

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ
ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΟΥΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: Μπίσκα Αναστασία, Μαρνέζος Χρήστος

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κουτσονίκος Ιωάννης

ΠΑΤΡΑ 2008

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	3
Πρόλογος	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Εισαγωγή	5
1.1 Ο υπολογιστής στην καθημερινή μας ζωή.....	5
1.2 Σύστημα υπολογιστών	6
1.3 Περιορισμένος χώρος	7
1.4 Η ανάπτυξη του παγκόσμιου ιστού.....	7
1.5 Μονάδες μέτρησης χωρητικότητας	8
1.6 Ιστορική αναδρομή της συμπίεσης.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Θεωρητική προσέγγιση	11
2.1 Γενικές αρχές συμπίεσης	11
2.2 Διάκριση δύο τύπων αλγορίθμων συμπίεσης	12
2.2.1 Αλγόριθμοι συμπίεσης χωρίς απώλειες ή αντιστρεπτοί (lossless compression)	12
2.2.2 Αλγόριθμοι συμπίεσης με απώλειες ή μη αντιστρεπτοί (lossy compression)	12
2.3 Εφαρμογές.....	12
2.4 Ποσοστό συμπίεσης - Λόγος συμπίεσης	14
2.5 Κωδικοποίηση εντροπίας και κωδικοποίηση πηγής.....	15
2.5.1 Κωδικοποίηση εντροπίας.....	15
2.5.1.1 Περιορισμός των ακολουθιών επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων	16
2.5.1.2 Στατιστική Κωδικοποίηση (Statistical encoding).....	17
2.5.2 Κωδικοποίηση πηγής.....	18
2.5.2.1 Κωδικοποίηση μετασχηματισμού (transform encoding).....	19
2.6 Είδη συμπίεσης	20
2.6.1 Συμμετρική - Ασύμμετρη Συμπίεση	20
2.6.2 Χωρική Συμπίεση	20
2.6.3 Χρονική Συμπίεση	21
2.7 Παραδείγματα	22
2.7.1 Παραδείγματα συμπίεσης	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Κωδικοποίηση Huffman.....	25
3.1 Παρουσίαση του αλγορίθμου.....	25
3.2 Συμπίεση Δεδομένων: Μοντελοποίηση + Κωδικοποίηση.....	26
3.3 Εφαρμογή αλγορίθμου.....	29
3.4 Παραδείγματα	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Ανασκόπηση αλγορίθμων συμπίεσης	34
4.1 Συμπίεση εικόνας και βίντεο	34
4.1.1 Αλγόριθμος RLE και LZW	34
4.1.2 Αλγόριθμος DCT	36
4.1.3 Συμπίεση JPEG και M-JPEG.....	36
4.1.4 Συμπίεση με αλγόριθμο "CCITT GROUP 3"	39
4.1.5 Αλγόριθμος MPEG	41
4.1.6 Συμπίεση με H.261 (px64).....	49
4.1.7 Συμπίεση με Fractals.....	50
4.1.8 Συμπίεση Wavelet.....	52
4.2 Συμπίεση του ήχου.....	53
4.2.1 PCM.....	53
4.2.2 Διαφορική PCM (DPCM).....	55
4.2.3 Προσαρμοζόμενη DPCM (Adaptive DPCM, ADPCM).....	55
4.2.4 Διαμόρφωση Δ.....	55
4.2.5 PASC.....	56

4.2.6 ATRAC	57
4.2.7 MACE	58
4.2.8 Άλλες μέθοδοι συμπίεσης ήχου	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Εφαρμόζοντας τις μεθόδους συμπίεσης	60
5.1 Software codecs	62
5.2 Λογισμικό για αναπαραγωγή	64
5.3 Η Τεχνολογία DVI (Digital Video Interactive)	65
5.4 Συμπίεση και Internet	68
5.5 Η επανάσταση του MP3	69
5.6 Ετικέτες Συμπίεσης.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Οδηγός πρακτικής εφαρμογής.....	77
Βιβλιογραφία	82
Παράρτημα - Γλωσσάρι όρων	83

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά τις οικογένειες για την ηθική και υλική υποστήριξη κατά τη διάρκεια των σπουδών μας στην Πάτρα. Χάρη σ' αυτούς, σήμερα βρισκόμαστε στο τελευταίο στάδιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μας, που δεν είναι άλλο από την παρουσίαση της πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστούμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κουτσονίκο Ιωάννη για την επιλογή ενός τόσο σημαντικού και ενδιαφέροντος θέματος στον τομέα της πληροφορικής όπως αυτό της συμπίεσης δεδομένων. Από την πρώτη στιγμή ενθουσιαστήκαμε με το θέμα της πτυχιακής καθώς και με την επικείμενη συνεργασία μας. Οι συμβουλές και η υποστήριξη του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας ήταν ζωτικής σημασίας για εμάς.

