή μας. Αν δεν ελέγχουμε ή δε λειτουργούμε το δικό μας διακομιστή, θα πρέπει να πούμε στην εταιρεία παροχής υπηρεσιών Internet να ξέρει τι τύπους MIME θέλουμε να υποστηρίξουμε. Η διαμόρφωση των διακομιστών για μερικά από τα πρόσθετα πολυμέσων δεν είναι απλή διαδικασία και πολλές εταιρείες Internet δεν υποστηρίζουν σειρές δεδομένων μεγάλου εύρους, από φόβο μήπως υπερφορτώσουν τις Internet συνδέσεις τους εξυπηρετώντας ήχο ή βίντεο. Πράγματι, ενώ ένα πρόσθετο ή ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής μπορεί να είναι δωρεάν και άμεσα διαθέσιμο σε οποιονδήποτε, το λογισμικό για να δημιουργηθεί, να συμπίεστεί, να υλοποιηθεί και να εξυπηρετήσει τα ειδικά δεδομένα (όπως τις συμπίεσμένες εικόνες, τον συμπίεμένο ήχο, το συνεχόμενο βίντεο, την κίνηση και το VRML), απαιτεί μια πολύ δύσκολη και ακριβή διαδικασία, αφού η εταιρία κερδίζει χρήματα από το εργαλείο ανάπτυξης και όχι από το λογισμικό.

Κείμενο

Τα πρόσθετα κειμένου και εγγράφων, όπως το δημοφιλές Acrobat Reader, μας κάνουν να ξεπερνάμε τους περιορισμούς της HTML και των προγραμμάτων περιήγησης του Web, όπου οι γραμματοσειρές δεν αλλάζουν και η διάταξη των σελίδων είναι απλή. Σε μορφές αρχείων που παρέχονται από το Adobe Acrobat, για παράδειγμα, ενσωματώνονται ειδικές γραμματοσειρές και γραφικές εικόνες ως δεδομένα στο αρχείο και ταξιδεύουν μαζί του, ώστε ό, τι βλέπουμε όταν κοιτάζουμε αυτό το αρχείο είναι ακριβώς αυτό που ήθελε ο κατασκευαστής του.

Εικόνες

Τα περισσότερα προγράμματα περιήγησης Web διαβάζουν μόνο bitmap εικόνες JPEG, GIF και PNG. Τα διανυσματικά αρχεία είναι μια μαθηματική περιγραφή των γραμμών, καμπυλών, διανυσμάτων και μοτίβων που χρειάζονται για να σχεδιαστεί μια εικόνα και ενώ γενικά δεν παρέχουν τις πλούσιες λεπτομέρειες που βρίσκονται στα bitmap, είναι μικρότερα και μπορούν να κλιμακωθούν χωρίς να χαλάσει η εικόνα. Τα πρόσθετα που μας επιτρέπουν να βλέπουμε διανυσματικές μορφές είναι χρήσιμα, ιδιαίτερα όταν μερικά παρέχουν υψηλή συμπίεση για να συρρικνώσουν δραματικά το μέγεθος των αρχείων και να μικρύνουν το χρόνο που ξοδεύουμε κατά τη φόρτωση και την εμφάνισή τους. Το μέγεθος των αρχείων και η συμπίεση είναι ένα επαναλαμβανόμενο θέμα στο Internet, όπου οι πλούσιες εικόνες, οι ταινίες και οι ήχοι μπορεί να χρειάζονται πολύ χρόνο, για να φτάσουν στον τελικό χρήστη. Τα διανυσματικά γραφικά είναι επίσης *ανεξάρτητα* από συσκευές - η εικόνα πάντα εμφανίζεται στο σωστό μέγεθος και με το μέγιστο αριθμό χρωμάτων που υποστηρίζεται από τον υπολογιστή. Αντίθετα με τα bitmap αρχεία, ένα διανυσματικό αρχείο μπορεί να μεταφερθεί, να μπει σε cache και μετά να εμφανιστεί πολλαπλές φορές, σε διαφορετικά μεγέθη και στην ίδια ή διαφορετική Web σελίδα.

Ήχος

Ο χειρισμός του ήχου μέσω του Web γίνεται με διαφορετικούς τρόπους. Τα ψηφιοποιημένα αρχεία ήχου, σε διάφορες συνηθισμένες μορφές, όπως WAV, AIF, ή AU, μπορούν να σταλούν στον υπολογιστή μας και μετά να ανατυχθούν, είτε ενώ μεταφέρονται (συνεχόμενη αναπαραγωγή) ή αφού μεταφερθούν πλήρως (χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής). Τα MIDI αρχεία μπορούν επίσης να ληφθούν και να αναπαραχθούν. Αυτά τα αρχεία είναι πιο συμπιεσμένα, αλλά η ποιότητά τους εξαρτάται από την διαμόρφωση MIDI του υπολογιστή. Τα αρχεία ομιλίας μπορούν να κωδικοποιηθούν με ειδικό τρόπο σε μια γλώσσα και να σταλούν με μεγάλη ταχύτητα σε έναν άλλο υπολογιστή για να αποκωδικοποιηθούν και να παίξουν με διάφορες φωνές. Τα στοιχεία φωνής μπορούν επίσης να ενσωματωθούν σε έργα που γίνονται από τις Director, Authorware, Astound, SuperCard, WebShow ή άλλες εφαρμογές. Και οι ήχοι μπορούν να ενσωματωθούν σε αρχεία ταινιών Quick Time, AVI και MPEG. Μερικοί ήχοι μπορεί να είναι multicast (χρησιμοποιώντας multicast πρωτόκολλα IP για το Internet), έτσι ώστε πολλαπλοί χρήστες να μπορούν ταυτόχρονα να ακούν τις ίδιες σειρές δεδομένων, χωρίς αντιγραφή των δεδομένων διά μέσου του Internet. Τα τηλέφωνα που βασίζονται στο Web μεταδίδουν επίσης πακέτα δεδομένων που περιέχουν πληροφορίες ήχου.

Κίνηση, Βίντεο και παρουσιάσεις

Τα πιο απαιτητικά σε δεδομένα στοιχεία πολυμέσων που ταξιδεύουν στο Internet είναι οι βίντεο σειρές δεδομένων, που περιέχουν εικόνες και συγχρονισμένο ήχο, που συνήθως είναι μέσα σε μορφές αρχείων QuickTime της Apple, Video for Windows (AVI) της Microsoft όπως και σε MPEG αρχεία. Επίσης, πλούσια σε δεδομένα είναι τα αρχεία τρίτων κατασκευαστών, όπως τα Shockwave και Astound, PowerPoint και άλλες εφαρμογές παρουσιάσεων. Σε όλες τις περιπτώσεις η ανταλλαγή μεταξύ εύρους μετάδοσης και ποιότητας είναι συνεχώς μπροστά μας όταν σχεδιάζουμε, αναπτύσσουμε και παραδίδουμε κίνηση ή κινούμενο βίντεο στο Web.

Πέρα από την HTML

Η HTML είναι ο σπόρος που σχηματίζεται και δημιουργεί τη μορφή των πολυμέσων του World Wide Web, καθώς αναπτύσσεται από τη λεωφόρο των δεδομένων του Internet. Μέσα στους διακομιστές HTML και στα προγράμματα περιήγησης του Web, νέες ετικέτες, όπως οι <EMBED> και οι <INSERT>, επιτρέπουν σε κείμενο, ήχο, εικόνες, κίνηση και κινούμενο βίντεο να κινούνται κατά μήκος του Web. Έχουν δημιουργηθεί συνδέσεις για βοηθητικές εφαρμογές java και javascript ανεξάρτητες από πλατφόρμα στα περισσότερα προγράμματα περιήγησης του Web, ώστε να μπορούμε να σχεδιάζουμε τοπικές δραστηριότητες χωρίς πολλή επικοινωνία μεταξύ πελάτη - διακομιστή, που να βασίζεται σε CGI προγραμματισμό. Το CGI είναι μια τυποποίηση για διασύνδεση εξωτερικών εφαρμογών με διακομιστές, όπως HTTP ή Web διακομιστές και τα CGI προγράμματα μπορούν να γραφτούν σε γλώσσες C/C++ , Fortran, PERL, TCL, σε ένα κέλυφος Unix, σε Visual Basic, ή ακόμα και σε AppleScript, εφόσον η γλώσσα υποστηρίζεται από την πλατφόρμα του διακομιστή.

Πολλές εταιρείες εργαλείων λογισμικού αναπτύσσουν εφαρμογές και περιβάλλοντα σχεδίασης που δουλεύουν με java. Το Cruiser της Aimtech χρησιμοποιεί ένα οπτικό περιβάλλον διάταξης σελίδων, για οπτικό καθορισμό ζωντανών αντικειμένων (όπως κίνηση, γραφικά και ήχο), με λειτουργίες μεταφοράς και απόθεσης. Το Noware's Java από την Down Under παρέχει ένα Activator Wizard και πρόσθετα βοηθητικών εφαρμογών, για να παράγει κώδικα που μπορεί να αφηθεί σε μια Web σελίδα. Το Java Development Kit, Cafe της Symantec, παρέχει στους προγραμματιστές java δυνατότητες κλάσεων και διαχείρισης έργων μέσα σε ένα γραφικό περιβάλλον ανάπτυξης και επίσης χρησιμοποιεί προγράμματα που ονομάζονται Caffeine, για την προσθήκη δυνατοτήτων java στο Symantec Project

Manager (SPM). Το HyperWire από την Autodesk μας επιτρέπει να δημιουργούμε 2D και 3D κινήσεις, όπως java βοηθητικές εφαρμογές, χωρίς να γράψουμε κώδικα. Η Microsoft προσφέρει ActiveX - μικρά, γρήγορα, πλήρως λειτουργικά συστατικά για το Internet και τα intranet, βασισμένα σε OLE Control. Το mbedlets της Mbed Software παρέχει προγραμματισμένα εφέ πολυμέσων για Web σελίδες, που δουλεύουν σε ένα περιβάλλον στο οποίο δείχνουμε και κάνουμε κλικ για συλλογή και τοποθέτηση περιεχομένων πολυμέσων μέσα σε ιστοσελίδες.

Τα προγράμματα τηλεδιασκέψεων και συνεργασιών με δυνατά στοιχεία πολυμέσων είναι ήδη διαθέσιμα στο Internet. Το BeingThere, για παράδειγμα, είναι ένα βίντεο τηλέφωνο του Internet με συνομιλία, μεταφορά αρχείων, πίνακα και ζωντανή κοινή χρήση παραθύρων. Το CU-SeeMe από τη White Pine είναι ένα δημοφιλές σύστημα συνεδριάσεων για συνομιλίες πραγματικού χρόνου μεταξύ ατόμων ή ομάδων του Internet, που προσφέρει πολλές λειτουργίες τυπικές σε προγράμματα συνεδριάσεων:

- Συμβατότητα με πολλαπλές πλατφόρμες για Windows και Macintosh
- Δυνατότητα να βλέπουμε μέχρι 8 παράθυρα συμμετεχόντων. Απεριόριστο αριθμό για ήχο και ομιλία
- Πλαίσιο μηνύματος για εισερχόμενες συνδέσεις (ID κλήσης)
- Πίνακας για συνεργασία στη διάρκεια συνεδριάσεων-υποστηρίζει πολλαπλούς χρήστες
- Υποστήριξη για προγράμματα περιήγησης Mosaic για άμεση εκκίνηση του CU-SeeMe από μια ιστοσελίδα
- Επιλέξιμους αλγόριθμους συμπίεσης ήχου με ρυθμίσεις 100 ms και 50ms
 - 2,4 K και 8,5 K ήχο για να υποστηρίζει 14,4 και 28,8 συνδέσεις modem
 - 16K και 32K codec για συνδέσεις μεγαλύτερου εύρους
- Έγχρωμη υποστήριξη για 24 bit πραγματικά χρώματα και 4 bit κλίμακα του γκρι
- Δυνατότητα για αποθήκευση, προσθήκη και τροποποίηση διευθύνσεων συμμετεχόντων και τοποθεσιών Reflector (Phone Book)
- Βίντεο συμπίεση σε υψηλές ρυθμίσεις και υψηλής ανάλυσης
- Κωδικός πρόσβασης, ID κλήσης και άλλες λειτουργίες ασφάλειας

Τα LiveMedia της Netscape (CoolTalk and CoolView) είναι μια τυποποίηση που

βασίζεται σε ήχο και βίντεο πραγματικού χρόνου για επικοινωνίες δικτύων και συνεργατικές εφαρμογές πολυμέσων που υποστηρίζονται από προγραμματιστές της βιομηχανίας, όπως τα Progressive Networks, Adobe Systems, Digital Equipment, Macromedia, NetSpeak, OnLive!, Precept, Silicon Graphics, VDOnet, VocalTec και Xing. Με το Look@Me (που βασίζεται στο Timbuktu), μπορούμε να βλέπουμε μια άλλη οθόνη Look@Me οπουδήποτε στον κόσμο σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μπορούμε να δούμε μια απομακρυσμένη οθόνη και να τροποποιήσουμε έγγραφα, να συνεργαζόμαστε σε παρουσιάσεις, να εξετάζουμε γραφικά και να παρέχουμε εκπαίδευση και υποστήριξη πραγματικού χρόνου. Το VideoPhone της Connectix (συμπεριλαμβανομένης ψηφιακής κάμερας) μας επιτρέπει να βλέπουμε βίντεο συνεδριάσεις μεταξύ γραφείων με ένα κοινόχρηστο πίνακα. Το WebBoard από την O'Reilly & Associates είναι ένα προχωρημένο σύστημα συνεδριάσεων για online συνεδριάσεις σε οποιονδήποτε Web διακομιστή των Windows, που υποστηρίζει πλήρως περιβάλλον CGI. Με το Web Crossing από την Lundeen & Associates μπορούμε να διαμορφώσουμε μια ομάδα συζήτησης σε μια Web τοποθεσία. Και για απλά τηλεφωνήματα μέσω του Internet, οι χρήστες του TeleVox της Voxware μπορούν να κάνουν πραγματικού χρόνου κλήσεις μέσω του Internet σε άλλους χρήστες του TeleVox οπουδήποτε στον κόσμο, με την τιμή μιας τοπικής σύνδεσης Internet.

3Δ Κόσμοι

Τα 3D περιβάλλοντα και οι εμπειρίες στο Web είναι τώρα δυνατές με το πρόγραμμα Internet 3-D Graphics Software της Intel χρησιμοποιώντας το Director της Macromedia για ανάπτυξη και το πρόγραμμα αναπαραγωγής Shockwave για μεταφορά. Αυτά έχουν ξεπεράσει το VRML ως ανεξάρτητο περιβάλλον, ειδικά σχεδιασμένα για υψηλής απόδοσης 3Δ κόσμους, με 3Δ κείμενο και εικόνες, υφές, κίνηση, μορφές, πολλαπλά σημεία, εντοπισμό συγκρούσεων, βαρύτητα, ήχους και όλα τα άλλα στοιχεία που συσχετίζονται με παιχνίδια. Με τον ισχυρισμό ότι τα ωραία διαλογικά 3Δ περιεχόμενα μπορούν να κάνουν σχεδόν οποιαδήποτε Web τοποθεσία πιο αποτελεσματική και μπορεί να προσελκύσουν και να πληροφορήσουν, οι αλγόριθμοι της Intel και της Macromedia μπορούν να παραδώσουν 3Δ περιεχόμενα που κλιμακώνονται αυτόματα και ανταποκρίνονται στο σύστημα κάθε χρήσης και σε κάθε εύρος μετάδοσης. Ξεκινώντας από τα διανυσματικά γραφικά και την κίνηση, οι 3Δ κόσμοι χρησιμοποιούν τις τελευταίες τεχνολογίες πολυμέσων και δύσκολες καμπύλες μάθησης για τους Web προγραμματιστές. Καθώς η 3Δ τεχνολογία βελτιώνεται και το εύρος μετάδοσης του τελικού χρήστη αυξάνεται, το σχήμα των ιστοσελίδων θα αλλάξει για πάντα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΓΙΑ ΤΟ WORLD WIDE WEB

Το **WORLD WIDE WEB** δεν σχεδιάστηκε αρχικά για πολυμέσα, αλλά για μια απλή μέθοδο μεταφοράς κειμένου μορφοποιημένου σε HTML, με περιστασιακά γραφικά και εικόνες. Το 1995, επειδή ήταν λειτουργικό, ελεύθερο και *αρκετά καλό* για να υποστηρίξει κίνηση, το Web έγινε ένα πλήρης αυτοκινητόδρομος πληροφοριών, με λέξεις και εικόνες, με δεκάδες εκατομμύρια χρήστες να το περιοδεύουν. Το φαινόμενο Doppler για τους περαστικούς ταξιδιώτες έχει δώσει ένα μεγάλο αριθμό από άσχημες ηχητικές και οπτικές εμπειρίες στο Web: "Αυτή είναι η αρχική μου σελίδα. Εδώ είναι μια λίστα από τα αγαπημένα μου μέρη. Εδώ είμαι με το σκύλο μου ... ". Για να γεμίσει αυτό το κενό των περιεχομένων και παρουσιάσεων, ανταγωνίζονται τώρα νέες λύσεις πολυμέσων και βελτιώσεις, προσπαθώντας να διευρύνουν τις δυνατότητες της HTML, των προγραμμάτων περιήγησης του Web, των PC και του Internet για να φέρουν τη δύναμη των πολυμέσων σε αυτό το περιβάλλον. Μπορούμε να έχουμε μια δυνατή εμπειρία αυτών των πολυμέσων και της δυναμικής αγοράς και του πνεύματος των επιχειρήσεων, αν επισκεφθούμε κάποια από τις Web τοποθεσίες των κατασκευαστών πρόσθετων. Απλό κείμενο και εικόνες δεν είναι πλέον αρκετά!

HTML και Πολυμέσα

Η HTML παρέχει ετικέτες για εισαγωγή πολυμέσων σε HTML έγγραφα: η ετικέτα για εικόνες, η <INSERT> για αντικείμενα πολυμέσων όπως ήχο, βίντεο και προγραμματισμό όπως σε Java βοηθητικές εφαρμογές, αντικείμενα COM της Microsoft, OLE στοιχεία ελέγχου, η ετικέτα <EMBED> για σύνθετη ενσωμάτωση εγγράφων και οι ετικέτες <APP> και <APPLET> της Sun για κώδικα. Η ετικέτα <INSERT> και μερικές προαιρετικές ιδιότητες για την αναπαραγωγή μιας ταινίας Quick Time σε HTML 3.0, μπορεί να δείχνει ως εξής:

```
<insert data=lizzie.mov type="application/quicktime">  
<param name=loop value=infinite>  
<img src=soccer.jpeg alt="The Soccer Match">  
</insert>
```

όπου το πρόγραμμα περιήγησης του Web θα τρέξει την ταινία Quick Time που ονομάζεται "lizzie", αν υποστηρίζεται η μορφή .mov και αυτός ο τύπος MIME και θα ανακυκλώνεται και θα παίζει για πάντα. Αν δεν υποστηρίζεται το πρόγραμμα περιήγησης του Web θα πρέπει να εμφανίσει μια άλλη JPEG εικόνα. Χρησιμοποιώντας το στοιχείο εδώ, παρέχεται προς τα πίσω συμβατότητα με τα παλιότερα προγράμματα περιήγησης. Αν το πρόγραμμα περιήγησης έχει πρόβλημα με την εικόνα JPEG, θα εμφανίσει μια εναλλακτική ετικέτα κειμένου, σε αυτή την περίπτωση την "The Soccer Match". Η ετικέτα <EMBED>, που χρησιμοποιήθηκε πρώτα από την Netscape για τα πολλά πρόσθετα πολυμέσων, σύντομα θα υπερκαλυφθεί από την πιο δυνατή ετικέτα <INSERT>.