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους διδάσκοντες καθηγητές που μας μεταλαμπάδευσαν τις γνώσεις, τις εμπειρίες τους και μας μύησαν στα επιστημονικά μονοπάτια της πληροφορικής και των οικονομικών κατά τη φοίτησή μας στο Τμήμα Επιχειρηματικού Σχεδιασμού και Πληροφοριακών Συστημάτων του ΤΕΙ Πάτρας.

Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι να διευρύνει τις γνώσεις του αναγνώστη είτε πρόκειται για αρχάριο, είτε για έμπειρο χρήστη. Είναι ένα εγχειρίδιο το οποίο παρέχει γενικές αλλά και αναλυτικότερες πληροφορίες πάνω στη συμπίεση δεδομένων (ήχος, εικόνα, βίντεο), καθώς επίσης παρουσιάζει και τους αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται κατά τη συμπίεση.

Η όλη εργασία δομείται από έξι κεφάλαια:

- Το πρώτο κεφάλαιο επιχειρεί να θέσει τις βασικές αρχές για την εξέλιξη τόσο της τεχνολογίας όσο και της πληροφορικής συνδυάζοντας και τη συμπίεση δεδομένων. Παράλληλα, η ιστορική αναδρομή μας βοηθά να κατανοήσουμε από πόσο παλιά και από πού προέκυψε η ανάγκη για συμπίεση.
- Το δεύτερο κεφάλαιο προσεγγίζει την έννοια της συμπίεσης επισημαίνοντας τους σκοπούς και τους στόχους της, αφού χάρη στη συμπίεση μπορούμε να επικοινωνούμε πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά. Επίσης, παρουσιάζονται οι πιο διαδεδομένοι τύποι αλγορίθμων συμπίεσης, τα είδη συμπίεσης, καθώς και οι εφαρμογές τους.
- Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής παρουσίαση της κωδικοποίησης Huffman. Καταγράφεται ο τρόπος λειτουργίας και εφαρμογής του αλγορίθμου.
- Τέλος, στα κεφάλαια πέντε και έξι γίνεται μια ολοκληρωμένη ανάλυση πάνω στον τρόπο επιλογής του κατάλληλου αλγορίθμου για την κάθε μορφή δεδομένων (εικόνα, ήχος, βίντεο) όπως επίσης παρατίθενται και τα κατάλληλα εργαλεία, με τα οποία θα επιτευχθεί η σωστή υλοποίηση των αλγορίθμων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Εισαγωγή

Η τεχνολογία της πληροφορικής είναι ένας επιστημονικός τομέας που εξελίσσεται με ραγδαίο ρυθμό. Τα δίκτυα των ηλεκτρονικών υπολογιστών ολοένα και αυξάνονται. Πριν από μερικές δεκαετίες λίγοι ήταν αυτοί που είχαν πρόσβαση σε δίκτυα υπολογιστών, όπως επιστήμονες, μεγάλες επιχειρήσεις και δημόσιοι φορείς. Σήμερα, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει γίνει απαραίτητο μέσο επικοινωνίας, αφού βρίσκονται παντού, τόσο στον εργασιακό χώρο όσο και στο περιβάλλον του σπιτιού, διευκολύνοντας έτσι τις επαγγελματικές και διαπροσωπικές επαφές. Η τεράστια γκάμα των προγραμμάτων, σε συνδυασμό με το συνεχώς μειωμένο κόστος, καθώς και η συνεχής αύξηση των δυνατοτήτων τους οδήγησαν στην αλματώδη αύξηση των πωλήσεών τους. Για παράδειγμα, ένας κοινός προσωπικός υπολογιστής στα μέσα της δεκαετίας του 1980 κόστιζε περίπου 1,5 εκατομμύριο δραχμές. Ενώ τώρα, μπορεί να κοστίζει τρεις έως τέσσερις φορές λιγότερο, ενώ οι δυνατότητες και ο χώρος αποθήκευσης που διαθέτει είναι εκατοντάδες, συχνά και χιλιάδες, φορές μεγαλύτερα.

1.1 Ο υπολογιστής στην καθημερινή μας ζωή

Καθημερινά ερχόμαστε σε επαφή με συστήματα υπολογιστών που διαφέρουν μόνο στη μορφή από τους κλασικούς υπολογιστές. Μερικές από τις περιπτώσεις αυτές είναι:

- ✚ Η χρήση των κινητών τηλεφώνων.
- ✚ Η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή στο αυτοκίνητο για ενημέρωση σχετικά με την κατανάλωση καυσίμων και πολλά άλλα.
- ✚ Οι τραπεζικές συναλλαγές από το ταμείο ή μέσω μηχανήματος αυτόματης κατάθεσης και ανάληψης μετρητών ATM (Automatic Teller Machine).

- ✚ Οι ταμειακές μηχανές των καταστημάτων.
- ✚ Τα μηχανήματα έκδοσης και ακύρωσης εισιτηρίων.
- ✚ Η χρήση πιστωτικής κάρτας για τις πληρωμές των διαφόρων αγορών μας.
- ✚ Η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή σε βιβλιοθήκες για την εύρεση βιβλίων.
- ✚ Η κατάρτιση μέσω υπολογιστή CBT (Computer Based Training).
- ✚ Η χρήση των συσκευών ενημέρωσης στις οποίες ο χρήστης μπορεί να επιλέγει και να εμφανίζει πληροφορίες αγγίζοντας την οθόνη.
- ✚ Η χρήση των έξυπνων καρτών smart cards. Οι έξυπνες κάρτες είναι παρόμοιες με τις πιστωτικές αλλά διαθέτουν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και λογισμικό, πράγμα που τους δίνει τη δυνατότητα να περιέχουν μια βάση δεδομένων με προσωπικά στοιχεία.

1.2 Σύστημα υπολογιστών

Ο υπολογιστής δεν είναι κατασκευασμένος να εκτελεί κάποιες προκαθορισμένες εργασίες, αλλά είναι ένα σύγχρονο εργαλείο που έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μας βοηθά στη διεκπεραίωση πολύπλοκων, χρονοβόρων, και συχνά βαρετών εργασιών. Τα κύρια χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι η μεγάλη ταχύτητα επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων και η αποδοτικότητά τους. Επίσης, μπορούν να εκτελέσουν οποιαδήποτε εργασία, από την απλή δημιουργία ενός εγγράφου μέχρι τη λύση πολύπλοκων μαθηματικών προβλημάτων και την αρχειοθέτηση χιλιάδων καταχωρίσεων, αρκεί να τους τροφοδοτήσουμε με τις κατάλληλες εντολές.

1.3 Περιορισμένος χώρος

Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετώπιζαν οι χρήστες κατά το παρελθόν ήταν ο περιορισμένος αποθηκευτικός χώρος που διέθεταν οι προσωπικοί υπολογιστές. Αναφερόμαστε στην εποχή του DOS, όταν ακόμη οι σκληροί δίσκοι αποτελούσαν μακρινό όνειρο για το μέσο χρήστη και η μοναδική λύση για την αποθήκευση των προσωπικών αρχείων και των ολοκληρωμένων προγραμμάτων που διέθεταν ήταν οι δισκέτες. Η πιεστική ανάγκη για αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας των υπολογιστών οδήγησε σε σύντομο χρονικό διάστημα στην ανάπτυξη κατάλληλων αλγορίθμων που θα αναλάμβαναν τη συμπίεση των δεδομένων. Στόχος ήταν η έμμεση αύξηση του χώρου αποθήκευσης, έτσι ώστε στον περιορισμένο χώρο μιας δισκέτας να χωρέσουν όσο το δυνατόν περισσότερα αρχεία. Σήμερα, με την αλματώδη αύξηση της χωρητικότητας των σκληρών δίσκων αλλά και την κυκλοφορία δεκάδων περιφερειακών συσκευών, που επιτρέπουν την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων (zip drives, CD-RW, tapes κ.λπ.), το συγκεκριμένο πρόβλημα έχει κατά ένα μεγάλο βαθμό αντιμετωπιστεί. Παρ' όλα αυτά, δεν θα πρέπει να παραβλέπουμε το γεγονός ότι ανεξάρτητα από τη συνολική χωρητικότητα, ο αποθηκευτικός χώρος των συσκευών παραμένει πεπερασμένος, ενώ, αντίθετα, οι ανάγκες των χρηστών αυξάνουν διαρκώς.