Κείμενο για το Web

Οι επισκέπτες της Web τοποθεσίας μπορεί να μην εμφανίζουν την ίδια γραμματοσειρά που χρησιμοποιήσαμε για να σχεδιάσουμε τη σελίδα μας, επειδή οι προτιμήσεις των χρηστών μπορεί να αλλάξουν τον τρόπο που δείχνει και ρέει το κείμενο του εγγράφου μας. Για να κάνουν ό,τι καλύτερο μπορούν για αυτή την ασάφεια, πολλοί προγραμματιστές σχεδιάζουν τα έγγραφά τους σε Times Roman σαν αναλογική γραμματοσειρά και σε Courier σαν γραμματοσειρά μονού διαστήματος. Αυτές οι γραμματοσειρές μεταφέρονται άμεσα μεταξύ των λειτουργικών συστημάτων και είναι οι προκαθορισμένες γραμματοσειρές που χρησιμοποιούν συνήθως οι χρήστες, αν δεν ορίσουν τις δικές τους προτιμήσεις. Αν και μπορούμε να καθορίσουμε μια γραμματοσειρά, όπως και εναλλακτικές χρησιμοποιώντας την ετικέτα , τα προγράμματα περιήγησης του Web μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο μια συγκεκριμένη γραμματοσειρά, αν αυτή είναι εγκατεστημένη στον υπολογιστή του χρήστη.

Έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες για να οριστούν τυποποιημένες μέθοδοι για εμφάνιση γραμματοσειρών στο Web, αλλά καμιά από τις δυο βασικές μεθόδους, η TrueDoc (από την Bitstream) και η OpenType (που υποστηρίζεται από την Adobe, Microsoft, Agfa και άλλους), δεν φαίνεται ικανή να χειριστεί σωστά την τεχνολογία και να την ξεκινήσει. Το πρόβλημα των γραμματοσειρών τελικά θα επιλυθεί με έναν από δυο τρόπους ή συνδυασμό τους: είτε πάρα πολλές γραμματοσειρές θα γίνουν άμεσα διαθέσιμες και φθηνές και θα είναι εγκατεστημένες σε όλους τους χρήστες, είτε μια μέθοδος ενσωμάτωσης σχημάτων γραμματοσειρών σε ένα HTML έγγραφο θα επιτρέψει στις γραμματοσειρές να παραδίδονται μαζί με το έγγραφο. Και το Open Type και το True Doc ενσωματώνουν τις πληροφορίες των γραμματοσειρών στο HTML έγγραφο, πράγμα που αποτελεί μια πιο καθυστερημένη μέθοδο για τους προγραμματιστές, αλλά υπάρχουν και νομικά θέματα γύρω

από το copyright των γραμματοσειρών. Χρησιμοποιώντας ένα στοιχείο OpenDoc που ονομάζεται WEFT (Web Embedding Font Tool), η Microsoft ήδη προσφέρει δυνατότητες ενσωμάτωσης.

Αν ψάχνουμε για κάποια ευελιξία στη διαχείριση γραμματοσειρών στη Web τοποθεσία μας, μπορούμε να δοκιμάσουμε να χρησιμοποιήσουμε φύλλα στυλ CSS, που είναι διαθέσιμα στη δυναμική HTML για ορισμό στυλ κειμένου στις σελίδες της τοποθεσίας μας. Με τα έργα που δημιουργούνται για CD-ROM χρησιμοποιώντας εργαλείο δημιουργίας πολυμέσων, αν θέλουμε να ελέγχουμε απολύτα την εμφάνιση του κειμένου της Web σελίδας, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα γραφικό bitmap αντί για κείμενο στο HTML έγγραφό μας.

Μπορούμε να σημειώσουμε κείμενο που θα εμφανίζεται ως επικεφαλίδες, σε έντονα, πλάγια, υπογραμμισμένο και σε λίστες, αλλά ο θεατής προσδιορίζει στο πρόγραμμα περιήγησής του πώς θα εμφανιστούν αυτά τα στυλ και εμείς δεν έχουμε τον έλεγχο στην τελική εμφάνιση. Οι μη επίσημες επεκτάσεις του Netscape Navigator περιλαμβάνουν ετικέτες με τις οποίες μπορούμε να ελέγχουμε κάπως τις ιδιότητες εμφάνισης του κειμένου: Η ιδιότητα του COLOR θα ορίσει το χρώμα των συγκεκριμένων χαρακτήρων του κειμένου και η ιδιότητα SIZE αυξάνει ή μειώνει το μέγεθος του κειμένου. Μπορούμε επίσης να ορίσουμε το χρώμα φόντου ξεχωριστών κελιών ενός πίνακα, χρησιμοποιώντας την ιδιότητα BGCOLOR <TBG BGCOLOR="#0080FF">. Αυτό είναι χρήσιμο για να φωτίζουμε πληροφορίες κειμένου σε περίπλοκες οπτικές αναπαραστάσεις.

Δημιουργώντας Στήλες Κειμένου

Η πιο δυνατή λειτουργία της HTML μπορεί να βρίσκεται στην ετικέτα <TABLE>. Χρησιμοποιώντας ένα πίνακα, δείχνουμε πώς να οργανώσουμε το κείμενο σε στήλες, ώστε να εμφανίζονται σαν εφημερίδα ή σαν περιοδικό.

<HTML>

<HEAD>

<TITLE>The Explosion</TITLE>

</HEAD>

<BODY>

```

<DIV ALIGN="center">

<H2>The Explosion</H2>

</DIV>

<TABLE BORDER=0 CELLSPACING=20>

<TR VALIGN=TOP>

<TD WIDTH=40%>

... κείμενο για Στήλη 1 ...

</TD>

<TD WIDTH=40%>

... κείμενο για Στήλη 2 ...

</TD>

</TR>

</TABLE>

<HR>

</BODY>

</HTML>

```

Ροή Κειμένου Γύρω από Εικόνες

Είναι δυνατόν και εύκολο να ρέει το κείμενο γύρω από μια εικόνα χρησιμοποιώντας την ιδιότητα `ALIGN` της ετικέτας ``. Αυτή είναι μια γρήγορη και απλή μέθοδος για ανάμειξη κειμένου και εικόνων σε μια ωραία διάταξη. Μπορούμε να προσθέσουμε μια ετικέτα `<BR CLEAR=left>` στο τέλος της παραγράφου του κειμένου, ώστε αν δεν υπάρχει αρκετό κείμενο για να γεμίσει ολόκληρο το κατακόρυφο ύψος της εικόνας, η επόμενη παράγραφος να ξεκινά σε νέα γραμμή, αριστερά στοιχισμένη, κάτω από την εικόνα. Για να προσθέσουμε κενό γύρω από την εικόνα μας ώστε να μην κολλά με το κείμενο, χρησιμοποιούμε τις ιδιότητες `HSPACE` και `VSPACE` της ετικέτας ``.

```
<HTML>
```

```

<HEAD>

<TITLE>Sailing</TITLE>

</HEAD>

<BODY>

<IMG SRC = "gbsky.gif" ALIGN=left HSPACE=15 VSPACE=5>

<H2>Departure</H2>

... το κείμενο μπαίνει εδώ ... <BR CLEAR=left>

<hr>

</BODY>

</HTML>

```

Ο παραπάνω HTML κώδικας διαμορφώνει μια πολύ περίπλοκη εικόνα με μια πιο περίπλοκη οθόνη με κείμενο. Περιλαμβάνει μια εικόνα φόντου, μια εικόνα με κείμενο γύρω της και ένα χάρτη εικόνας που χρησιμοποιείται για πλοήγηση. Αυτό το έγγραφο περιέχει τους ειδικούς χαρακτήρες ξένης γλώσσας που ξεχωρίζουν στο έγγραφο χρησιμοποιώντας σειρά διαφυγής της HTML για ειδικούς χαρακτήρες, σε αυτή την περίπτωση το «äaut;». Οι χαρακτήρες διαφυγής ξεκινούν με ένα ampersand και τελειώνουν με ερωτηματικό.

Εικόνες για το Web

Θεωρητικά, το Web μπορεί να υποστηρίξει οποιαδήποτε γραφική μορφή πελάτη και διακομιστή που είναι κοινή. Πρακτικά, ακόμα και αν η τυποποίηση Web δεν καθορίζει μια γραφική μορφή που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, τα προγράμματα περιήγησης του Web αναγνωρίζουν δυο μορφές εικόνων, την GIF και την JPEG, χωρίς να χρησιμοποιούν ειδικά πρόσθετα. Και οι δυο μορφές χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αλγόριθμους συμπίεσης για να περιορίζουν το μέγεθος του αρχείου. Οι άλλες γραφικές μορφές, όπως CGM, CMX, DXF και συμπίεσμένες εικόνες fractal και wavelet μπορεί να απαιτούν ειδικά προγράμματα άλλων κατασκευαστών και πρόσθετα για τα προγράμματα περιήγησης του Web.

Εικόνες GIF και PNG

Οι εικόνες GIF είναι περιορισμένες σε βάθος χρωμάτων 8 bit (256 χρώματα). Αυτή είναι μια εμπορική μορφή εικόνων που αναπτύχθηκε από την CompuServe Information Services, μια online εταιρεία που την είχε κάποτε η Unisys και αυτή τη στιγμή την έχει η America Online. Στα τέλη του 1994, η Unisys ανακοίνωσε μια χρέωση για πατέντα σε όλους τους προγραμματιστές που χρησιμοποιούν την μορφή GIF. Σε μια θυμωμένη απάντηση της αγοράς, εμφανίστηκε μια νέα ανοικτή μορφή που ονομάστηκε PNG (χωρίς χρέωση), που αναπτύχθηκε για να αντικαταστήσει την GIF.

Εικόνες JPEG

Οι εικόνες JPEG μπορεί να περιέχουν 24 bit βάθος χρωμάτων (εκατομμύρια χρώματα). Η JPEG χρησιμοποιεί μια δυνατή μέθοδο συμπίεσης αλλά με απώλειες, που παράγουν αρχεία που είναι περίπου 10 φορές πιο συμπιεσμένα από τα GIF.

Χρησιμοποιούμε JPEG για φωτορεαλιστικές εικόνες που περιέχουν πολλά χρώματα και αποφεύγουμε να τη χρησιμοποιήσουμε για εικόνες που ήδη χρησιμοποιούν παλέτα 256

χρωμάτων ή για σχεδίαση γραμμών ή για εικόνες 1 bit ασπρόμαυρες. Το GIF συμπιέζει τα σχέδια και τα καρτούν που έχουν λίγα μόνο χρώματα πολύ καλύτερα από την JPEG που μπορεί να δημιουργήσει ορατά μειονεκτήματα - οξείες πλευρές και γραμμές που είναι θολές, ιδιαίτερα με κείμενο μικρού μεγέθους.



Η συμπίεση JPEG (Joint Photographic Experts Group) συμπιέζει περίπου 20:1 πριν αρχίσει να εμφανίζεται απώλεια στην ποιότητα.

Για να συμπιεσθεί μια εικόνα σε JPEG, η εικόνα χωρίζεται σε μπλοκ 8x8 εικονοστοιχείων και τα τελικά 64 εικονοστοιχεία (που ονομάζονται *έυρος αναζήτησης*) περιγράφονται μαθηματικά σχετικά με τα χαρακτηριστικά του εικονοστοιχείου στην πάνω αριστερή γωνία. Η δυαδική περιγραφή αυτής της σχέσης απαιτεί πολύ λιγότερα από 64 εικονοστοιχεία, έτσι οι περισσότερες πληροφορίες μπορούν να μεταδοθούν σε λιγότερο χρόνο. Η JPEG συμπίεση γίνεται αργά, περίπου 1/3 του δευτερολέπτου για μια εικόνα 1 MB, ανάλογα με την ταχύτητα του υπολογιστή, αλλά η JPEG μπορεί να συμπιέσει εικόνες 75:1 με απώλειες. Οι εικόνες στην εικόνα αυτή είναι 24 bit (εκατομμύρια χρώματα), 72 dpi PICT εικόνες, που

φαίνονται σε μεγέθυνση 3X (ώστε να μπορούμε να δούμε τα εικονοστοιχεία). Η εικόνα επάνω είναι μη συμπίεσμένη. Η εικόνα κάτω συμπίεστηκε στο Photoshop, χρησιμοποιώντας τη ρύθμιση "JPEG low quality". Το ασυμπίεστο αρχείο είναι 60K σε μέγεθος και το συμπίεσμένο 16K. Ενώ η συμπίεσμένη εικόνα είναι περίπου 1/4 του μεγέθους της μη συμπίεσμένης, υπάρχει απώλεια.

Χρησιμοποιώντας το Photoshop

Εδώ υπάρχουν συστάσεις για το πώς να χρησιμοποιήσουμε το Photoshop για να τροποποιήσουμε και να αποθηκεύσουμε μια εικόνα, ώστε να τη χρησιμοποιήσουμε στο Web. Αν χρησιμοποιούμε μια διαφορετική εφαρμογή επεξεργασίας εικόνων, ακολουθούμε την ίδια λογική και χρησιμοποιούμε τις κατάλληλες εντολές για αυτή την εφαρμογή. Πάντα πρέπει να δουλεύουμε στην εγγενή μορφή του Photoshop, χρησιμοποιώντας αρχεία PSD - αυτές οι εικόνες είναι τυπικά σε κατάσταση RGB και χρησιμοποιούν το μέγιστο βάθος χρωμάτων. Είναι μεγαλύτερες, αλλά περιέχουν περισσότερες πληροφορίες, που μπορούν να τροποποιηθούν όταν αλλάξουν μέγεθος και γίνει διάχυση και θα πάρουμε καλύτερα τελικά αποτελέσματα. Περιέχουν επίσης επίπεδα, μια πολύ χρήσιμη λειτουργία της εφαρμογής. Χρησιμοποιούμε εικόνες στα 72 εικονοστοιχεία ανά ίντσα. Όταν μετατρέπουμε μια εικόνα 24 bit RGB σε εικόνα 8 bit (αλλάζουμε την κατάσταση της), χάνουμε τεράστιες ποσότητες πληροφοριών χρωμάτων, που δεν μπορούν να ανακληθούν - τα δεδομένα αυτά χάνονται για πάντα. Έτσι κάνουμε όλο το χειρισμό της εικόνας (όπως αλλαγή μεγέθους, καθάρισμα και ρυθμίσεις χροιάς) σε κατάσταση RGB και αποθηκεύουμε την εικόνα σε κατάσταση RGB ως αρχείο PSD (χωρίς συμπίεση με απώλειες, όπως στην JPEG μορφή), ώστε να μπορούμε να κάνουμε αλλαγές αργότερα.

Η Netscape προσφέρει μόνο 216 χρώματα μη διάχυσης στην παλέτα της για την Windows έκδοση του Navigator, σε κατάσταση 8 bit. (Περίπου 20 χρώματα δεσμεύονται για την επιφάνεια εργασίας των Windows και 20 για την επιφάνεια εργασίας της Netscape και το κινούμενο λογότυπο). Χρησιμοποιώντας αυτήν την προσαρμοσμένη παλέτα για την GIF εικόνα σημαίνει ότι οι επισκέπτες που χρησιμοποιούν Windows με VGA οθόνη 256 χρωμάτων, θα δουν μια εικόνα που δε διαχέεται πλέον από την εφαρμογή της Netscape κατά την εκτέλεση - τα 216 χρώματα που αποτελούν την εικόνα είναι ακριβώς αυτά που υπάρχουν ήδη στην παλέτα του Navigator. Τρέχοντας ωστόσο σε πλατφόρμες Macintosh, ο Navigator χρησιμοποιεί τα πλήρη παλέτα των 256 χρωμάτων του Macintosh. Έτσι οι εικόνες που αποθηκεύονται στην παλέτα του συστήματος του Photoshop θα εμφανίζονται χωρίς διάχυση στα Mac. Οι εικόνες με διάχυση θα έχουν τον κίνδυνο να χρησιμοποιήσουν ένα ή

περισσότερα από τα 40 μη διαθέσιμα χρώματα των Windows, που μετά θα υποστούν διάχυση από τον Navigator σε πλατφόρμες Windows και μπορεί να δημιουργήσουν περίεργα αποτελέσματα. Οι εικόνες που αποθηκεύονται με την προσαρμοσμένη παλέτα του Netscape πάντα θα εμφανίζονται το ίδιο στο Netscape Navigator (και στο Internet Explorer) και στις δυο πλατφόρμες.

Διαφάνεια

Οι προδιαγραφές GIF89a επιτρέπουν διαφάνεια: αποθηκεύουμε το αρχείο μας ώστε να δίνει εντολές σε ένα browser να χρησιμοποιήσει το χρώμα που είναι στο δικό του φόντο για τα εικονοστοιχεία που επιλέξαμε σαν διαφανή. Σε πολλές περιπτώσεις, όπως σε λογότυπα εταιρειών και σε εικόνες, είναι ωραίο να αφήνουμε μια εικόνα να επιπλέει πάνω από το φόντο του browser:



Το φόντο του λογότυπου επάνω είναι άσπρο και θα εμφανιζόταν (χωρίς διαφάνεια) σαν ορθογώνιο με άσπρο στις πλευρές του. Για να γίνει άσπρο το φόντο της διαφανούς εικόνας, ώστε το δέντρο και τα γράμματα να επιπλέουν πάνω στο φόντο, επιλέγουμε άσπρο σαν χρώμα διαφανές και μετά αποθηκεύουμε το αρχείο. Υπάρχουν διαθέσιμα εργαλεία που παρέχουν μια παλέτα από την οποία μπορούμε να επιλέξουμε το χρώμα διαφάνειας για αποθήκευση διαφανών GIF αρχείων. Δεν μπορούμε να κάνουμε ένα JPEG διαφανές.

Φόντο

Τα περισσότερα προγράμματα περιήγησης στο Web μας επιτρέπουν να καθορίσουμε μια εικόνα ή χρώμα για να το βάλουμε στο φόντο της σελίδας μας. Το κείμενο και οι εικόνες θα επιπλέουν πάνω από αυτό το επίπεδο.