1.4 Η ανάπτυξη του παγκόσμιου ιστού

Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη και εξάπλωση των δικτύων σε παγκόσμιο επίπεδο, με κυριότερο εκπρόσωπο το Internet, αποτελεί ένα από τα πιο εντυπωσιακά φαινόμενα της δικτύωσης. Η πρόσβαση στο Internet με χαμηλές ταχύτητες μέσω του τηλεφωνικού σήματος και με υψηλές ταχύτητες μέσω καλωδιακών μόντεμ, δορυφόρων και ασύρματων τεχνολογιών υπογράμμισε για ακόμη μία φορά τη χρησιμότητα και την αποτελεσματικότητά του, μέσω του

οποίου επιτυγχάνεται η αποστολή και η λήψη δεδομένων και κυρίως συμπιεσμένων αρχείων σε όσο το δυνατόν μικρότερο χρόνο. Ενώ, λοιπόν, παλαιότερα οι τεχνολογίες συμπίεσης χρησιμοποιήθηκαν για την αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας των υπολογιστών, σήμερα η κύρια χρήση τους εντοπίζεται στο Internet όπου αυξάνουν έμμεσα το διατιθέμενο εύρος ζώνης και συμβάλλουν στην ταχύτερη μεταφορά των δεδομένων.

1.5 Μονάδες μέτρησης χωρητικότητας

Όλοι όσοι χρησιμοποιούμε υπολογιστή ή έχουμε ανοίξει ένα περιοδικό πληροφορικής, ή έχουμε συμμετάσχει σε μια συζήτηση σχετικά με υπολογιστές, θα έχουμε ακούσει τους όρους Byte, Megabyte, και πολλούς άλλους. Καλό θα ήταν να γνωρίζουμε ότι αυτοί οι όροι αντιπροσωπεύουν μονάδες μέτρησης χωρητικότητας, καθώς και σε ποιες περιπτώσεις τους χρησιμοποιούμε.

Στους παρακάτω συνοπτικούς πίνακες βλέπουμε τη σχέση των μονάδων αυτών μεταξύ τους καθώς και τη χωρητικότητα αυτών των μονάδων.

Μονάδα Μέτρησης	Συντομογραφία	bit	byte	KB	MB	GB
bit	Bit	1 ή 0				
Byte	Byte	8				
Kilobyte	KB	8.192	1.024			
Megabyte	MB	8.388.608	1.048.576	1.024		
Gigabyte	GB	8.589.934.592	1.073.741.824	1.048.576	1.024	
Terabyte	TB	8.796.093.022.208	1.099.511.627.776	1.073.741.824	1.048.576	1.024

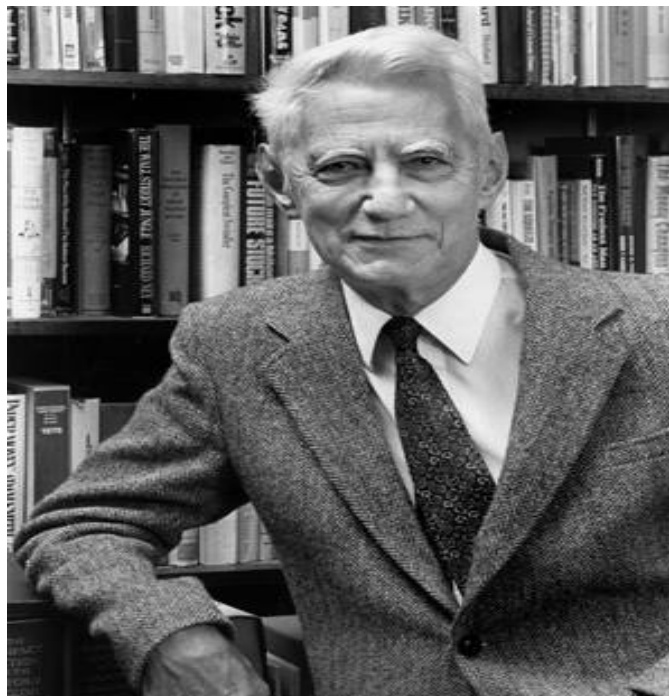
Πίνακας χωρητικότητας μονάδων

Προκειμένου να κατανοήσουμε καλύτερα τις διαφορές μεγέθους των μονάδων μέτρησης, μπορούμε να μελετήσουμε τον παρακάτω πίνακα στον οποίο δίνονται παραδείγματα της χωρητικότητας μερικών από τις μονάδες αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται συχνότερα.

Μονάδα	Χωρητικότητα	Αντιστοιχεί περίπου σε:
Σελίδα A4	2 - 4 KB	
Δισκέτα HD	1,44 MB	500 σελίδες
CD-ROM	650 MB	452 δισκέτες
Κύρια μνήμη RAM	128 - 2048 MB	88 - 1416 δισκέτες
DVD	4,7 - 17 GB	7 - 26 CD-ROM
Σκληρός δίσκος	40 - 120 GB	62 - 186 CD-ROM
Μονάδα Zip	100 MB	70 δισκέτες

1.6 Ιστορική αναδρομή της συμπίεσης

Η συμπίεση αρχείων είναι ίσως η θεμελιώδης έκφραση της θεωρίας της πληροφορίας. Η θεωρία της πληροφορίας είναι ένας κλάδος των μαθηματικών που έχει τις ρίζες του στα τέλη του 1940. Χάρη στη δουλειά του Claude Shannon στο εργαστήριο Bell Labs, ο οποίος αναφερόταν σε διάφορα ερωτήματα για την πληροφορία συμπεριλαμβάνοντας διαφορετικούς τρόπους αποθήκευσης και επικοινωνίας μηνυμάτων.



Claude Shannon

Η συμπίεση δεδομένων μπαίνει στα χωράφια της θεωρίας της πληροφορίας εξαιτίας του συσχετισμού της με τον πλεονασμό. Η επιπλέον πληροφορία σε ένα μήνυμα χρησιμοποιεί επιπλέον bits για να κωδικοποιηθεί. Αν θα θέλαμε να ξεφορτωθούμε αυτή την επιπλέον πληροφορία θα έπρεπε να μειώναμε το μέγεθος του μηνύματος. Η θεωρία της πληροφορίας χρησιμοποιεί τον όρο της εντροπίας ως ένα μέτρο για το πόση πληροφορία κωδικοποιείται σε ένα μήνυμα. Η λέξη εντροπία πηγάζει από τη θερμοδυναμική και έχει παρόμοια σημασία. Όσο υψηλότερη είναι η εντροπία σε ένα μήνυμα τόσο περισσότερη πληροφορία περιέχει. Η εντροπία ενός συμβόλου προσδιορίζεται ως ο αρνητικός λογάριθμος της πιθανότητας.

$$\text{Number of bits} = - \text{Log base 2 (probability)}$$

Η εντροπία για ένα ολόκληρο μήνυμα είναι το σύνολο της εντροπίας του κάθε συμβόλου ατομικά. Η εντροπία συνδέεται με τη συμπίεση δεδομένων έτσι ώστε να αποφασιστεί πόσα bits πληροφορίας εμφανίζονται στο μήνυμα. Αν η πιθανότητα εμφάνισης του χαρακτήρα 'e' σε αυτό το χειρόγραφο είναι 1/16 για παράδειγμα η πληροφορία που αναλογεί σε χαρακτήρες είναι 4 bits.

$$\text{'eeeee': } 5 * 4 = 20 \text{ bits}$$

Αν χρησιμοποιηθούν 8-bit ASCII, $5 * 8 = 40$ bits χρησιμοποιούνται για να κωδικοποιηθεί το μήνυμα. Το πρόβλημα είναι ότι όταν υπολογίζουμε την εντροπία χρησιμοποιούμε έναν αριθμό που μας δίνει την πιθανότητα του δοθέντος συμβόλου. Αν αλλάξουμε το μοντέλο θα αλλάξει και η πιθανότητα. Ένα σύμβολο που έχει υψηλή πιθανότητα έχει λίγες πληροφορίες και θα χρειαστεί λιγότερα Bits για να κωδικοποιηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Θεωρητική προσέγγιση

2.1 Γενικές αρχές συμπίεσης

Ορισμός συμπίεσης: Ως συμπίεση (compression) δεδομένων ορίζουμε την αφαίρεση της "πλεονάζουσας πληροφορίας" από αρχεία, ώστε να προκύπτει όσο το δυνατό πιο "χρήσιμη πληροφορία", έτσι ώστε αν γίνει αποσυμπίεση (decompression) να μας δώσει την αρχική ασυμπίεστη πληροφορία. Στη διαδικασία αυτή, υπάρχει περίπτωση είτε να μη φαίνονται τα αποτελέσματα της συμπίεσης είτε ακόμη και να αλλάζει σημαντικά το αρχικό αρχείο.