Εικόνες Φόντου

Μπορούμε να καθορίσουμε μια ειδική εικόνα φόντου για το έγγραφό μας. Είναι διαθέσιμες 55 υφές στο διακομιστή της Netscape και μπορούμε να τις βελτιώσουμε με λίγη προσπάθεια. Χρησιμοποιώντας εικόνες φόντου εξυπηρετούνται κατευθείαν από την Netscape, μπορεί η εικόνα να υπάρχει ήδη στην cache του σκληρού δίσκου και να φορτώνεται πιο γρήγορα. Οι εικόνες φόντου μπαίνουν αυτόματα σε παράθεση, ή επαναλαμβάνονται, κατά μήκος και προς τα κάτω της σελίδας, ώστε μια τυχαία κατανεμημένη εικόνα φόντου μπορεί εύκολα να αποτελείται από μια πολύ μικρή αρχική

εικόνα. Κανένα από τα έγγραφα μας δε μπορεί να εμφανιστεί μέχρι να φορτωθεί η εικόνα φόντου, έτσι διατηρούμε μικρή την εικόνα φόντου.

Χρώματα Φόντου

Μπορούμε να κάνουμε έγχρωμα τα έγγραφα μας επιλέγοντας φόντο, κείμενο και τα χρώματα των URL συνδέσεων. Τα χρώματα είναι οι ιδιότητες της ετικέτας < BODY>, οπότε μπορούμε να ορίσουμε μόνο τα χρώματα *ολόκληρου* του φόντου του εγγράφου. Δεν μπορούμε να αλλάξουμε μέρος των γραμμμάτων. Η ιδιότητα BGCOLOR της ετικέτας <BODY>, που υποστηρίζεται από το Netscape Navigator, μας επιτρέπει να αλλάξουμε το χρώμα του φόντου χωρίς να χρειάζεται να καθορίσουμε να φορτωθεί μια εικόνα. Η μορφή που καταλαβαίνει ο Navigator είναι:

```
<BODY BGCOLOR="#rrggbb">Document here</BODY>
```

Όπου το "#rrggbb" είναι δεκαεξαδικό χρώμα κόκκινο-πράσινο-μπλε που χρησιμοποιείται για να καθορίσουμε το χρώμα φόντου.

Όταν επιλέξουμε χρώμα φόντου, θα θελήσουμε μετά να ορίσουμε το χρώμα του κειμένου μας και να ορίσουμε τις σωστές αντιθέσεις. Το κόκκινο στο πράσινο μπορεί να είναι έντονο. Το μαύρο στο μαύρο είναι αόρατο. Έτσι οι τέσσερις κλάσεις κειμένου που χρησιμοποιούνται σε ένα HTML έγγραφο είναι επίσης οι ιδιότητες της ετικέτας <BODY> της Netscape.

Η ετικέτα <TEXT> χρησιμοποιείται για να ελέγχει το χρώμα όλου του κανονικού κειμένου ενός εγγράφου- κείμενο που δεν έχει ειδικό χρώμα για να υποδείξει μια σύνδεση. Με τις ετικέτες LINK, VLINK και ALINK μπορούμε να ελέγχουμε το χρώμα του κειμένου σύνδεσης. Το κείμενο LINK εμφανίζει ένα URL που δεν έχουμε επισκεφθεί, το VLINK δείχνει μια σύνδεση που έχουμε επισκεφθεί και το ALINK είναι μια ενεργή σύνδεση. Τα προκαθορισμένα χρώματα αυτών στο Netscape Navigator είναι, για το κείμενο πολύ ανοιχτό γκρι, για το LINK μπλε, για το VLINK μοβ και για το ALINK κόκκινο. Αν τοποθετήσουμε αυτά τα προκαθορισμένα χρώματα στο <BODY>, η ετικέτα θα δείχνει:

```
<BODY BGCOLOR="#CDCDCD" TEXT="#000000" LINK="#0000FF"  
VLINK="#FF00FF" ALINK="#FF0000">
```

Ήχοι για το Web

Στην αρχή, όταν το Internet ήταν βασικά ένα σύνολο από UNIX υπολογιστές, τα αρχεία ήχου στέλλονταν από υπολογιστή σε υπολογιστή σε μορφή AU και όταν μεταφέρονταν, έπαιζαν χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή.

Καθώς το Web αναπτύχθηκε, ο ήχος έχει γίνει πιο σημαντικός και τα πρόσθετα τώρα επιτρέπουν ενσωμάτωση ήχου στα έγγραφα. Οι browser έχουν γίνει ικανοί για ήχο: ο Internet Explorer προσφέρει την ετικέτα <BGSOUND> για να παίζει ήχους AU, WAV και MIDI, στο παρασκήνιο εγγράφου. Η Netscape και ο Internet Explorer προσφέρουν το πρόσθετο Quick Time για αναπαραγωγή μορφών AIFF, MIDI, WAV και AU.

Ο *συνεχόμενος ήχος* (streaming) είναι πιο χρήσιμος για το Web, όπου ένα αρχείο ήχου μπορεί να αρχίσει να παίζει τη στιγμή που αρχίζει να μεταφέρεται- ο συνεχόμενος ήχος παρέχεται από τα πρόσθετα Live Audio και Time. Πρόσθετα όπως τα StreamWorks, VocalTec και RealAudio έχουν δυνατότητες συνεχόμενου ήχου και υψηλή συμπίεση/καλή πιστότητα, αλλά απαιτούν ειδικά προγράμματα στο διακομιστή. Το πρόσθετο Quick Time προσφέρει μια λειτουργία γρήγορης έναρξης, για να επιτρέψει την αναπαραγωγή πριν μεταφερθεί πλήρως μια ταινία. Τα MIDI αρχεία και ο ψηφιοποιημένος ήχος που είναι ενσωματωμένος σε μια ταινία Quick Time αρχίζει να παίζει ακόμα και χωρίς βίντεο, κείμενο ή εικόνες. Μπορούμε ακόμα να ενσωματώσουμε HTML εντολές σε ένα έγγραφο για να γίνει αναπαράσταση μιας ταινίας Quick Time αυτόματα στο παρασκήνιο ή μπορούμε να εμφανίσουμε έναν ελεγκτή (controller) που παρέχει στον χρήστη κουμπιά διακοπής, γρήγορης προώθησης εμπρός και επαναφοράς.

Με το πρόσθετο Crescendo MIDI μπορούμε αυτόματα να ξεκινήσουμε έναν ήχο στο παρασκήνιο όταν μια σελίδα ανοίγει, χρησιμοποιώντας την ετικέτα <EMBED>:

Με το πρόσθετο Crescendo MIOI (που μεταφέρεται και παίζει τυπικά αρχεία MIOI τύπου MIME .mid ή .midi), μπορείτε αυτόματα να ξεκινήσετε έναν ήχο στο παρασκήνιο όταν μια σελίδα ανοίγει, χρησιμοποιώντας την ετικέτα <EMBED>:

```
<EMBED SRC="theme.mid" height=2 width=0 autostart=true>
```

Ή μπορούμε να εμφανίσουμε έναν ελεγκτή στην σελίδα του χρήστη, καθορίζοντας ένα συγκεκριμένο ύψος και πλάτος στην ετικέτα:

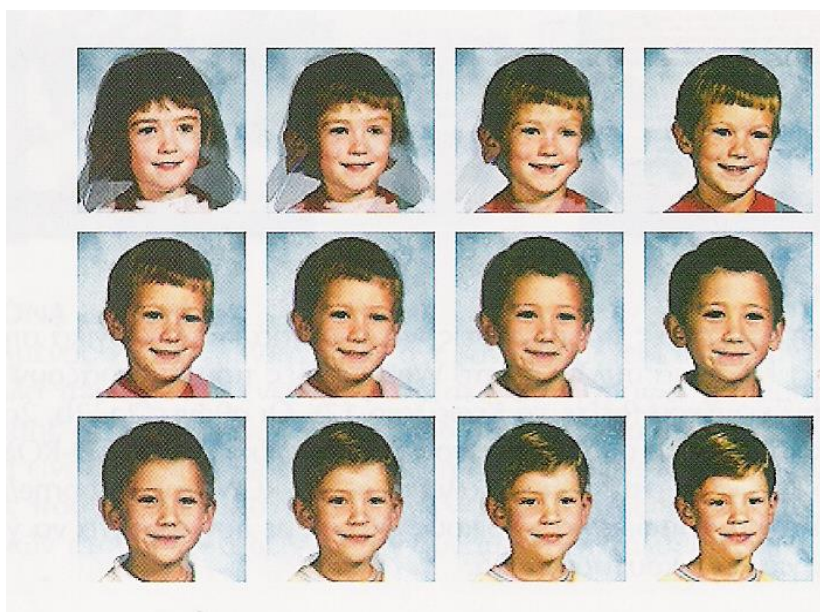
```
<embed src ="/music/anna.mid" width=200 height=55 autostart=false></embed>
```

Ο ήχος σύντομα θα ενοποιηθεί περισσότερο με τον τρόπο που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το World Wide Web και μπορεί να συμπεριληφθεί στο Shockwave,

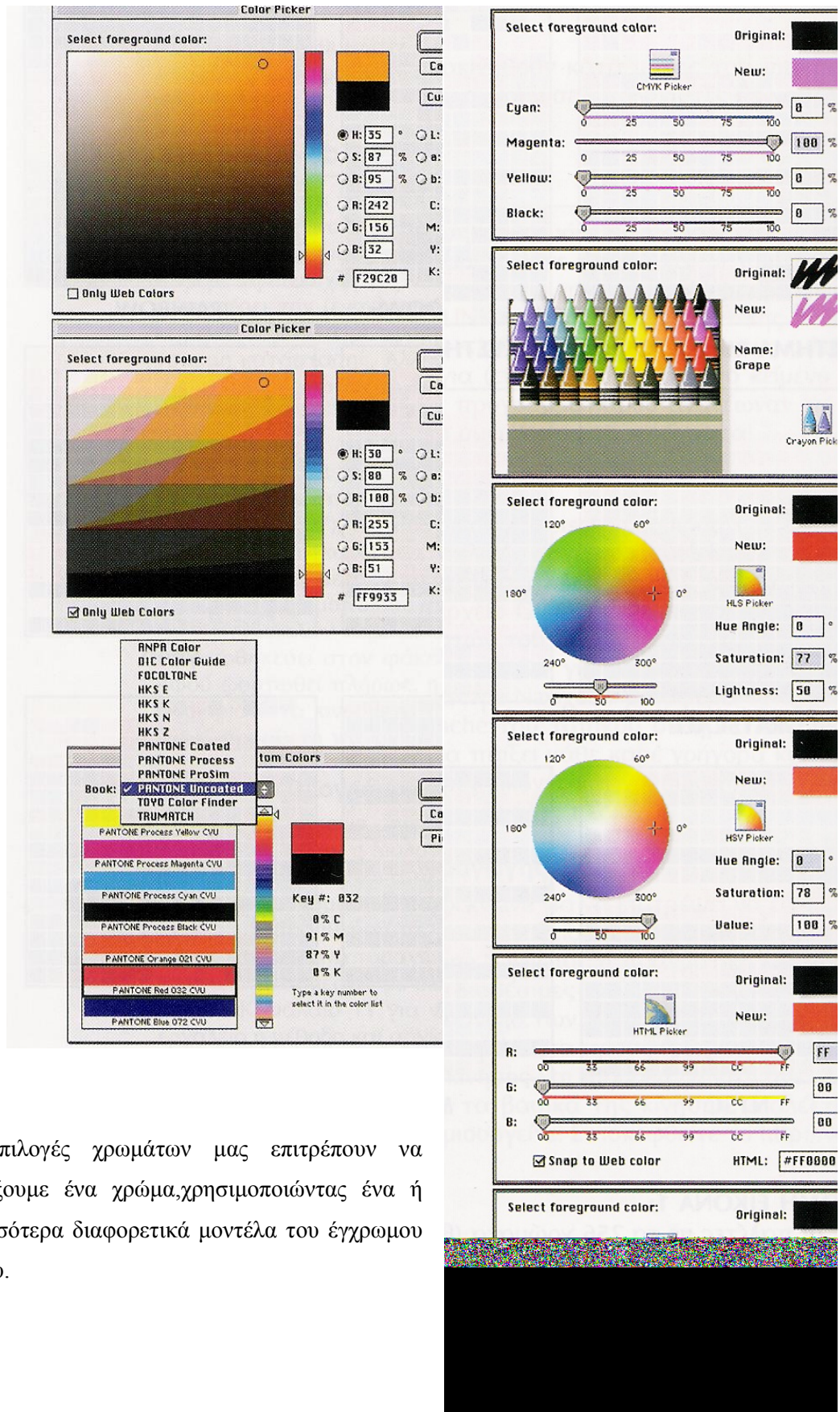
PowerPoint, Persuasion, Astound και σε άλλα εργαλεία παρουσίασης, που χρησιμοποιούν πρόσθετα και προγράμματα αναπαραγωγής. Το CoolTalk είναι μια βοηθητική εφαρμογή πραγματικού χρόνου ήχου και πληροφοριών, που συμπεριλαμβανόταν στο Netscape 3.0 για να επιτρέψει διπλής διαδρομής συνεδριάσεις ήχου και κειμένου και γραφικές συνεδριάσεις δεδομένων, χρησιμοποιώντας ένα κοινόχρηστο πίνακα. Το πρόγραμμα Live3D, ένα VRML πρόγραμμα και πρόσθετο από την Netscape, παρέχει διαλογικούς τρισδιάστατους χώρους που περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες, κίνηση, ήχο, μουσική και βίντεο.

Κίνηση για το Web

Η HTML δεν έχει πρόβλεψη για κίνηση, αλλά μόνο να παραδώσει μια στατική σελίδα κειμένου και γραφικών. Οι προγραμματιστές δούλεψαν για να βελτιώσουν αυτή την εμφάνιση. Το Netscape 1.0 προσέφερε την (ενοχλητική) ετικέτα <BLNK>. Ο Internet Explorer της Microsoft προσφέρει την (ενοχλητική) ετικέτα <MARQUEE> για οριζόντια κυλιόμενο κείμενο. Η JavaScript εφαρμόστηκε για (ενοχλητικό) κυλιόμενο κείμενο στην γραμμή κατάστασης. Άλλες τεχνικές προγραμματισμού ανανέωναν τις εικόνες, αλλά φόρτωναν το δίκτυο. Στην εικόνα χρησιμοποιήθηκαν προγράμματα μορφής (morph) για να



μετασχηματίσουν τις εικόνες των 12 παιδιών. Όταν προστέθηκε μουσική και φωνές στο κομμάτι των 4 λεπτών έγινε μια πολύ ωραία ταινία Quick Time που έδειχνε πόσο μοιάζουν τα παιδιά μεταξύ τους.



Οι επιλογές χρωμάτων μας επιτρέπουν να επιλέξουμε ένα χρώμα, χρησιμοποιώντας ένα ή περισσότερα διαφορετικά μοντέλα του έγχρωμου χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Ποιότητα Εμπειρίας στις Πολυμεσικές Εφαρμογές

Εισαγωγή

Καθώς αυξάνεται το πλήθος των διαθέσιμων υπηρεσιών πολυμέσων (multimedia) και η τεχνολογία των κινητών συσκευών πρόσβασης προοδεύει ολοένα και περισσότερο, η ποιότητα παροχής υπηρεσιών (Quality of Service – QoS) αποτελεί το μέτρο αξιολόγησης των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση της κίνησης του δικτύου στα συστήματα διανομής περιεχομένου (content delivery systems). Η QoS καθιστά εφικτή τη μέτρηση των παραμέτρων του δικτύου και τον εντοπισμό των μεταβαλλόμενων χαρακτηριστικών του δικτύου (πχ συμφόρηση, διαθεσιμότητα, εύρος ζώνης). Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται κατά τη διαχείριση των πόρων και την ιεράρχηση της κυκλοφορίας.

Ωστόσο οι QoS διαδικασίες κρίνονται σε μερικές περιπτώσεις ανεπαρκείς καθότι δε λαμβάνουν υπόψη τη γνώμη του χρήστη όσον αφορά την απόδοση του δικτύου και την ποιότητα υπηρεσιών που αυτό παρέχει. Για το σκοπό αυτό εισάγεται ένα νέο μέτρο αξιολόγησης που καλείται ποιότητα εμπειρίας (Quality of Experience – QoE) και χρησιμοποιείται κατά το σχεδιασμό και τη διαχείριση των συστημάτων διανομής περιεχομένου και άλλων μηχανικών διαδικασιών. Η QoE είναι μία μετρική που σχετίζεται με την αντίληψη του χρήστη για την ποιότητα μίας συγκεκριμένης υπηρεσίας ή ενός συγκεκριμένου δικτύου. Πρόκειται για ένα μέτρο της αντίληψης το οποίο προσδιορίζει αν ο χρήστης θα χρησιμοποιήσει μία συγκεκριμένη υπηρεσία ή όχι. Η QoE εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις προσδοκίες των χρηστών για την προσφερόμενη υπηρεσία. Η QoE αποτελεί υποκειμενική μορφή μέτρησης (καθορίζεται από ψυχολογικούς και τεχνολογικούς παράγοντες) η οποία πρέπει απαραίτητως να εκφραστεί σε όρους ποσοτικών δεδομένων.

Εναλλακτικά, η ποιότητα της εμπειρίας (Quality of Experience – QoE) μπορεί να οριστεί και ως το μέτρο του πόσο καλά ανταποκρίνεται ένα σύστημα ή μία εφαρμογή στις προσδοκίες του χρήστη. Το σκεπτικό αυτό διαφέρει από την ποιότητα παροχής υπηρεσιών (Quality of Service – QoS) η οποία επικεντρώνεται στη μέτρηση των επιδόσεων του δικτύου. Για παράδειγμα η QoE επικεντρώνεται σε συνέπειες που αντιλαμβάνεται ο χρήστης (πχ υποβάθμιση της ποιότητας της εικόνας ή της ποιότητας του ήχου) ενώ η QoS επικεντρώνεται σε χαρακτηριστικά του δικτύου όπως η από άκρη σε άκρη καθυστέρηση (end to end delay) ή η διακύμανση (jitter).

Η QoE είναι μία κάπως αόριστη ιδέα καθώς οι παράμετροι που την καθορίζουν μπορεί να διαφέρουν από υπηρεσία σε υπηρεσία. Έτσι για μεγαλύτερη ευκολία, οι παράμετροι που επηρεάζουν την QoE μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις ομάδες:

- Ποιότητα εικόνας/ήχου στην πηγή.
- Ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service – QoS) η οποία αναφέρεται στη διανομή περιεχομένου μέσω του δικτύου.
- Ανθρώπινη αντίληψη η οποία περιλαμβάνει προσδοκίες, περιβάλλον κλπ.

Η ποιότητα του περιεχομένου σχετίζεται με το είδος του χρησιμοποιούμενου κωδικοποιητή (πχ MPEG-2, MPEG-4, ρυθμό bit). Οι παράμετροι ποιότητας της υπηρεσίας οι οποίες επηρεάζουν την απόδοση των υπηρεσιών ροής (streaming) είναι το εύρος ζώνης, η καθυστέρηση, η διακύμανση και η απώλεια πακέτων.