Στόχος συμπίεσης: Είναι ο περιορισμός του μεγέθους που καταλαμβάνει ένα ποσό πληροφορίας εις βάρος βέβαια της διαθεσιμότητάς του, της υπολογιστικής ισχύος και πολύ συχνά και της ακρίβειας του περιεχομένου του. Αυτό σημαίνει, ότι οι διαδικασίες συμπίεσης και αποσυμπίεσης έχουν υπολογιστικό κόστος, που μπορεί να είναι τόσο μεγάλο που να απαιτεί ειδικό υλικό για να γίνει σε πραγματικό χρόνο.

Από την άλλη πλευρά, η συμπιεσμένη μορφή της πληροφορίας δεν είναι άμεσα αξιοποιήσιμη. Πρέπει να προηγηθεί το στάδιο της αποσυμπίεσης για να αποκτήσει ξανά το σημασιολογικό της περιεχόμενο. Συνήθως μας απασχολεί η ταχύτητα αποσυμπίεσης και όχι τόσο αυτή της συμπίεσης. Στις περισσότερες εφαρμογές η συμπίεση γίνεται μια φορά στο στάδιο της κατασκευής και με χρήση ειδικού υλικού, ενώ η αποσυμπίεση γίνεται από τους χρήστες που έχουν στην διάθεσή τους υπολογιστές γενικής χρήσης.

2.2 Διάκριση δύο τύπων αλγορίθμων συμπίεσης

2.2.1 Αλγόριθμοι συμπίεσης χωρίς απώλειες ή αντιστρεπτοί (lossless compression)

Αυτό το είδος αλγορίθμων έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι η διαδικασία συμπίεσης δεν αλλοιώνει καθόλου την πληροφορία. Δηλαδή, μετά την αποσυμπίεση, η πληροφορία επανέρχεται ακριβώς στη μορφή που είχε πριν. Συνήθως, αυτοί οι αλγόριθμοι εφαρμόζονται σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει κανένα περιθώριο απωλειών. Για παράδειγμα, αν η πληροφορία που μεταφέρεται είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή, ένα και μόνο αλλοιωμένο bit μπορεί να είναι αρκετό να καταστήσει το πρόγραμμα άχρηστο.

2.2.2 Αλγόριθμοι συμπίεσης με απώλειες ή μη αντιστρεπτοί (lossy compression)

Σε αυτόν τον τύπο συμπίεσης, η πληροφορία μπορεί να περιγράψει μια φωτογραφία. Είναι δυνατόν να επιτύχουμε καλύτερη συμπίεση κάνοντας μερικές υποχωρήσεις όσον αφορά στην πιστότητα του συμπιεσμένου σήματος. Είναι φανερό ότι σε τέτοιες περιπτώσεις το σημασιολογικό περιεχόμενο ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται αλλά υπεισέρχεται η έννοια της μείωσης της ποιότητας. Το ψηφιακό σήμα ως ακολουθία bits σαφώς και μεταβάλλεται.

2.3 Εφαρμογές

Από τα γνωστά αρχεία που δεν επιδέχονται απώλεια των δεδομένων είναι τα αρχεία κειμένου και τα αρχεία δεδομένων Η/Υ. Αρχεία που επιδέχονται απώλειες των δεδομένων τους, με αντίτιμο τη μείωση της ποιότητάς τους, είναι τα αρχεία εικόνων, γραφικών, βίντεο, ήχου, animation κ.ά. Υπάρχουν

απωλεστικές μέθοδοι συμπίεσης - αποσυμπίεσης, όπου η απώλεια της πληροφορίας δεν είναι εμφανής σε χαμηλές συμπίεσεις. Τις περισσότερες φορές, όταν στέλνουμε αρχεία εικόνας ή ήχου σε πραγματικό χρόνο (real-time), π.χ. τηλεδιάσκεψη, τηλεσυνεργασία, ζωντανή μετάδοση εκδηλώσεων μέσω του Internet, αλληλεπιδραστική επικοινωνία, που απαιτούν μετάδοση μεγάλου όγκου πληροφορίας σε πολύ μικρό χρόνο προσφεύγουμε σε τεχνικές μείωσης της χρωματικής πληροφορίας και της ανάλυσής τους, ώστε να φτάνουν πιο γρήγορα στον προορισμό τους. Γιατί περισσότερο μας ενδιαφέρει ο χρόνος μετάδοσης (να φτάσει η πληροφορία στο δέκτη μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα) παρά η ποιότητα της εικόνας και του ήχου. Συνεπώς η συμπίεση είναι εξαιρετικά κρίσιμη και αναγκαία.

Το χαρακτηριστικό αυτό είναι πολύ σημαντικό για την ιατρική εικόνα ειδικά, όπου απώλεια στην εικόνα μπορεί να σημαίνει απώλεια σημαντικής ιατρικής πληροφορίας. Η αξιοπιστία μιας εφαρμογής τηλε-διάγνωσης στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στη διασφάλιση της ιατρικής διάγνωσης. Οι μη αντιστρέψιμοι αλγόριθμοι πετυχαίνουν μεγάλους λόγους συμπίεσης με αντάλλαγμα απώλειες στην εικόνα. Οι απώλειες αυτές συνήθως δεν είναι ορατές με το μάτι.

Όμως, η επιλογή αλγόριθμου συμπίεσης ιατρικών εικόνων είναι ένα αρκετά περίπλοκο ζήτημα δεδομένων των εξής γεγονότων:

1. Υπάρχει χαμηλή ανοχή σε απώλεια πληροφορίας λόγω της διαγνωστικής ποιότητας που απαιτείται για τις εικόνες.
2. Λόγω του ότι γίνεται εκλεκτική απεικόνιση μίας εικόνας με χρήση λιγότερων αποχρώσεων του γκρι, η πληροφορία που μπορεί να γίνει ορατή στο μάτι ποικίλει ανάλογα με τον αλγόριθμο απεικόνισης και επεξεργασίας. Συνεπώς, υπάρχει μεγάλη ευαισθησία στην επιλογή πληροφορίας που θα χαθεί με τη συμπίεση.

3. Επιπρόσθετα, οι χρήσιμες πληροφορίες σε κάθε είδος εικόνας είναι διαφορετικές. Άλλη είναι η πληροφορία που βλέπει ο γιατρός σε μία ακτινογραφία θώρακα και άλλη σε ένα υπερηχογράφημα. Συνεπώς, ανάλογα με το είδος της εικόνας διαφέρει και η πληροφορία που πρέπει να διατηρηθεί. Ένας αλγόριθμος συμπίεσης μπορεί να λαμβάνει υπόψη του ποιες πληροφορίες πρέπει να διατηρήσει αναλλοίωτες και πού μπορεί ενδεχομένως να έχει απώλειες ανάλογα με το είδος της εικόνας.

4. Τέλος, το τελικό μέγεθος της εικόνας εξαρτάται από το είδος της εικόνας. Συνεπώς, έχει διαφορετικές απαιτήσεις συμπίεσης.

2.4 Ποσοστό συμπίεσης - Λόγος συμπίεσης

Η συμπίεση των αρχείων συνήθως αναφέρεται είτε ως το ποσοστό συμπίεσης, είτε ως ο λόγος συμπίεσης των δεδομένων. Το ποσοστό συμπίεσης δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Ποσοστό συμπίεσης} = \frac{\text{ΠΛΕΟΝΑΖΟΥΣΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ}}{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ}} \times 100\%$$

Η πλεονάζουσα πληροφορία προκύπτει, αν αφαιρέσουμε από το αρχικό μέγεθος του αρχείου το μέγεθός του μετά τη συμπίεσή του.