Οι πρώτες δύο κατηγορίες ποσοτικοποιούνται εύκολα, η τρίτη όμως όχι. Η ανθρώπινη αντίληψη αντικατοπτρίζεται συνήθως από ένα Mean Opinion Score (MOS) το οποίο αντανακλά την αξιολόγηση μερικών πινάκων ελέγχου. Το MOS εκφράζεται σε μία κλίμακα 5 σημείων όπου:

- 5 = άριστα.
- 4 = καλά.
- 3 = μέτρια.
- 2 = φτωχά.
- 1 = κακά.

Η ελάχιστη τιμή MOS για αποδεκτή ποιότητα είναι 3.5.

Οι μέθοδοι μέτρησης της QoE είναι τρεις:

- Το χωρίς αναφορά (no-reference) μοντέλο το οποίο δε γνωρίζει το αρχείο της αρχικής ροής (stream) ή το αρχείο της αρχικής πηγής και προσπαθεί να προβλέψει την QoE παρακολουθώντας διάφορες QoS παραμέτρους σε πραγματικό χρόνο.
- Το μοντέλο μειωμένης αναφοράς (reduced-reference) το οποίο διαθέτει περιορισμένη γνώση για την αρχική ροή (stream) και προσπαθεί να τη συνδυάσει με μετρήσεις πραγματικού χρόνου ώστε να κάνει μία πρόβλεψη για την QoE.
- Το μοντέλο πλήρους αναφοράς (full-reference) το οποίο υποθέτει πλήρη πρόσβαση στο βίντεο αναφοράς ενδεχομένως σε συνδυασμό με μετρήσεις που διεξάγονται σε περιβάλλον πραγματικού χρόνου.

Το δεύτερο μοντέλο αποτελεί το επόμενο βήμα του πρώτου, ενώ το τρίτο μοντέλο αποτελεί το επόμενο βήμα του δεύτερου. Το full-reference μοντέλο επομένως πρέπει να είναι σε θέση να δώσει την καλύτερη ακρίβεια, αλλά είναι μία μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί αν κάποιος έχει τον πλήρη έλεγχο των τερματικών συστημάτων. Ένα no-reference μοντέλο μπορεί να θεσπιστεί πιο εύκολα αλλά δεν μπορεί να δώσει πάντα ακριβή αποτελέσματα.

Η μεγιστοποίηση της QoE βασίζεται στον έγκαιρο εντοπισμό των προβλημάτων που την επηρεάζουν και στην εξεύρεση λύσης το συντομότερο δυνατό με στόχο τα προβλήματα αυτά να μη γίνουν αντιληπτά από το χρήστη. Επίσης πρέπει να δίνεται προτεραιότητα στην αντιμετώπιση των προβλημάτων και να αντιμετωπίζονται πρώτα τα προβλήματα εκείνα που έχουν μεγαλύτερες επιπτώσεις από την άποψη των πιθανών εσόδων.

QoS Δικτύου

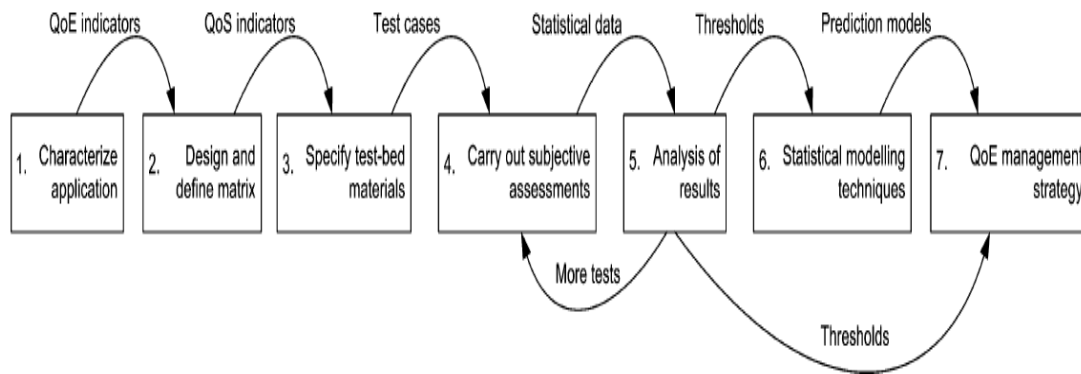
Οι πάροχοι του δικτύου ή οι πάροχοι υπηρεσιών έχουν τον έλεγχο μόνο του δικού τους εξοπλισμού/δικτύου με αποτέλεσμα να είναι σημαντικό για αυτούς να μάθουν τη σχέση που συνδέει την QoS και την QoE. Ως γνωστό, οι QoS παράμετροι όπως το εύρος ζώνης και η καθυστέρηση μπορούν να μετρηθούν σχετικά εύκολα. Δυστυχώς όμως η QoE είναι μία από άκρη σε άκρη (end to end) μέτρηση η οποία αντιμετωπίζει το δίκτυο συνολικά. Αυτό σημαίνει ότι είναι εφικτό να παραλειφθούν λεπτομέρειες του δικτύου και να συσχετιστεί η QoE ορισμένων εφαρμογών σε τεχνητά εισηγμένα στοιχεία όπως η καθυστέρηση και η απώλεια πακέτων.

Το EvalVid είναι ένα εργαλείο το οποίο αν χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον προσομοιωτή δικτύου NS-2, μπορεί να προσομοιώσει το περιβάλλον του δικτύου και να εντοπίσει τα πακέτα βίντεο σε διαφορετικές ελεγχόμενες συνθήκες επικοινωνίας. Εφόσον οι QoS παράμετροι (του προσομοιωμένου περιβάλλοντος) είναι επακριβώς γνωστές και είναι εφικτό να ελεγχθούν, θα ήταν εφικτό να δημιουργηθεί μια συσχέτιση μεταξύ των QoE και των QoS παραμέτρων.

QoE Πλαίσιο Διαχείρισης

Το προτεινόμενο QoE πλαίσιο ερμηνεύει τον τρόπο που μπορούν να αποκτηθούν τα QoE δεδομένα των χρηστών και να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη μοντέλων με στόχο την πρόβλεψη των QoE αντιλήψεων των χρηστών. Αυτές οι προβλέψεις είναι εφικτό να

χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση στρατηγικών διαχείρισης. Το QoE πλαίσιο διαχείρισης αποτελείται από επτά επιμέρους βήματα όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Επιμέρους βήματα του QoE πλαισίου διαχείρισης.

Πρώτο βήμα: Χαρακτηρισμός της εφαρμογής.

Σε αυτό το στάδιο λαμβάνει χώρα ο προσδιορισμός των QoE δεικτών για τη ζητούμενη εφαρμογή ή τη ζητούμενη υπηρεσία. Για παράδειγμα οι QoE δείκτες για μία εφαρμογή ροής (streaming) περιλαμβάνουν την ποιότητα της εικόνας, την ανάλυση της εικόνας και την ποιότητα του ήχου.

Δεύτερο βήμα: Σχεδιασμός και ορισμός του πίνακα ελέγχου (test matrix).

Μετά το χαρακτηρισμό της εφαρμογής, μπορούν να προσδιοριστούν οι χαμηλού επιπέδου (low-level) QoS παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τους QoE δείκτες. Σε αυτό το βήμα επιλέγονται οι QoS παράγοντες και το εύρος της σημαντικότητάς τους. Για παράδειγμα η ποιότητα της εικόνας σε εφαρμογές ροής (streaming) επηρεάζεται άμεσα από:

- QoS παραμέτρους στο επίπεδο του δικτύου (Network Level QoS – NQoS) όπως είναι για παράδειγμα το εύρος ζώνης του δικτύου, η καθυστέρηση, η απώλεια πακέτων και η διακύμανση (jitter).
- QoS παραμέτρους στο επίπεδο της εφαρμογής (Application Level QoS – AQoS) όπως είναι για παράδειγμα ο ρυθμός κωδικοποίησης bit (encoding bit rate) και ο ρυθμός πλαισίων (frame rate). Χρησιμοποιώντας αυτούς τους παράγοντες κατασκευάζεται ένας αρχικός πίνακας δοκιμής NQoS/AQoS. Έπειτα διεξάγονται δοκιμές ώστε να απλοποιηθεί ο αρχικός πίνακας δοκιμής.

Τρίτο βήμα: Καθορισμός πεδίου δοκιμών και υλικών.

Σε αυτό το βήμα ορίζονται τα τερματικά και τα υλικά (πχ ο τύπος των video clips) που θα παράγουν QoS περιπτώσεις ελέγχου οι οποίες χρησιμοποιούνται στις υποκειμενικές δοκιμές.

Τέταρτο βήμα: Πραγματοποίηση υποκειμενικών εκτιμήσεων.

Μετά την ολοκλήρωση του τρίτου βήματος λαμβάνει χώρα μία υποκειμενική εκτίμηση. Οι μέθοδοι υποκειμενικής εκτίμησης της ποιότητας είναι διάφορες και πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας το μεγαλύτερο δυνατό πληθυσμιακό δείγμα. Κάθε μέθοδος παρουσιάζεται με τις παραγόμενες QoS περιπτώσεις δοκιμής σε συνδυασμό με ένα αυτοματοποιημένο μηχανισμό ανατροφοδότησης (feedback) ο οποίος καθιστά εφικτή τη συσχέτιση των απαντήσεων του χρήστη με τις παραγόμενες QoS περιπτώσεις δοκιμής οι οποίες είναι υπό αξιολόγηση.

Πέμπτο βήμα: Ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιείται έλεγχος ώστε να απομακρυνθούν τα αναξιόπιστα αποτελέσματα. Στη συνέχεια πραγματοποιούνται στατιστικές αναλύσεις ώστε να διαπιστωθεί αν τα αποτελέσματα είναι στατιστικώς σημαντικά. Αν δεν είναι στατιστικώς σημαντικά διενεργούνται περισσότερες υποκειμενικές εκτιμήσεις μέχρι να γίνουν στατιστικώς σημαντικά. Ο στόχος των στατιστικών αναλύσεων είναι ο προσδιορισμός των ελάχιστων ορίων αποδοχής (thresholds) από την πλευρά του χρήστη (πχ το σημείο που οι χρήστες αλλάζουν γνώμη για την ποιότητα της υπηρεσίας).

Έκτο βήμα: Τεχνική στατιστικής μοντελοποίησης.

Ο απώτερος στόχος των προηγούμενων πέντε βημάτων είναι η συλλογή στατιστικά αξιόπιστων δεδομένων ώστε να δημιουργηθεί ένα μοντέλο πρόγνωσης το οποίο συσχετίζει τις QoS παραμέτρους (αντικειμενικές παράμετροι) με τις QoE παραμέτρους (υποκειμενικές παράμετροι). Για το σκοπό αυτό πραγματοποιείται διαχωριστική ανάλυση (discriminant analysis) ώστε να διαπιστωθεί αν οι επιλεγμένοι παράγοντες πρόγνωσης (πχ QoS παράμετροι) οδηγούν σε αξιόπιστη εκτίμηση της αντίληψης του χρήστη. Σε αυτό το βήμα παράγονται μοντέλα πρόβλεψης τα οποία συσχετίζουν τις QoS συνθήκες με τις QoE του χρήστη.

Έβδομο βήμα: QoE στρατηγική διαχείρισης.

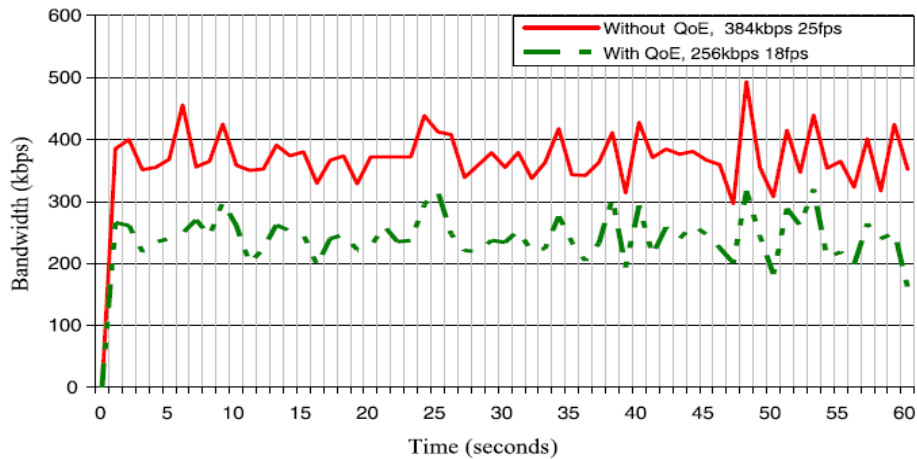
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων, τα ελάχιστα όρια αποδοχής (thresholds) από την πλευρά του χρήστη και τα μοντέλα πρόβλεψης των βημάτων πέντε και έξι αντίστοιχα, χρησιμοποιούνται ώστε να παρουσιαστεί μία ποικιλία από στρατηγικές διαχείρισης οι οποίες έχουν ως στόχο τον έλεγχο των QoS παραμέτρων προκειμένου να εξασφαλιστεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο για την εμπειρία του χρήστη.

Τα μοντέλα πρόβλεψης βρίσκουν εφαρμογή σε κινητά τηλέφωνα, laptop και PDA. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο παραδείγματα εφαρμογής της διαχείρισης του εύρους ζώνης και της παροχής υπηρεσιών συγκεκριμένων επιπέδων ποιότητας.

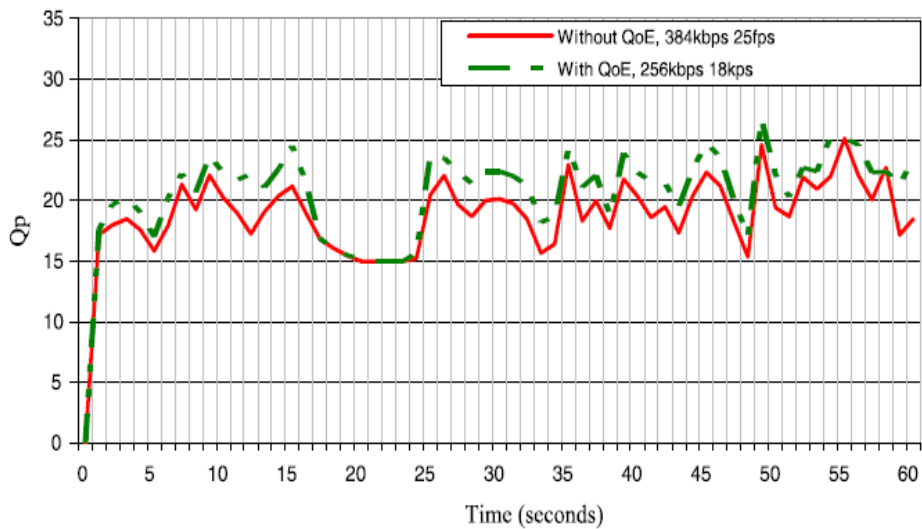
Διαχείριση Εύρους Ζώνης Χρησιμοποιώντας QoE στο Κινητό Τηλέφωνο

Ένα απόσπασμα από μία ταινία δράσης κωδικοποιείται χωρίς QoE εκτιμήσεις. Ο ρυθμός πλαισίων είναι στα 25 fps, ο ρυθμός ηχητικών bit είναι στα 12.2 kbps και ο ρυθμός bit εικόνας είναι στα 384 kbps. Το εύρος ζώνης που καταναλώνεται από αυτό το video clip για χρονικό διάστημα 60 δευτερολέπτων, καθώς και οι τιμές των παραμέτρων κβάντισης στο ίδιο χρονικό διάστημα, απεικονίζονται στις εικόνες 2 και 3. Η υπόθεση βασίζεται σε ένα δίκτυο LAN των 10 Mbps, με σύνδεση T1 (1.55 Mbps). Επίσης χρησιμοποιήθηκε περίπου το 24% της σύνδεσης T1 από αυτό το video clip.

Αν χρησιμοποιηθούν QoE προσεγγίσεις διαχείρισης, είναι εφικτό να μειωθεί το εύρος ζώνης του δικτύου παρέχοντας ταυτόχρονα ικανοποιητική ποιότητα υπηρεσιών. Για να ελαχιστοποιηθεί το εύρος ζώνης του δικτύου πρέπει να μειωθούν οι τιμές των παραμέτρων κωδικοποίησης με βάση το βαθμό επιρροής που έχει κάθε μία από αυτές στην αντίληψη του τερματικού χρήστη. Για αυτή την ταινία δράσης που παίζεται σε ένα κινητό τηλέφωνο, οι χρήστες αποδείχτηκαν περισσότερο ευαίσθητοι στις μειώσεις του ρυθμού πλαισίων. Έτσι ο ρυθμός bit κωδικοποίησης video μειώθηκε στα 256 kbps και ο ρυθμός πλαισίων στα 18 fps. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται από την ταινία δράσης και ταυτόχρονα διατηρείται η ίδια ποιότητα εικόνας όπως φαίνεται από τις παρόμοιες τιμές των παραμέτρων κβάντισης «με ή χωρίς τη χρήση QoE» σεναρίων.



Σύγκριση της χρήσης του εύρους ζώνης από την ταινία δράσης με και χωρίς QoE βελτιστοποίηση.



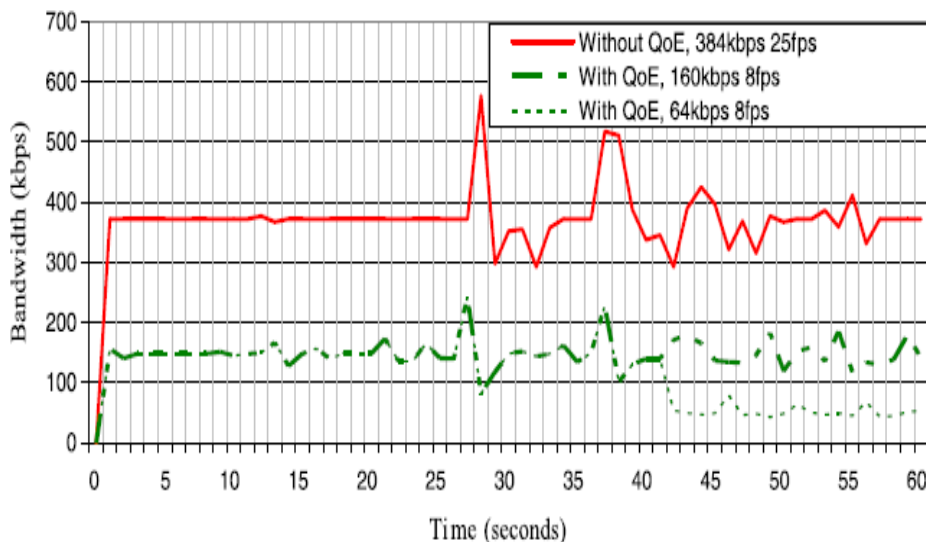
Σύγκριση των τιμών των παραμέτρων κβάντισης από την ταινία δράσης με και χωρίς QoE βελτιστοποίηση.

Χρησιμοποιώντας QoE εκτιμήσεις στην κωδικοποίηση του video clip, χρησιμοποιήθηκε μόνο το 15% της T1 σύνδεσης επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση των πόρων του δικτύου της τάξεως του 9%. Περαιτέρω μείωση του εύρους ζώνης οδηγεί σε μείωση του ρυθμού bit κωδικοποίησης video αφού οι χρήστες παρουσιάζουν μικρότερη ευαισθησία σε αυτό (σε αντίθεση με το ρυθμό πλαισίων). Περαιτέρω μειώσεις στο ρυθμό πλαισίων μπορούν να γίνουν μόνο αν δεν επηρεαστεί αρνητικά η αντίληψη της ποιότητας από την πλευρά των χρηστών. Με αυτό το μηχανισμό ελέγχου μειώνεται το εύρος ζώνης διατηρώντας παράλληλα την καλύτερη δυνατή ποιότητα εικόνας.

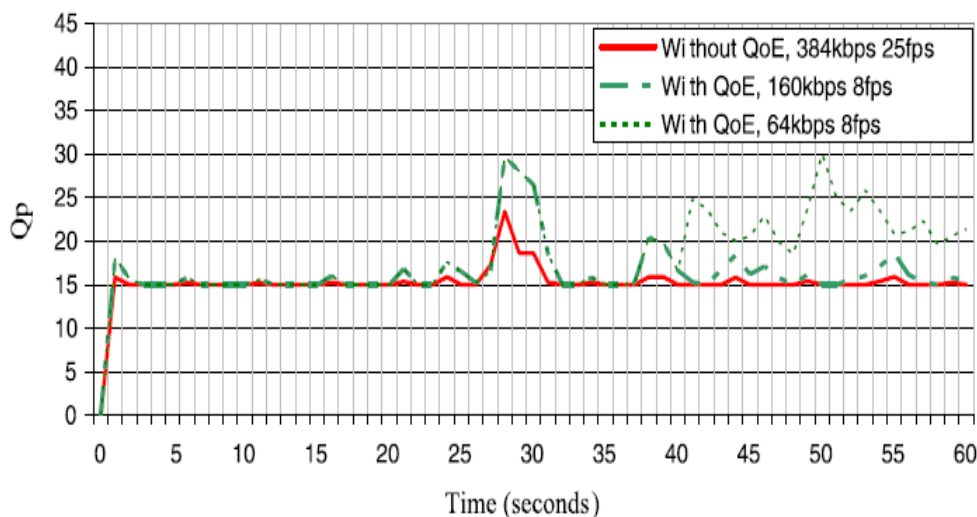
Παροχή Υπηρεσιών Συγκεκριμένων Επιπέδων Ποιότητας Χρησιμοποιώντας QoE στο Κινητό Τηλέφωνο

Η QoE διαχείριση είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί για την παροχή υπηρεσιών με διάφορα επίπεδα ποιότητας. Έτσι έχουμε τη θεώρηση ενός τύπου ειδησεογραφικού περιεχομένου ο οποίος κωδικοποιήθηκε σε ρυθμό πλαισίων της τάξεως των 25 fps, με ρυθμό bit ήχου 12.2 kbps και ρυθμό bit εικόνας 384 kbps, χωρίς QoE εκτιμήσεις. Οι δύο εικόνες της επόμενης σελίδας απεικονίζουν αντίστοιχα τη χρήση του εύρους ζώνης και την παράμετρο κβάντισης για περίοδο της τάξεως των 60 δευτερολέπτων. Η υπόθεση βασίζεται σε ένα δίκτυο LAN των 10 Mbps, με σύνδεση T1 (1.55 Mbps). Αξίζει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιήθηκε περίπου το 24% της σύνδεσης T1 από αυτό το ειδησεογραφικό video clip.

Για τον τύπο ειδησεογραφικού περιεχομένου στο κινητό τηλέφωνο οι χρήστες αποδείχτηκαν πιο ευαίσθητοι στις μειώσεις του ρυθμού bit κωδικοποίησης video. Έτσι ο ρυθμός πλαισίων μειώθηκε πολύ (έφτασε τα 8 fps) χωρίς να επηρεαστεί η εμπειρία του χρήστη. Ο ρυθμός bit κωδικοποίησης video μειώθηκε στα 160 kbps. Έτσι το εύρος ζώνης του δικτύου μειώθηκε πολύ όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα. Επίσης αποδεικνύεται ότι η μείωση του ρυθμού πλαισίων συνοδεύεται με ταυτόχρονη αύξηση των bits σε κάθε επιμέρους πλαίσιο με αποτέλεσμα να βελτιωθεί σημαντικά η οξύτητα της εικόνας του video clip. Ακόμα είναι άξιο αναφοράς ότι η σύγκριση των τιμών των παραμέτρων κβάντισης για τις περιπτώσεις «χωρίς QoE» και «με QoE» αποδίδει συγκρίσιμη ποιότητα εικόνας.



Συγκρίσεις του εύρους ζώνης που χρησιμοποιείται από τον τύπο ειδησεογραφικού περιεχομένου χωρίς QoE βελτιστοποίηση και για δύο περιπτώσεις με QoE βελτιστοποίηση.



Σύγκριση των τιμών των παραμέτρων κβάντισης για τον τύπο ειδησεογραφικού περιεχομένου χωρίς QoE βελτιστοποίηση και για δύο περιπτώσεις με QoE βελτιστοποίηση.

Χρησιμοποιώντας QoE εκτιμήσεις, το ειδησεογραφικό video clip χρησιμοποιεί μόνο το 10% της T1 σύνδεσης επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση των πόρων του δικτύου της τάξεως του 14%. Με περαιτέρω μείωση του εύρους ζώνης ο ρυθμός bit κωδικοποίησης video μειώνεται στα 64 kbps, η ποιότητα της εικόνας παραμένει στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο και η QoE των χρηστών επηρεάζεται ελάχιστα.

Τεχνικές Μέτρησης της Απόδοσης μίας Εφαρμογής

Στην αγορά υπάρχουν τρεις τεχνικές για τη μέτρηση της απόδοσης μίας εφαρμογής:

- Η χρήση πακέτων ελέγχου.
- Η χρήση ανιχνευτών σε στοιχεία του δικτύου και στον εξοπλισμό των χρηστών.
- Ο συσχετισμός μετρήσεων από διάφορα στοιχεία του δικτύου.

Από τις τρεις αυτές τεχνικές, η τρίτη είναι η περισσότερο πολύπλοκη και συνάμα παρουσιάζει τα λιγότερα σχεδιαστικά μειονεκτήματα. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι οι τρεις αυτές τεχνικές χρησιμοποιούνται είτε μόνες τους η κάθε μία είτε σε οποιοδήποτε πιθανό συνδυασμό, ως εργαλείο μέτρησης της απόδοσης μίας εφαρμογής.

Μέτρηση της Απόδοσης με Χρήση Πακέτων Ελέγχου

Πρόκειται για μία γενική μέθοδο κατά την οποία αποστέλλονται πακέτα ελέγχου από κατάλληλα συστήματα διαχείρισης. Στην πορεία καταγράφονται και διάφορες μετρικές της απόδοσης (πχ καθυστέρηση, απώλεια πακέτων, διακύμανση [jitter]). Τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων χρησιμοποιούνται ως ενδιάμεσα στοιχεία (proxy) που σχετίζονται με την απόδοση της πραγματικής κυκλοφορίας. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Πρόκειται για μία ιδιαίτερα απλή τεχνική η οποία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Επίσης αξίζει να αναφερθεί ότι δεν ενδείκνυται η αποστολή πακέτων ελέγχου τις ώρες αιχμής αφού έτσι θα φορτωθεί το δίκτυο με περιττή κυκλοφορία. Βέβαια αν ο έλεγχος δεν πραγματοποιείται τις ώρες αιχμής, οι μετρήσεις δε θα αντικατοπτρίζουν πλήρως την πραγματική εμπειρία του χρήστη κατά τη διάρκεια του πιο σημαντικού χρονικού διαστήματος.

Μέτρηση της Απόδοσης με Χρήση Ανιχνευτών

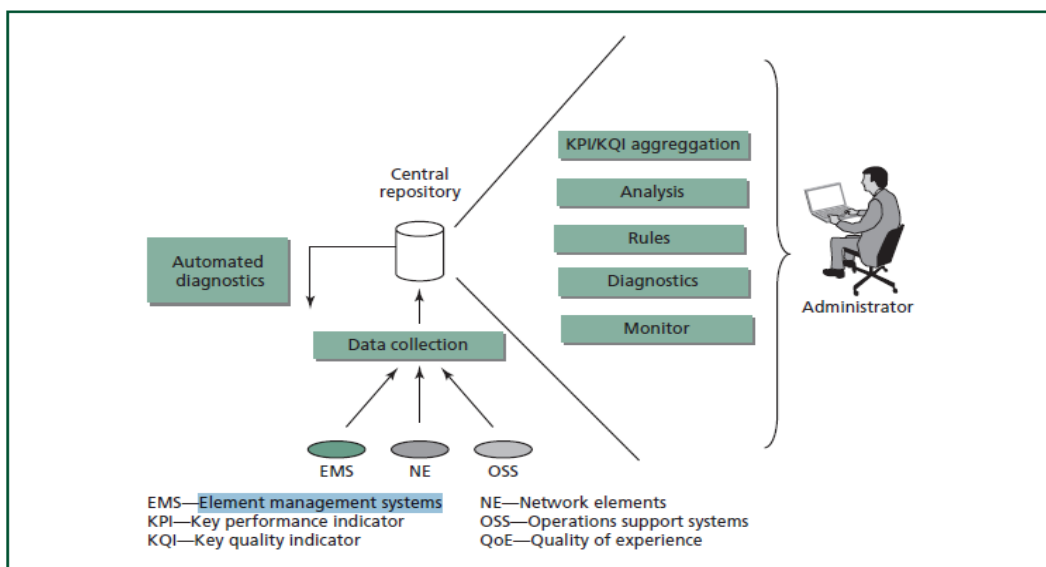
Σε αυτή τη μέθοδο τοποθετούνται ανιχνευτές υπό τη μορφή παραγόντων λογισμικού ή συσκευών δικτύου, σε στοιχεία του δικτύου και στις συσκευές των χρηστών (για την περίπτωση χρήσης ως παραγόντων λογισμικού). Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται από τους ανιχνευτές παρέχουν με πολύ μεγάλη ακρίβεια την κατάσταση των συσκευών ανά πάσα στιγμή. Επίσης όταν οι ανιχνευτές χρησιμοποιούνται ως παράγοντες λογισμικού οι μετρήσεις λαμβάνονται απευθείας από τις συσκευές του χρήστη. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι δεν είναι κατάλληλη για μεγάλα δίκτυα. Η τεχνική αυτή είναι μεν ιδιαίτερα χρήσιμη για την απομόνωση σφαλμάτων και την ανάλυση των πρωτογενών αιτιών, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση μεγάλων δικτύων με εκατομμύρια στοιχεία και εκατομμύρια συσκευές χρηστών.

Διαχείριση της Απόδοσης Χρησιμοποιώντας Μετρήσεις του Δικτύου

Σε αυτή τη μέθοδο συλλέγονται μετρήσεις από διάφορα στοιχεία του δικτύου και τα αντίστοιχα συστήματα διαχείρισης στοιχείων (Element Management Systems – EMSs) και υποβάλλονται σε επεξεργασία σε ένα κεντρικό χώρο αποθήκευσης όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα. Σε αυτό το χώρο αποθήκευσης συλλέγονται επίσης δεδομένα από διάφορα συστήματα διαχείρισης δικτύου (Network Management Systems – NMS) ή συστήματα διαχείρισης σφαλμάτων (Fault Management Systems – FMS). Επίσης ο κεντρικός χώρος

αποθήκευσης διαθέτει εξειδικευμένο λογισμικό το οποίο πραγματοποιεί συσχέτιση και ανάλυση αυτών των διαφορετικών συνόλων δεδομένων.

Επιπρόσθετα είναι εφικτό να εφαρμοστεί μία μηχανή κανόνων (rules engine) για την παρακολούθηση ορισμένων γεγονότων ή την παροχή διαγνωστικών στοιχείων. Αυτή η μηχανή κανόνων μπορεί εναλλακτικά να πραγματοποιήσει περαιτέρω συλλογή δεδομένων ώστε να διερευνήσει βαθύτερα τα πιθανά προβλήματα. Η διαχείριση της ποιότητας εμπειρίας (Quality of Experience – QoE) ξεκινά με κατάλληλα επιλεγμένες διαδοχικές, ad hoc μετρήσεις αφού αυτές αποτελούν τη βάση όλων των απαραίτητων αναλύσεων για τον προσδιορισμό της QoE.



Μέθοδος που βασίζεται στη χρήση μετρήσεων του δικτύου για τον προσδιορισμό της QoE.

QoE σε Εφαρμογές Επόμενης Γενιάς

Ο υπολογισμός της QoE για εφαρμογές επόμενης γενιάς βρίσκεται ακόμα στα πρωταρχικά του στάδια και αποτελεί πρόκληση για τους ειδικούς. Τα μοντέλα υπολογισμού της ποιότητας της φωνής χρησιμοποιούν ένα MOS (Mean Opinion Score), το οποίο στην ουσία αντιπροσωπεύει τη γνώμη του μέσου όρου των χρηστών, και έχουν εγκριθεί από πολλούς ανθρώπους. Αν όμως μία υπηρεσία είναι πολύ περίπλοκη και αποτελείται από πολλά στοιχεία τα οποία επηρεάζουν την αντίληψη του χρήστη όσον αφορά την ποιότητα, τότε είναι εξαιρετικά δύσκολη η εξαγωγή ενός συνολικού MOS. Μία τέτοια υπηρεσία πρέπει να αναλυθεί ως προς όλα τα επιμέρους στοιχεία και κάθε στοιχείο να αξιολογηθεί από ομάδες χρηστών ώστε να υπάρξει μεγαλύτερη αξιοπιστία στην εξαγωγή της QoE.

Ανάλυση της Συνεδρίας της Υπηρεσίας

Η συνεδρία της υπηρεσίας πρέπει να αναλυθεί σε ξεχωριστά μετρήσιμα στοιχεία της υπηρεσίας τα οποία μπορούν να συμβάλλουν στην QoE υπηρεσία. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία πρέπει να γίνεται άμεσα αντιληπτό από το χρήστη. Τα στοιχεία αυτά είτε αποτελούν διαδοχικά βήματα της υπηρεσίας είτε πραγματοποιούνται ταυτόχρονα. Για παράδειγμα μία κλήση VoIP αναλύεται στα ακόλουθα διαδοχικά στοιχεία:

- **Εκκίνηση της υπηρεσίας.** Ο χρήστης σηκώνει το τηλέφωνο και περιμένει να ακούσει τον ήχο κλήσης.
- **Χρόνος εγκατάστασης της σύνδεσης.** Ο χρήστης καλεί τον αριθμό και περιμένει τον ήχο ειδοποίησης.
- **Ποιότητα φωνής.** Η MOS εκτίμηση της συνομιλίας.
- **Χρόνος διακοπής κλήσης.** Ο χρήστης τερματίζει την κλήση και περιμένει την επιβεβαίωση. Τότε το δίκτυο πρέπει να ελευθερώσει πόρους ώστε ο χρήστης να αναμένει την εγκαθίδρυση της επόμενης κλήσης.

Η αντίστοιχη ανάλυση για μία «πλούσια κλήση» η οποία επιτρέπει στους χρήστες να ανταλλάξουν περιεχόμενο διαφορετικού τύπου (πχ βίντεο, φωτογραφίες), είναι:

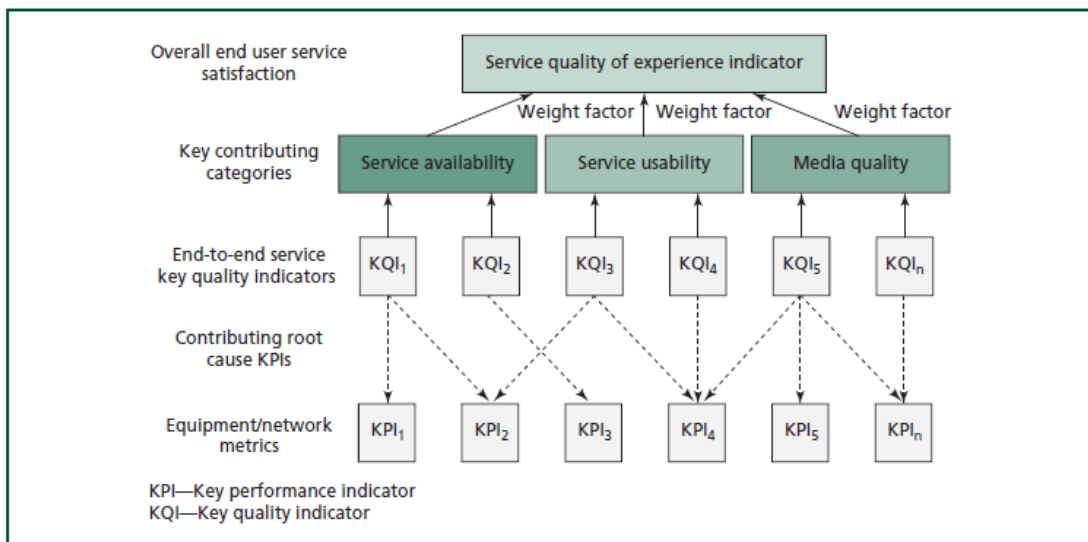
- **Εκκίνηση της υπηρεσίας.** Παρόμοια με αυτή μίας εφαρμογής VoIP αλλά καθορίζεται από το αρχικό μέσο επικοινωνίας.
- **Χρόνος εγκατάστασης της σύνδεσης.** Πρέπει να ληφθεί υπόψη ο νέος χρόνος εγκατάστασης του μέσου επικοινωνίας κάθε φορά που ο χρήστης χρησιμοποιεί ένα νέο μέσο.
- **Ποιότητα φωνής.** Υπολογίζεται από τη συνδυασμένη μέτρηση της ποιότητας της φωνής, της εικόνας και του βίντεο. Η συνεδρία κάθε μέσου επικοινωνίας ενδέχεται να χρειάζεται μία ξεχωριστή μέτρηση. Η συνολική QoE της «πλούσιας κλήσης» υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά.
- **Χρόνος διακοπής κλήσης.** Εδώ υπάρχει μεγάλη αναλογία με μία εφαρμογή VoIP, αλλά ενδέχεται να καθορίζεται και από το μέσο επικοινωνίας.

Ανάλυση της Αρχιτεκτονικής της Υπηρεσίας

Το μοντέλο της υπηρεσίας QoE αναλύεται σε επιμέρους μετρήσιμα στοιχεία. Έτσι θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η ανάλυση της σχέσης των λειτουργικών στοιχείων της υπηρεσίας

και των αρχιτεκτονικών στοιχείων της υπηρεσίας. Για παράδειγμα σε μία IMS (IP Multimedia Subsystem) VoIP εφαρμογή, η καθυστέρηση της εγκατάστασης της κλήσης μπορεί να μετρηθεί σε διάφορα σημεία της αρχιτεκτονικής της υπηρεσίας (πχ στη συσκευή του τερματικού χρήστη, στον ελεγκτή του ορίου της συνεδρίας [Session Border Controller – SBC] ή σε άλλα IMS στοιχεία του δικτύου).

Τα δύο πιο σημαντικά στοιχεία, στα οποία μπορεί να οφείλεται η υπερβολική καθυστέρηση εγκατάστασης της κλήσης είναι η συμφόρηση και η βλάβη στον εξοπλισμό. Όταν καταγράφεται μία χαμηλή τιμή της QoE πρέπει να αναζητηθεί άμεσα η πιθανή αιτία. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ KQI στοιχείων της υπηρεσίας, KQI στοιχείων που αντιλαμβάνεται ο χρήστης και της αιτίας, της απόδοσης που σχετίζεται με τους KPI δείκτες οι οποίοι μετρήθηκαν στο δίκτυο, του εξοπλισμού της υπηρεσίας.



Μοντέλο υπηρεσίας QoE.

Η σχέση αυτή δε συνεπάγεται απαραίτητα ότι οι KQI δείκτες της υπηρεσίας είναι εφικτό να εξαχθούν ή να υπολογιστούν από τους KPI δείκτες. Οι KPI δείκτες του δικτύου και του εξοπλισμού αναπαριστούν τις πηγές της πιθανής αιτίας. Έτσι αυτή πρέπει να γίνει κατανοητή μεταξύ των στοιχείων της υπηρεσίας που προσέχει περισσότερο ο χρήστης και των στοιχείων της αρχιτεκτονικής που ευθύνονται για τη λειτουργία της υπηρεσίας.

QoE Αρχιτεκτονική Μέτρησης

Η QoE αρχιτεκτονική μέτρησης καθορίζει τα σημεία της μέτρησης και τον απαιτούμενο εξοπλισμό μέτρησης ή τις απαιτούμενες διασυνδέσεις στην αρχιτεκτονική της υπηρεσίας. Η QoE αρχιτεκτονική ορίζει τις απαραίτητες πληροφορίες που πρέπει να εξαχθούν, τα σημεία από τα οποία πρέπει να ληφθούν καθώς και το σύνολο των σχετικών παραμέτρων μέτρησης που πρέπει να ληφθούν και να ομαδοποιηθούν ώστε να διατηρηθεί η σχέση με τη συνεδρία της υπηρεσίας. Για παράδειγμα αν η αρχιτεκτονική της υπηρεσίας προσδιορίζει το σύνολο των στοιχείων του δικτύου που μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές καθυστερήσεις στην εγκατάσταση μίας κλήσης, οι μετρήσεις της απόδοσης αυτών των στοιχείων μπορούν να ομαδοποιηθούν ως ένα σύνολο μετρήσεων που συλλέγονται και αποθηκεύονται κατά τη διάρκεια μίας συνεδρίας της υπηρεσίας. Η διατήρηση αυτών των δεικτών της απόδοσης για πολλά στοιχεία του δικτύου ως ένα σύνολο παραμέτρων που σχετίζονται με μια συγκεκριμένη συνεδρία της υπηρεσίας, βοηθάει στον εντοπισμό της αιτίας σε περίπτωση υποβάθμισης της τιμής της QoE της υπηρεσίας αυτής. Για τον ταχύτερο εντοπισμό της αιτίας πρέπει να υπάρξει ισορροπία μεταξύ των διαθέσιμων δεδομένων απόδοσης και της ελάχιστης απαιτούμενης πληροφορίας.

Εφαρμογές και Αντιστοίχιση Δεικτών KPI/KQI

Για την μέτρηση της QoE οι βασικοί δείκτες ποιότητας (Key Quality Indicators – KQIs) και οι βασικοί δείκτες απόδοσης (Key Performance Indicators – KPIs) πρέπει να οριστούν ως προς την ποιότητα που αντιλαμβάνεται ο χρήστης. Επίσης οι KQIs και KPIs πρέπει να ορίζονται τόσο στο επίπεδο μίας συνεδρίας (session level) όσο και στο επίπεδο ολόκληρου του δικτύου. Με βάση αυτό οι KQIs διακρίνονται σε τρεις επιμέρους κατηγορίες:

- **Διαθεσιμότητα υπηρεσίας.** Πρόκειται για ένα μέτρο που δείχνει αν ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει την επιθυμητή εφαρμογή.
- **Απόκριση υπηρεσίας ή προσβασιμότητα στην υπηρεσία.** Πρόκειται για ένα μέτρο του χρόνου που απαιτείται προκειμένου να δοθεί απάντηση σε ένα αίτημα του χρήστη ή ένα μέτρο του χρόνου που χρειάζονται τα πακέτα για να φτάσουν σε ένα προορισμό.
- **Ποιότητα υπηρεσίας ή ακεραιότητα υπηρεσίας.** Πρόκειται για ένα μέτρο της απώλειας πληροφοριών η οποία μπορεί να προκληθεί είτε από απώλειες

πακέτων είτε από εσφαλμένα bit είτε από υποβάθμιση η οποία εισάγεται κατά την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση των μέσων (media).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι δείκτες KPI και KQI για τρεις βασικές εφαρμογές του Web.

Εφαρμογές VoIP

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται ορισμένοι κοινοί δείκτες KQI και KPI για εφαρμογές VoIP. Οι δείκτες KQI υπολογίζονται στο επίπεδο της συνεδρίας «ως το ποσοστό της διακοπής της λειτουργίας της υπηρεσίας που βιώνει ο X πελάτης κατά τη διάρκεια της συνεδρίας» ή στο επίπεδο ολόκληρου του δικτύου «ως το ποσοστό της διακοπής της λειτουργίας της υπηρεσίας για όλες τις PSTN κλήσεις». Οι κατάλληλες επιθυμητές τιμές καθορίζονται από τις ανάγκες της επιχείρησης του χειριστή (πχ 1% διακοπή λειτουργίας για επιχειρησιακές VoIP συνεδρίες ή 3 δευτερόλεπτα μέση καθυστέρηση για ενδό-δικτυακές κλήσεις).

| Κατηγορία | KQI | KPI |
|-------------------------|---|---|
| Διαθεσιμότητα υπηρεσίας | % διάστημα διακοπής της λειτουργίας της υπηρεσίας | Ποσοστό επιτυχίας για την εγκατάσταση της κλήσης |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση εγκατάστασης της κλήσης | Καθυστέρηση εγκατάστασης |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια πακέτων |

Δείκτες KQI και KPI για εφαρμογές VoIP (Voice over Internet Protocol).

Εφαρμογές IPTV

Η QoE για εφαρμογές IPTV καθορίζεται από την ποιότητα της εικόνας, από το χρόνο που διαρκεί η αλλαγή καναλιού (zapping time), από την ακρίβεια του ηλεκτρονικού οδηγού προγράμματος (Electronic Program Guide - EPG) και από την απόκριση σε εντολές που δίνει ο χρήστης όπως είναι η παύση (pause), η συνέχεια (resume), η γρήγορη προώθηση (fast forward), η γρήγορη επαναφορά (fast rewind), η εγγραφή (record) και η διακοπή (stop). Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα σύνολο δεικτών KPI και KQI για εφαρμογές IPTV. Οι δείκτες KQI υπολογίζονται τόσο στο επίπεδο της συνεδρίας όσο και στο επίπεδο ολόκληρου του δικτύου όπως και στην περίπτωση των εφαρμογών VoIP. Οι αναμενόμενες καθυστερήσεις όλων των σημάτων ελέγχου είναι της τάξεως του millisecond.

| Κατηγορία | KQI | KPI |
|-------------------------|--|--|
| Διαθεσιμότητα υπηρεσίας | % διάστημα διακοπής της λειτουργίας της υπηρεσίας | Ποσοστό επιτυχημένων καταχωρήσεων, ποσοστό επιτυχώς εγκατεστημένων συνεδριών |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση έναρξης συνεδρίας | Καθυστέρηση εγκατάστασης |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση αλλαγής καναλιού | Καθυστέρηση σήματος ελέγχου |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση ελέγχου | Καθυστέρηση σήματος ελέγχου |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση ελέγχου της συσκευής εγγραφής ψηφιακού video | Καθυστέρηση σήματος ελέγχου |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για την εικόνα | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια εικονοστοιχείων |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για τον ήχο | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια πακέτων |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για το συγχρονισμό ήχου και εικόνας | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια πακέτων |

Δείκτες KQI και KPI για εφαρμογές IPTV (Internet Protocol Television).

Εφαρμογές Video Streaming

Για τα μοντέλα που έχουν προταθεί για τη μέτρηση της ποιότητας εφαρμογών video streaming δεν έχει ακόμα οριστεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο MOS (Mean Opinion Score), όπως συμβαίνει και για την περίπτωση εφαρμογών IPTV. Σε αρκετές περιπτώσεις η πάγια καθυστέρηση της διαδικτυακής αναμετάδοσης (Webcast) μπορεί να είναι της τάξεως μερικών millisecond. Σε άλλες όμως περιπτώσεις όπως στην ελεύθερη δημιουργία video από χρήστες, οι απαιτήσεις είναι μικρότερες με αποτέλεσμα οι καθυστερήσεις να είναι της τάξεως μερικών δευτερολέπτων. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται ορισμένοι κοινοί δείκτες KQI και KPI για εφαρμογές video streaming.

| Κατηγορία | ΚQI | ΚPI |
|-------------------------|--|---|
| Διαθεσιμότητα υπηρεσίας | % διάστημα διακοπής της λειτουργίας της υπηρεσίας | Ποσοστό επιτυχώς εγκατεστημένων συνεδριών |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση έναρξη της συνεδρίας | Καθυστέρηση εγκατάστασης |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση παύσης (pause delay) | Καθυστέρηση σήματος ελέγχου |
| Απόκριση υπηρεσίας | Καθυστέρηση γρήγορης προώθησης/επαναφοράς | Καθυστέρηση σήματος ελέγχου |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για την εικόνα | Μπλοκάρισμα, απότομες κινήσεις, θολούρα |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για τον ήχο | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια πακέτων |
| Ποιότητα υπηρεσίας | Mean opinion Score (MOS) για το συγχρονισμό ήχου και εικόνας | Καθυστέρηση, διακύμανση (jitter), απώλεια πακέτων |

Δείκτες ΚQI και ΚPI για εφαρμογές ροής video (video streaming).

QoE Ομιλίας και Ήχου

Το E-model (ITU-T Rec. G.107) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα no-reference μοντέλου και προβλέπει την QoE κατά τη διάρκεια μίας συνομιλίας φωνής βασιζόμενο στα χαρακτηριστικά των τερματικών συσκευών και των παραμέτρων μεταφοράς. Αυτά τα χαρακτηριστικά και οι παράμετροι είναι συνδεδεμένα σε ορισμένες λειτουργίες στο εσωτερικό του E-model του οποίου οι συντελεστές ήταν συντονισμένοι με βάση υποκειμενικά πειράματα. Έτσι το E-model προσδιορίζει μία τιμή R:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e - A$$

όπου R_0 είναι ο λόγος σήματος προς θόρυβο, το I_s λαμβάνει υπόψη φαινόμενα που συμβαίνουν ταυτόχρονα με το σήμα ομιλίας (πχ ένταση σήματος, επιδράσεις της κβαντοποίησης, πλευρικός τόνος), το I_d ομαδοποιεί βλάβες που σχετίζονται με την καθυστέρηση (πχ αντίλαλος και απώλεια διαδραστικότητας), το I_e συγκεντρώνει αποτελέσματα που σχετίζονται με τον ειδικό εξοπλισμό (πχ χρήση κωδικοποιητή χαμηλού ρυθμού, απώλεια πακέτων) και το A είναι ένας παράγοντας πλεονεκτήματος (πχ ένας χρήστης ανέχεται τη μείωση του R διότι είναι κινητός χρήστης).

Για δίκτυα που βασίζονται σε πακέτα (πχ εφαρμογές VoIP) οι όροι I_d και I_e παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο, ενώ το A θεωρείται ως μία πρόσθετη παράμετρος σε μερικές κινητές εφαρμογές. Για καλά συντονισμένες συσκευές η διαφορά $R_0 - I_e$ είναι γύρω στο 95. Αν ελεγχθεί ο αντίλαλος ο όρος I_d παραμένει σταθερός για μονόδρομη καθυστέρηση μικρότερη από 150 ms. Αν αυξηθεί η καθυστέρηση αυξάνεται και ο όρος I_d κατά περίπου ένα βαθμό για κάθε 10 ms που αυξάνεται η καθυστέρηση, ενώ το R μειώνεται. Ο όρος I_e αντικατοπτρίζει την επίδραση της χρήσης ενός κωδικοποιητή με χαμηλό ρυθμό bit και την επίδραση της απώλειας πακέτων. Στην ουσία ο όρος I_e προσδιορίζει την παραμόρφωση που εισάγει ο κωδικοποιητής (περίπου 10 πόντοι στην τιμή του R) και τη ζημιά που προκαλείται από την απώλεια πακέτων (περίπου 5 πόντοι στην τιμή του R).

Η τιμή του R του E-model μπορεί να μεταφραστεί σε μία MOS τιμή :

$$MOS = \begin{cases} 1 & R < 0 \\ 1 + 0.035R + (R - 60)(100 - R) \frac{7R}{10^6} & 0 \leq R \leq 100 \\ 4.5 & R > 100 \end{cases}$$

QoE για Video

Στη συνέχεια αναλύεται ο τρόπος μέτρησης της QoE υπηρεσιών ροής βίντεο. Οπτικά οι πιο σημαντικοί παράγοντες για την ποιότητα του βίντεο είναι η απόσταση θέασης, το μέγεθος της οθόνης, η ανάλυση, η φωτεινότητα, η αντίθεση, η ευκρίνεια και η φυσικότητα. Για βίντεο που περιέχει ήχο ο συγχρονισμός μεταξύ εικόνας και ήχου είναι επίσης ένας σημαντικός αντιληπτικός παράγοντας. Επίσης αρκετά σφάλματα είναι πιθανό να συμβούν κατά τη μετάδοση. Τα τρία πιο σημαντικά στοιχεία μίας μετάδοσης είναι η απώλεια πακέτων, η καθυστέρηση και η διακύμανση της καθυστέρησης (jitter).

Οπτική Ποιότητα

Συνήθως για τον υπολογισμό της ποιότητας της εικόνας χρησιμοποιούνται οι εξής μετρικές:

- **Μέγιστος λόγος σήματος προς θόρυβο (Peak Signal to Noise Ratio – PSNR).** Είναι ο λόγος (σε dB) της ισχύος του αρχικού σήματος προς την ισχύ ενός ανακατασκευασμένου συμπιεσμένου σήματος. Το PSNR εξάγεται μέσω του μέσου τετραγωνικού σφάλματος μεταξύ δύο σημάτων σε σχέση με τη μέγιστη

δυνατή τιμή της φωτεινότητας των εικόνων. Το PSNR δεν αντικατοπτρίζει πάντα με ακρίβεια την QoE.

- **Μετρική ποιότητας video (Video Quality Metric – VQM).** Πρόκειται για ένα εργαλείο λογισμικού που αναπτύχθηκε από το Institute for Telecommunication Science (ITS) για την αντικειμενική μέτρηση της αντιλαμβανόμενης ποιότητας video. Το εργαλείο αυτό μετρά τις αντιληπτές συνέπειες των βλαβών του βίντεο δημιουργώντας ένα γραμμικό συνδυασμό των παραμέτρων αυτών και καταλήγει σε μία μόνο μετρική.
- **Διαρθρωτικός δείκτης Ομοιότητας (Structural Similarity Index – SSIM).** Χρησιμοποιεί μία προσέγγιση μέτρησης που βασίζεται στη δομική παραμόρφωση. Έτσι συγκρίνονται δείγματα σημάτων, που έχουν ισχυρή εξάρτηση μεταξύ τους και βρίσκονται κοντά στο χώρο, ως προς τη δομή και την ομοιότητα τους.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι τα δειγματοληπτημένα βίντεο πρέπει να βαθμονομηθούν προκειμένου οι full-reference και οι reduced-reference μετρικές της ποιότητας βίντεο να καταλήξουν σε ένα ακριβές αποτέλεσμα της ποιότητας. Η βαθμονόμηση αποτελείται από την εκτίμηση και τη διόρθωση της χωρικής και χρονικής ολίσθησης της επεξεργασμένης ακολουθίας βίντεο με βάση την αρχική ακολουθία βίντεο.

Συγχρονισμός Ήχου και Εικόνας

Πρόκειται για το συγχρονισμό του ήχου και της εικόνας ενός τηλεοπτικού προγράμματος ή μίας ταινίας. Η σύσταση ITU-R BT.1359-1 αναφέρει ότι η ανοχή ώστε να μη φανεί πρόβλημα στο θεατή/ακροατή είναι:

- Ο ήχος μπορεί να προπορεύεται το πολύ κατά 90 ms ως προς την εικόνα.
- Ο ήχος μπορεί να έπεται το πολύ 185 ms ως προς την εικόνα.

Η ανάλυση του συγχρονισμού ήχου και εικόνας μπορεί να γίνει με ένα τεχνητά δημιουργημένο δείγμα δομικής βίντεο.



(a) Εικόνα με κόκκινους δείκτες, (b) ήχος που συνοδεύεται από τους αντίστοιχους δείκτες beer.

Το δείγμα περιλαμβάνει ένα στοιχείο εικόνας και ένα στοιχείο ήχου. Και τα δύο στοιχεία διαθέτουν δείκτες. Ο δείκτης του στοιχείου εικόνας εμφανίζει μίας πλήρως κόκκινη εικόνα μεταξύ της πρώτης κατάστασης εικόνας και της δεύτερης κατάστασης εικόνας. Αντίστοιχα η κυματομορφή ήχου παρεμβάλει μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης κατάστασης ήχου έναν ήχο beer. Οι κυματομορφές εικόνας και ήχου συγχρονίζονται αφού μεταβαίνουν από τη μία κατάσταση στην άλλη στον ίδιο χρόνο.

Χρόνος Εκκίνησης και Χρόνος Αλλαγής Καναλιού (Zapping)

Ο χρόνος που χρειάζεται ένας χρήστης να αλλάξει κανάλι (zapping) αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία της QoE στις εφαρμογές IPTV. Μεταξύ των αλλαγών των καναλιών εμφανίζεται μία μαύρη οθόνη η οποία περιέχει ένα πλήθος στοχευόμενων καναλιών. Η κλίμακα της ποιότητας του zapping μπορεί να χωριστεί σε πέντε επιμέρους κατηγορίες:

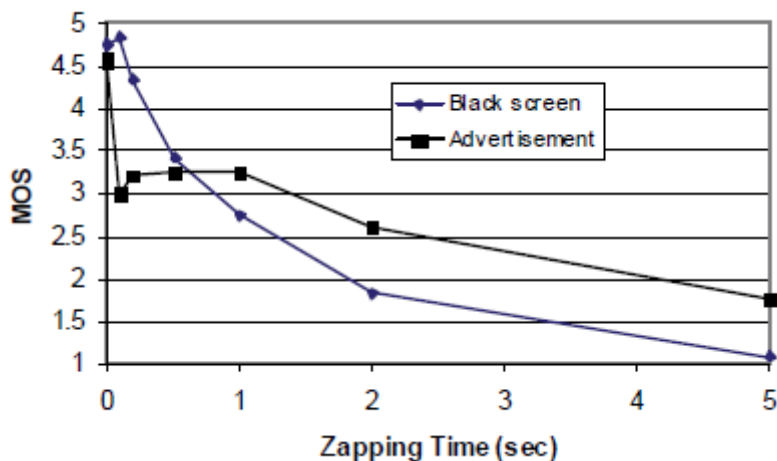
- 5 = άριστη ποιότητα zapping.
- 4 = καλή ποιότητα zapping.
- 3 = μέτρια ποιότητα zapping.
- 2 = φτωχή ποιότητα zapping.
- 1 = κακή ποιότητα zapping,

Το μοντέλο που προτείνεται για τη συσχέτιση μεταξύ του zapping (σε δευτερόλεπτα) και της QoE η οποία εκφράζεται μέσω του MOS, είναι:

$$MOS_{zapping} = \max(\min(-1.02 \ln(zapping\ time) + 2.65, 5), 1)$$

Από την παραπάνω σχέση διαπιστώθηκε ότι για να εξασφαλιστεί ένα MOS τουλάχιστον 3.5 ο χρόνος zapping πρέπει να είναι μικρότερος από 430 ms.

Σε περίπτωση που μεταξύ των αλλαγών των καναλιών παρεμβάλλονται διαφημίσεις, η επόμενη εικόνα δείχνει ότι οι χρήστες προτιμούν τις διαφημίσεις όταν ο χρόνος του zapping είναι επαρκώς μεγάλος και ότι οι μικροί χρόνοι zapping οδηγούν σε ανεπαρκή χρόνο για την παρακολούθηση της διαφήμισης. Βέβαια οι πολύ μεγάλοι χρόνοι zapping δεν εκτιμούνται από το χρήστη.



MOS για μαύρη οθόνη (μπλε γραμμή) και για διαφήμιση (μαύρη γραμμή).

Το QoE μοντέλο για zapping με διαφημίσεις είναι:

$$MOS_{\delta\iota\alpha\phi} = \max(\psi_1, \min(\psi_2, \psi_3))$$

όπου $\psi_1 = -15.8(\text{zapping time}) + 4.58$, $\psi_2 = 0.1 \ln(\text{zapping time}) + 3.27$,
 $\psi_3 = -0.93 \ln(\text{zapping time}) + 3.27$

Η Ιδέα των Συστημάτων Φήμης (Reputation Systems)

Οι ηλεκτρονικές κοινότητες εξαρτώνται από την on-line ψυχαγωγία, το εμπόριο και την επικοινωνία που διαδίδονται με τη βοήθεια υπηρεσιών του διαδικτύου. Αρκετά sites του ηλεκτρονικού εμπορίου όπως το Amazon και το eBay, ενημερωτικά sites και κοινωνικές διαδικτυακές πύλες (πχ Flickr, MySpace, iGoogle, Wikipedia, Facebook) ενσωματώνουν προηγμένους μηχανισμούς Web 2.0 με στόχο την προσαρμοσμένη παρουσίαση, ανταλλαγή και παράδοση του περιεχομένου. Το Web 2.0 εισάγει μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στο σχεδιασμό των υπηρεσιών και επιβάλλει νέες προκλήσεις για τους παρόχους των διάφορων εφαρμογών και των διαδικτυακών υπηρεσιών.

Έτσι οι πάροχοι αναγκάζονται να εξασφαλίσουν τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται από την αγορά όσον αφορά την QoS του δικτύου και την απαραίτητη για τους ανθρώπους εργονομία. Αυτά τα χαρακτηριστικά όμως αποτελούνται από ένα μίγμα αντικειμενικών και υποκειμενικών μετρήσεων της ποιότητας των υπηρεσιών και απαιτούν κατάλληλες μεθόδους αξιολόγησης. Βέβαια η εξέλιξη σε συνδυασμό με την αύξηση της πολυπλοκότητας μπορεί να δυσκολέψει τη διάκριση μεταξύ υπηρεσιών και χρηστών και να οδηγήσει σε απώλεια της διαχείρισης από την πλευρά του παρόχου με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών.

Σε ένα περιβάλλον το οποίο αναπτύσσεται διαρκώς οι καταναλωτές πρέπει να αποφασίσουν αν μία συγκεκριμένη (web) υπηρεσία ταιριάζει με τις ανάγκες τους, την αισθητική τους και τους καλύπτει χρονικά και οικονομικά. Η QoE προσεγγίζεται ως η συνολική αποδοχή της υπηρεσίας όπως την αντιλαμβάνεται υποκειμενικά ο τερματικός χρήστης. Με βάση την πρόοδο της τεχνολογίας και τη διαρκή αύξηση των απαιτήσεων από την πλευρά των χρηστών, γίνεται αντιληπτό ότι ο υπολογισμός της QoE είναι μία αρκετά σύνθετη διαδικασία.

Μία καλή προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης είναι η χρήση των συστημάτων φήμης (reputation systems). Τα συστήματα φήμης βασίζονται στη λογική της εξυπηρέτησης, στη διατήρηση της ασφάλειας και παρακολουθούν συνεχώς τις δραστηριότητες των χρηστών και ενθαρρύνουν τη σχετική κοινότητα να συμπεριφέρεται αντιστοίχως. Ακόμα τα συστήματα φήμης υποστηρίζουν την υποχρέωση λογοδοσίας για κακόβουλες συμπεριφορές η οποία εκφράζεται συνήθως ως μείωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Τα συστήματα φήμης εξελίχθηκαν με ένα μηχανισμό διαμοιρασμού μίας βαθμολογίας φήμης (reputation scoring) για μία συγκεκριμένη οντότητα, μεταξύ όλων των ενδιαφερόμενων χρηστών και των αντίστοιχων φορέων παροχής υπηρεσιών. Η προσέγγιση αυτή εισαγάγει το ρόλο ενός τρίτου αξιόπιστου μέρους που παρατηρεί και διαδίδει τη βαθμολογία η οποία ενθαρρύνει την αύξηση του πνεύματος συνεργασίας μεταξύ ενός πληθυσμού. Η βαθμολογία φήμης αντανακλά συνήθως μία συγκεντρωτική υποκειμενική γνώμη και καθορίζεται από τη δραστηριότητα του χρήστη, τη χρονική κλίμακα και το περιεχόμενο της υπηρεσίας. Αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά της υπηρεσίας αξιολογούνται από το σύστημα φήμης και το αποτέλεσμα της ανάλυσης διαμορφώνει την εμπειρία του χρήστη η οποία εκφράζεται με ένα σύνολο QoE μετρικών της υπηρεσίας.

Ταξινόμηση Συστημάτων Φήμης

Ένα σύστημα φήμης (reputation system) κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας διάφορες μαθηματικές τεχνικές. Οι δημοφιλέστερες μορφές είναι:

- Τα πιθανοτικά συστήματα (probabilistic systems) που περιγράφουν τη φήμη ως μία πιθανότητα αναμενόμενων αντιδράσεων ενός συγκεκριμένου συστήματος για μία συγκεκριμένη αίτηση.
- Οι ασαφείς θεωρίες (fuzzy theories) όπου η φήμη είναι ένας ασαφής αριθμός που αποδίδεται σε μία υποκειμενική γνώμη των πελατών.
- Τα ντετερμινιστικά (deterministic) συστήματα, όπου η φήμη εκφράζεται ως ένας αυθαίρετος αριθμός από ένα υποτιθέμενο εύρος (κυρίως στο διάστημα 0 ως 1).

Μέσα σε κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες, τα συστήματα φήμης ταξινομούνται με βάση τις ιδιαίτερες μαθηματικές τεχνικές που εφαρμόζονται για τον υπολογισμό της φήμης και ειδικά για την εδραίωσή της κατά τη διάρκεια μίας μακράς περιόδου με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες πηγές.

Όσον αφορά την παγκόσμια αξιοπιστία η φήμη ταξινομείται ως αντικειμενική ή υποκειμενική, με μία ενδιάμεση κατάσταση την υβριδική. Πολύ σημαντική είναι επίσης η ευαισθησία ενός συστήματος φήμης στο χρόνο, παράμετρος που δείχνει πόσο γρήγορα αντιδρά το σύστημα φήμης σε θετικές ή αρνητικές αλλαγές της ποιότητας υπηρεσιών. Αυτό συνδέεται άμεσα με την απόδοση του συστήματος και με τη χρονική του μνήμη. Τέλος πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η αρχιτεκτονική ενός συστήματος φήμης μπορεί να είναι επικεντρωμένη (centralized) ή κατανεμημένη (distributed). Δηλαδή τα δεδομένα φήμης συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία σε ένα ή πολλά μέρη και η εκτίμηση της φήμης μπορεί να γίνει από μία ή από πολλές οντότητες.

Συστήματα Φήμης με Βάση την Πιθανοτική (Probabilistic) Προσέγγιση

Σε αυτή την κατηγορία υπάρχουν δύο μορφές συστημάτων φήμης.

Συστήματα φήμης που βασίζονται σε Bayesian δίκτυα.

Τα Bayesian δίκτυα καθιστούν εφικτή την ύπαρξη μίας θεωρητικής βάσης για τον υπολογισμό των βαθμολογιών φήμης. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στον υπολογισμό των βαθμολογιών φήμης από τη στατιστική ενημέρωση των συναρτήσεων πυκνότητας πιθανότητας. Ένα Bayesian σύστημα φήμης μπορεί να είναι ή διωνυμικό (βασίζεται στη Βήτα κατανομή, δέχεται μόνο δυαδικές αξιολογήσεις στην είσοδο, οι παράμετροι εισόδου

παρέχονται ως βαθμωτά μεγέθη) ή πολυωνυμικό (βασίζεται στην κατανομή Dirichlet, οι παράμετροι εισόδου παρέχονται ως διανύσματα). Τα Bayesian συστήματα φήμης συλλέγουν αξιολογήσεις σχετικά με τους χρήστες ή τους παρόχους υπηρεσιών από τα μέλη μιας κοινότητας. Στη συνέχεια, οι βαθμολογίες αποστέλλονται σε μία κεντρική τοποθεσία (πχ κέντρο φήμης) όπου οι βαθμολογίες φήμης υπολογίζονται και δημοσιεύονται. Αφού παραληφθούν οι αξιολογήσεις για συγκεκριμένους χρήστες, οι τιμές φήμης αυτών των χρηστών τροποποιούνται αναλόγως. Αυτό δείχνει ότι τα Bayesian συστήματα φήμης είναι αντικειμενικά.

Συστήματα φήμης που βασίζονται σε υποκειμενική λογική (Subjective logic).

Η υποκειμενική λογική αποτελεί μέρος της πιθανοτικής λογικής. Η προσέγγιση της υποκειμενικής λογικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαμόρφωση ενός συστήματος φήμης. Η γνώμη του χρήστη η οποία αποτελεί μία μορφή μετρικής φήμης (reputation metric), μπορεί να περιγραφεί είτε με διωνυμική κατανομή είτε με πολυωνυμική κατανομή. Αν οι τιμές φήμης (reputation values) εκφράζονται ως υποκειμενικές απόψεις τότε κάθε μεταβατικό μονοπάτι φήμης (reputation path) μπορεί να υπολογιστεί με ένα χειριστή προεξόφλησης (discounting operator). Επίσης τα μονοπάτια μπορούν να συνδυαστούν με τη βοήθεια ενός χειριστή συσσώρευσης. Αυτοί ακριβώς οι χειριστές αποτελούν μέρος της υποκειμενικής λογικής (subjective logic). Τα συστήματα φήμης που βασίζονται στην υποκειμενική λογική χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή τοπικών, υποκειμενικών βαθμολογιών φήμης (reputation scores) ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε καταναλωμένα συστήματα.

Τα Bayesian συστήματα φήμης είναι συμβατά με συστήματα φήμης που βασίζονται στην υποκειμενική λογική. Ο συνδυασμός των δύο αυτών μαθηματικών προσεγγίσεων παρέχει μία ισχυρή βάση για την εκτίμηση της ποιότητας των on-line υπηρεσιών και ειδικότερα των web υπηρεσιών.

Συστήματα Φήμης με Βάση την Ασαφή Λογική (Fuzzy Logic)

Η ασαφής λογική (fuzzy logic) αποτελεί μία προσπάθεια μίας καθαρά μαθηματικής προσέγγισης καταστάσεων όπου το μοντέλο πρέπει να αντανakλά απόψεις ατόμων. Βέβαια δεν είναι εύκολη η συλλογή ικανοποιητικά μεγάλου δείγματος στατιστικών δεδομένων (εμπειρίας) ώστε να εφαρμοστεί μία προσέγγιση που βασίζεται στην πιθανοτική θεωρία. Τέτοιες περιπτώσεις παρατηρούνται κατά την προσπάθεια ταξινόμησης σπάνιων γεγονότων γι αυτό και οι μέθοδοι της ασαφούς λογικής χρησιμοποιούνται στα μοντέλα φήμης. Οι

μέθοδοι της ασαφούς λογικής χρησιμοποιούν ασαφείς μετρήσεις ώστε να εκφράσουν την εμπιστοσύνη και τη φήμη. Οι μέθοδοι αυτοί διαφέρουν στον τρόπο που εκφράζεται η εμπιστοσύνη από οντότητα σε οντότητα, στα είδη της φήμης που μελετούν και στον τρόπο συγκέντρωσης της ατομικής και κοινωνικής φήμης με στόχο τον αποτελεσματικό υπολογισμό της φήμης για εφαρμογές σε συστήματα λήψης αποφάσεων.

Συστήματα Φήμης με Βάση τη Ντετερμινιστική (Deterministic) Προσέγγιση

Τα συστήματα φήμης που ενσωματώνουν τη ντετερμινιστική προσέγγιση, υλοποιούν στην ουσία μία μαθηματική μηχανή αξιολόγησης. Αυτές οι ομάδες συστημάτων βελτιστοποιούνται συνήθως για πραγματικές εφαρμογές και λειτουργούν ως μοντέλα εύρεσης της φήμης. Για παράδειγμα το PageRank της Google βαθμολογεί μία ιστοσελίδα ανάλογα με το πόσες άλλες ιστοσελίδες συνδέονται με τη βαθμολογημένη ιστοσελίδα. Για ένα τέτοιο μεγάλο δίκτυο ιστοσελίδων, η φήμη από ένα site αναφοράς ασκεί επίδραση στις βαθμολογίες των σελίδων στις οποίες γίνεται αναφορά. Ένα τέτοιο σύστημα έχει κεντρικό χαρακτήρα. Επίσης χρησιμοποιούνται πρόσθετοι μηχανισμοί (πχ κόστη των domain names ή συχνότητα των ενημερώσεων μίας σελίδας) προκειμένου να αποφευχθούν οι παράνομες τοποθετήσεις.

Ταξινόμηση QoE Μοντέλου

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος ταξινόμησης των υφιστάμενων QoE μετρικών και ο τρόπος μέτρησης αυτών. Όσον αφορά τη μέτρηση υπάρχουν δύο επιλογές, οι υποκειμενικές δοκιμές και οι αντικειμενικές δοκιμές. Συνήθως οι υποκειμενικές δοκιμές πραγματοποιούνται στα πλαίσια δοκιμών πραγματικών χρηστών με αποτέλεσμα να λαμβάνεται μεγάλη ποικιλία (ίσως και διαφορετικών) απόψεων. Οι υποκειμενικές δοκιμές μπορεί να είναι χρονοβόρες και δαπανηρές διότι πραγματοποιούνται σε μεγάλο αριθμό χρηστών και υπό κατάλληλες συνθήκες ώστε να δίνουν στατιστικώς σημαντικά αποτελέσματα. Οι υποκειμενικές δοκιμές πραγματοποιούν έναν αλγόριθμο για λογαριασμό ενός πραγματικού χρήστη προσπαθώντας να μιμηθούν ή να προβλέψουν την αντίληψη των χρηστών με βάση σημαντικές ιδιότητες της αναφοράς ή του προϊόντος.

Με βάση τις διαθέσιμες πληροφορίες για τις υποκειμενικές ή τις αντικειμενικές δοκιμές, οι μετρικές της ποιότητας ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- **Μετρικές πλήρους αναφοράς (Full Reference – FR).** Είναι διαθέσιμο το αποτέλεσμα και η αναφορά και έτσι καθίστανται εφικτές οι λεπτομερείς

υποκειμενικές και αντικειμενικές συγκρίσεις φωνής, εικόνας, βίντεο, χρόνου λήψης (download) στο επίπεδο της εφαρμογής και συγκρίσεις που αφορούν τα ίχνη των πακέτων στο επίπεδο του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα αυτό σημαίνει εξαγωγή, αξιολόγηση και σύγκριση των QoE και των QoS παραμέτρων με ένα off-line τρόπο και τελικώς εξαγωγή των σχέσεων που συνδέουν τις QoE και QoS παραμέτρους. Οι FR μετρικές παρέχουν την υψηλότερη δυνατή ακρίβεια αλλά απαιτούν πολλούς υπολογισμούς.

- **Μετρικές χωρίς αναφορά (No Reference – NR).** Από το αποτέλεσμα πρέπει να εξαχθούν ποιοτικές πληροφορίες καθώς δεν υπάρχει διαθέσιμη αναφορά. Πρόκειται για μία τυπική on-line κατάσταση με έμφαση στην ποιότητα που αντιλαμβάνεται ο τερματικός χρήστης (πχ αξιολόγηση από ερωτήσεις ή παρατηρήσεις) ή ένας εκπρόσωπος του χρήστη (πχ χρήση αλγόριθμου). Προφανώς οι αξιολογήσεις των χρηστών, οι συστάσεις των υπηρεσιών και το περιεχόμενό τους εφαρμόζουν την προσέγγιση NR. Το αποτέλεσμα κρίνεται και με αντικειμενικό και με υποκειμενικό τρόπο με αποτέλεσμα οι NR μετρικές να ενδέχεται να παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση. Σε ένα δίκτυο οι NR μετρικές δεν μπορούν συνήθως να διακρίνουν μεταξύ προβλημάτων ποιότητας που απορρέουν από την αναφορά (πχ υποβάθμιση ποιότητας λόγω κωδικοποίησης και πρόσθετων διαταραχών του δικτύου). Συνεπώς οι NR μετρικές δεν είναι εφαρμόσιμες για την εξαγωγή των σχέσεων που συνδέουν τις QoE και τις QoS παραμέτρους αφού στοχεύουν στην καταγραφή της επίδρασης του δικτύου. [4]
- **Μετρικές μειωμένης αναφοράς (Reduced Reference – RR).** Αντί να συγκρίνεται απευθείας η αναφορά με το αποτέλεσμα, εξάγονται παράμετροι στο επίπεδο της εφαρμογής και/ή στο επίπεδο του δικτύου τόσο στην πλευρά αποστολής όσο και στην πλευρά λήψης, με αποτέλεσμα να υπάρχει σημαντική βοήθεια στην πρόβλεψη της QoE. Για παράδειγμα στο επίπεδο της εφαρμογής η RR υβριδική μετρική ποιότητας της εικόνας υπολογίζει διάφορα κριτήρια της εικόνας αναφοράς και τα στέλνει στο δέκτη. Οι εξαχθέντες παράμετροι χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ποιότητας της ληφθείσας εικόνας, χωρίς να χρειάζονται την εικόνα αναφοράς στο δέκτη. Αντίστοιχα στο επίπεδο του δικτύου οι διακυμάνσεις της μετάδοσης και οι απώλειες, είναι εφικτό να συγκριθούν ώστε να εκτιμηθεί η ποιότητα στην πλευρά του δέκτη. Τέτοιες παράμετροι συχνά προέρχονται από μία FR έρευνα και μπορούν τελικά να συγκριθούν ώστε να ληφθεί γνώση για πιθανά προβλήματα ποιότητας. Επίσης

μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία για την ανοικοδόμηση σχέσεων μεταξύ QoS και QoE παραμέτρων.

Είναι άξιο αναφοράς ότι με βάση διάφορα σενάρια που έχουν εξεταστεί, η σχέση μεταξύ των QoE και QoS παραμέτρων μπορεί να είναι εκθετική. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι η QoE είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις διαταραχές της QoS σε περίπτωση που η λαμβανόμενη ποιότητα υπηρεσιών είναι υψηλή. Αν η QoE είναι ήδη χαμηλή, τότε πρόσθετες διαταραχές στην QoS ασκούν μικρότερη επίδραση. Αν η QoE είναι πολύ μεγάλη, τότε θα χρειαστούν πολύ λεπτομερείς μετρήσεις των μεταβολών της QoS ώστε να αξιολογηθούν ορθά οι επιπτώσεις τους στην QoE. Σε κάθε περίπτωση, το σύστημα φήμης πρέπει να λάβει υπόψη την κυμαινόμενη ευαισθησία.

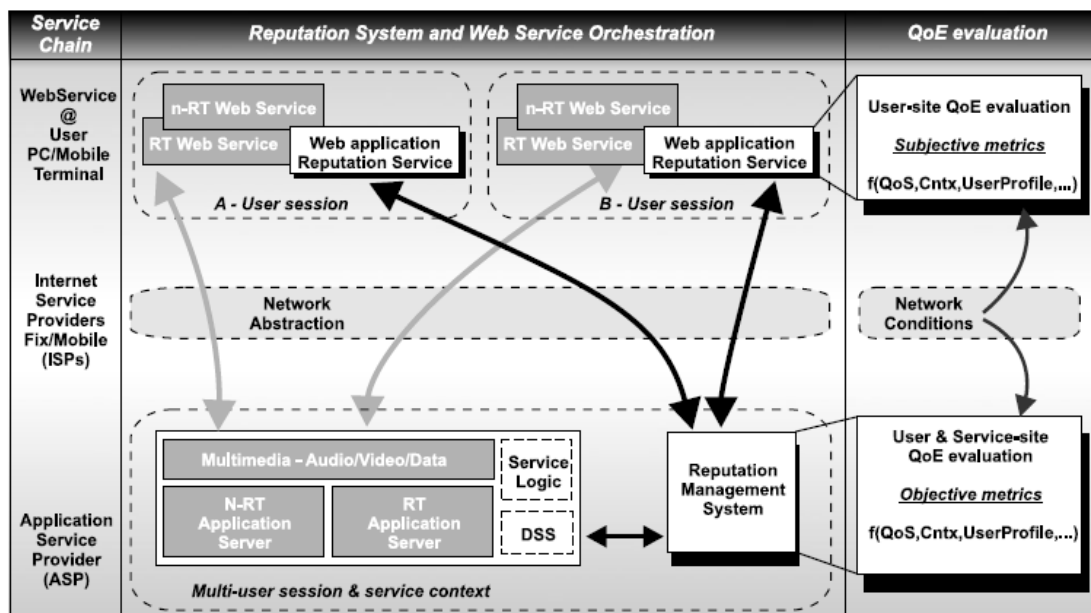
Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι οι σχέσεις μεταξύ των QoE και QoS παραμέτρων έχουν παρουσιαστεί στο ITU-T G.1030, εκφράζοντας τις αξιολογήσεις των χρηστών για τους χρόνους απόκρισης, εκφράζοντας τα ποσοστά ακύρωσης ως συνάρτηση της διακίνησης που γίνεται αντιληπτή από χρήστη, ερευνώντας συστηματικά τις συνέπειες της ελάττωσης της QoE και τη διάρκεια των συνεδριών. Με βάση αρχικές εκτιμήσεις, η σχέση μεταξύ QoE και QoS είναι εκθετική (και σύμφωνα με την έρευνα αυτή). Για ένα πιο ασφαλές συμπέρασμα όμως θα πρέπει να ελεγχθεί η πλειονότητα των υπηρεσιών και των συνθηκών. Έτσι η συλλογή των τιμών φήμης (reputation values) είναι ένα βιώσιμο συμπλήρωμα, ειδικότερα όταν οι συνθήκες στο επίπεδο του δικτύου είναι εφικτό να αλλάξουν με ελεγχόμενο τρόπο.

Εφαρμογές Συστημάτων Φήμης για την Αξιολόγηση της QoE

Επειδή οι δεσμοί που συνδέουν τις μετρήσεις του δικτύου (πχ QoS παράμετροι) και την QoE για υπηρεσίες web δεν είναι πάντοτε σαφείς, ένα σύστημα φήμης αποτελεί μία βιώσιμη λύση για την αξιολόγηση της QoE. Οι δυνατότητες των συστημάτων φήμης τροποποιούνται κατάλληλα ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν στον κόσμο του web. Η φήμη χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και την ενθάρρυνση της προτιμώμενης συμπεριφοράς των χρηστών η οποία αυξάνει σημαντικά την αναγνώριση της εμπιστοσύνης των χρηστών σε ένα πληθυσμό.

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται μία νέα πρόταση που βασίζεται σε ένα καταναμημένο σύστημα φήμης το οποίο παίζει το ρόλο μίας συμπληρωματικής (πρόσθετης) υπηρεσίας του web. Το σύστημα διαχείρισης της φήμης (Reputation Management System – RMS) χωρίζεται σε δύο πεδία εκτέλεσης της υπηρεσίας. Το πρώτο πεδίο εκτελείται στην

πλευρά του χρήστη ως μία εύκολα διαχειρίσιμη μονάδα ελέγχου (πχ web widget) που εκτελείται σε ένα τερματικό του χρήστη ταυτόχρονα με την υπηρεσία web. Το δεύτερο πεδίο υλοποιείται στις εγκαταστάσεις του παρόχου (Application Service Provider – ASP) και είναι υπεύθυνο για τη συλλογή μετρήσεων από το sever ή μετρήσεων που σχετίζονται με την εφαρμογή ώστε τελικά να αξιολογήσει την QoE.



Σύστημα φήμης για την αξιολόγηση της QoE στο περιβάλλον μίας web υπηρεσίας.

Αν έχουμε μία συνηθισμένη web υπηρεσία που επιτρέπει την αλληλεπίδραση διάφορων χρηστών με διαφορετικές τερματικές συσκευές (PC desktop, PDA) οι οποίες μπορεί να έχουν πρόσβαση σε σύνθετες υπηρεσίες ανταλλαγής δεδομένων, οι χρήστες (τουλάχιστον ένα ζευγάρι) διασυνδέονται μέσω του server της εφαρμογής (Application Server – AS). Ο AS επιτρέπει τη συνεργασία των επιμέρους μερών και εξυπηρετεί το περιεχόμενο των πολυμέσων (ήχος, βίντεο, δεδομένα) για κάθε χρήστη, με βάση την υπηρεσία λογικής (Service Logic – SL). Μία τέτοια δραστηριότητα οργανώνεται σε ξεχωριστές συνεδρίες χρηστών με ένα πλαίσιο παροχής υπηρεσιών.

Ο web πελάτης του συστήματος φήμης γνωρίζει κάθε συνεδρία του χρήστη και συλλέγει QoE υποκειμενικά δεδομένα (με προ-ρυθμισμένη μέθοδο αξιολόγησης) τα οποία μοιράζεται με το κεντρικό RMS. Ταυτόχρονα το RMS συλλέγει QoE δεδομένα για την ίδια συνεδρία χρήστη στο επίπεδο του ASP στα σημεία εισόδου του δικτύου του παρόχου της διαδικτυακής υπηρεσίας. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την ανίχνευση πιθανών διαταραχών

του δικτύου οι οποίες ενδέχεται να εμφανιστούν στο επίπεδο αφαίρεσης δικτύου (Net Abstraction – NA).

Η σύγκριση των QoE δεδομένων πελάτη-server μπορεί να επιτρέψει τη σύσταση μίας μεθόδου αναφοράς για την υποκειμενική αξιολόγηση της QoE. Η συγκέντρωση των QoE μετρήσεων από διαφορετικές συνεδρίες χρηστών στο επίπεδο του ASP οδηγεί στην κατασκευή της φήμης του υπό μελέτη δικτύου. Αξίζει να τονιστεί ότι τα QoE δεδομένα του χρήστη ή του δικτύου αλλάζουν καθώς το RMS πραγματοποιεί μία on-line QoE παρακολούθηση. Έτσι σε περίπτωση που η QoE πέσει κάτω από ένα αποδεκτό επίπεδο είναι εφικτό να ασκήσει κατάλληλες ενέργειες με στόχο τη βελτίωση της. Τα ερεθίσματα (πχ στοιχεία ή δεδομένα) που επισύρουν την εκκίνηση αυτής της διαδικασίας αποστέλλονται στο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων (Decision Support System – DSS) με βάση την πολιτική υπηρεσιών του web. Το DSS υλοποιείται στο σώμα της SL στο εσωτερικό AS και επηρεάζει τη συμπεριφορά της web υπηρεσίας για μία συγκεκριμένη συνεδρία του χρήστη (πχ επανακωδικοποίηση μέσου επικοινωνίας, αλλαγές ρυθμού bit δεδομένων κλπ).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του προτεινόμενου συστήματος είναι η χρήση της πρόσθετης εφαρμογής που βασίζεται στο web η οποία εναρμονίζεται με τη φήμη και την QoE διαδικασία αξιολόγησης, με ένα αυτοματοποιημένο τρόπο χωρίς τις λεπτομερείς γνώσεις για τη συγκεκριμένη υπηρεσία και την τοπολογία του δικτύου, παρά μόνο με την εισαγωγή υπηρεσιών εικονικού περιβάλλοντος (virtualization).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Agboma F., Liotta A., Quality of Experience Management in Mobile Content Delivery Systems, 2010.
2. Batteram H, Damm G., Mukhopadhyay A., Philippart L., Odysseos R., Urrutia-Valdes C., Delivering Quality of Experience in Multimedia Networks. Bell Labs Technical Journal, 2010
3. Kuipers F., Kooij R., De Vleeschauwer D., Brunnstrom K. Techniques for Measuring Quality of Experience, 2010
4. Ciszkowski T., Mazurczyk W., Kotulski Z., Hossfeld T., Fiedler M., Collange D., Towards Quality of Experience-Based Reputation Models for Future Web Service Provisioning, 2011
5. Acero. Acoustical and Environmental Robustness in Automatic Speech Recognition. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1993
6. D.P. Anderson, R. Govindan, and G. Homsy. "Abstractions for Continuous Media in a Network Window System." Technical Report UCB/CSD 90/596, Computer Science Division, DC Berkeley, Berkeley, CA, September 1990
7. Announcement. "3D Digitizing Systems." "Computer Graphics World, Page 59, April 1994
8. Announcement. "Kodak Expands Photo CD System." "Computer Graphics World, Page 59, April 1994
9. Announcement. "Video Accelerator Boards." Computers Graphics World, page 53, May 1994
10. L. Brun and J. P. Domenger. "A new split and merge algorithm based on discrete map." In N. M. Thalmann and V. Skala, editors, The Fifth International Conference in Central Europe on Computer Graphics and International (WSCG '97), pages 21-30, Plzen-Bory, Czech Republic, 1997
11. R. M. Baecker. "Picture Driven Animation." In Proceedings of Spring Joint Computer Conference, pages 273-288, Montvale, NJ, 1969. AFIPS Press
12. D. R. Begault. 3-D Sound for Virtula Reality and Multimedia. Academic Press, London, 1994
13. K. B. Benson and D. G. Fink. HDTV-Advanced Television forthe 1990s. Intertext Publications, McGraw-Hill Publishing Company, Inc., 1991
14. M. Boom. Music Through MIDI. Microsoft Press, 1987

15. N. Burtnyk and M. Wein. Interactive Skeleton Techniques for Enhancing Motion Dynamics in key Frame Animation." *Communications of the ACM*, 19(10): 564-569, October 1976
16. J. Canny. "A computational approach to edge detection." In *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Volume PAMI-VIII, No 6, November 1986
17. International Radio Consultative Committee (CCIR). Recommendation 601: Encoding Parameters of Digital Television for Studios, vol. 11, Teil 1, pp, 271-273. CCIR, GENEVA, 1982
18. J. Chowning. "The simulation of moving sound source." *Journal of the Audio Engineering Society* 94, pages 211-218, Anaheim, CA, October 1994
19. T.-S. Chua, S.-K. Lim, H -K. Pung. "Content-based retrieval of segmented images." In *ACM Multimedia '94*, pages 211-218, Anaheim, CA, October 1994
20. Aldus Corporation. TIFF - Tagged Image File Format - Revision 6.0 Final. Aldus Corporation, Seattle, 1992
21. P. Chen and T. Pavlidis. "Segmentation by texture using co-occurrence matrix and a split and merge algorithm." In *computer Graphics and Image Processing*, Pages 172-182, 1979
22. Marketing Department. Brochure. Showscan Film Corporation, 1989
23. H. J. Encarnacao and J. D. Foley. *Multimedia*. Springer-Verlag, Berlin, 1994
24. European Telecommunications Standards Institute. Digital Broadcasting Systems of Television, Sounds and Data Services: Specification for Service Information (SI) in Digital Video Broadcasting Systems. ETSI, ETSI 300 744 edition, November 1994
25. European Telecommunications Standards Institute. Digital Broadcasting Systems of Television, Sounds and Data Services; Framing, Structure, Channel Coding and Modulation For Digital Terrestrial Television. ETSI, ETSI 300 744 edition, April 1996
26. J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner, and J. F. Hughes. *Computer Graphics - Principles and Practice*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 2ed edition, 1992
27. J. L. Flanagan. *Speech Analysis, Synthesis and Perception*. Springer - Verlag, *IEEE Communications Magazine*, pages 84-89, May 1992
28. S. Feiner, D. Salesin, and T. Banchoff. "DIAL: A diagrammatic animation language." In *Computer Graphics and Applications*, 2(7):43-54, September 1982

29. R.C Gonzales and R. E. Woods. Digital Image Processing. Addison Wesley Publishing Company, Inc., 1993
30. H. F Haddon and J. F. Boyce. "Image segmentation by unifying region and boundary information." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-12(10):929-948, October 1990
31. R.G. Herrtwich and L. Delgrossi. ODA - based data modeling in multimedia systems." Technical Report 90-043, International Computer Science Institute, Berkeley, 1990
32. R. D. Henkel. "Segmentation in scale space." In 6th International Conference on Computer Analysis of Images and Pattern (CAIP), 1995
33. R.M Haralick and L. G. Shapiro. Computer and Robot Vision, Volume 1. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992
34. European Telecommunications Standards Institute. Digital Broadcasting Systems for Television; Implementation Guidelines for the Use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in Satellite and Cable Broadcasting Applications. ETSI, ETSI Technical Report 154 edition, November 1994
35. European Telecommunications Standards Institute. Digital Broadcasting Systems of Television, Sounds and Data Services; Framing, Structure, Channel Coding and Modulation For CATV Cable and SMATV Distribution. ETSI, ETSI 399 473 edition, April 1995
36. J. M. Hot, V. Lanchner, and O. Warusfetl. Digital Signal Processing Issues in the Context of Binuaral and Transural Stereophone. Audio Engineering Society, 1995. Reprint 3980
37. G.S. Kendall. "A 3-D sound primer: Directional hearing and stereo reproduction." Computer Music, 19(4), 1995.
38. B. Klaur and K. Waldschmidt. "An object-oriented character recognition engine." In Proceedings of European Informatic Congress, EuroARCH'93 Springer-Verlag, October 1993
39. C. Loy. "Musicians make a standard: The MIDI phenomenon." Computer Communications of the ACM, 40(12):56-62, 1997
40. A. C. Luther. Authoring Interactive Multimedia. Academic Press, 1994
41. R. J. Mammone editor. Artificial Neural Networks for Speech and Vision. Chapman & Hall, London, New York, 1993

42. MHEG. Information Technology - Coded Representation of Multimedia and Hypermedia Information (MHEG), Part 1: Base Notation (ASN.L). Committee draft ISO/IEC 13522-1, June 1993. ISO/IECJTC1/SC29
43. International Standards Organization. Information Technology -Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information (MPEG-2). International Standard ISO/IEC IS 13818,1996. ISO IEC1
44. D. O'shaughnessy. Speech Communication. Addison – Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Massachusetts, 1990
45. T. Pavlidis and Y.-T. Liow. "Integrating region growing and edge detection." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-12(3):225-233, March 1990
46. G. Pass, R. Zabih, and J. Miller. "Comparing images using color coherence vectors." In ACM Conference on Multimedia, Boston, MA, 1996. ACM
47. C. W. Renholds. "Computer animation with scripts and actors." In SGGGRAPH 82, pages 298-296, 1982
48. M. E. H. Schouten, editor. The Auditory processing of Speech: From Sounds to Words. Mouton de Gouyter, Berlin, New York, 1992
49. P. Strauss. Bags: The Brown Animation Generation System. Ph. D. Thesis CS-88-22, Computer Science Department, Crown University, Providence, RI, May 1988
50. Technical Manual, NeXT, Inc. NeXT 0.9 Technical Documentation: Concepts, 1989
51. L. Vincent and P. Soille. "Watersheds in Digital spaces: An efficient algorithm based on immersion simulations." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMM3(6):583-598, June 1991