Ο λόγος ή βαθμός συμπίεσης δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Λόγος συμπίεσης} = \frac{\text{ΑΡΧΙΚΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ}}{\text{ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ}}$$

Εφαρμογή

Αν έχουμε ένα αρχείο μεγέθους 100 MB και μετά τη συμπίεση έχει μέγεθος 1MB, το ποσοστό συμπίεσης είναι:

$$\text{Ποσοστό συμπίεσης} = \frac{100-1}{100} \times 100\% = 99\%$$

$$\text{Λόγος συμπίεσης} = 100:1$$

Ένα άλλο σημαντικό θέμα της συμπίεσης - αποσυμπίεσης είναι ο χρόνος που απαιτείται μέχρι να συμπιεστεί - αποσυμπιεστεί η πληροφορία, ώστε να λειτουργούμε σε πραγματικό χρόνο (real-time). Ο χρόνος αυτός πρέπει να είναι μικρός και κατά τη συμπίεση και κατά την αποσυμπίεση.

2.5 Κωδικοποίηση εντροπίας και κωδικοποίηση πηγής

Μια απλοποιημένη ταξινόμηση των τεχνικών συμπίεσης είναι η εξής: κωδικοποίηση εντροπίας (entropy encoding) και κωδικοποίηση πηγής (source encoding).¹

2.5.1 Κωδικοποίηση εντροπίας

Η κωδικοποίηση εντροπίας αναφέρεται σε τεχνικές, οι οποίες δεν λαμβάνουν υπ' όψη τους το είδος της πληροφορίας που πρόκειται να συμπιεστεί. Με άλλα λόγια, αυτές οι τεχνικές αντιμετωπίζουν την πληροφορία ως μια απλή ακολουθία από bits. Γι' αυτό το λόγο, η κωδικοποίηση εντροπίας μπορεί να εφαρμοστεί ανεξάρτητα από το είδος της πληροφορίας. Επιπλέον, οι

¹ Στην ορολογία της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος, ο όρος “κωδικοποίηση” περιλαμβάνει και την έννοια της συμπίεσης.

τεχνικές κωδικοποίησης εντροπίας προσφέρουν κωδικοποίηση χωρίς απώλειες. Μπορούμε να αντικαθιστούμε κάθε ακολουθία 10 διαδοχικών μηδενικών που βρίσκουμε με έναν ειδικό χαρακτήρα ακολουθούμενο από τον αριθμό 10. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνουμε το μήκος της ακολουθίας χωρίς να κάνουμε καμία υπόθεση για τη σημασία των μηδενικών, αλλά και χωρίς να αλλοιώνεται το σήμα.

Οι τεχνικές κωδικοποίησης εντροπίας διαχωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

2.5.1.1 Περιορισμός των ακολουθιών επαναλαμβανόμενων χαρακτήρων

Αυτή η μέθοδος κωδικοποίησης εντροπίας είναι από τις παλαιότερες και πιο απλές που χρησιμοποιούνται. Η ιδέα είναι ότι σε μια τυχαία ακολουθία από bits είναι πιθανό να εμφανιστούν κάποια τμήματα που αποτελούνται από κάποιο επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα². Αυτά τα τμήματα μπορούν να αντικατασταθούν από αυτό το χαρακτήρα, έναν ειδικό χαρακτήρα που ονομάζεται σημαία και το πλήθος των επαναλήψεων του χαρακτήρα. Η κωδικοποίηση αυτή έχει την παρακάτω σημασία: Κάθε φορά που συναντάται η σημαία, ο χαρακτήρας που προηγείται αυτής πρέπει να επαναληφθεί όσες φορές υποδεικνύει ο αριθμός που ακολουθεί τη σημαία. Αυτή η μορφή που περιγράψαμε μπορεί να γίνει πιο αποδοτική, αν έχουμε συχνά εμφανιζόμενες ακολουθίες μηδενικών. Σ' αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται απλώς μια σημαία (που θα σημαίνει "επαναλαμβανόμενα μηδενικά" και ο αριθμός των επαναλήψεων. Και στις δύο περιπτώσεις, το μήκος των ακολουθιών πρέπει να

² Υποθέτουμε ότι η ακολουθία από bits που αποτελεί την πληροφορία ομαδοποιείται σε χαρακτήρες ή οκτάδες από bits. Οι χαρακτήρες αποτελούν το ελάχιστο ποσό πληροφορίας. Υπάρχουν βέβαια και κάποιοι αλγόριθμοι συμπίεσης που λειτουργούν με άλλες ομαδοποιήσεις.

είναι τέτοιο, ώστε να υπάρχει ουσιαστικό όφελος από αυτήν την αντικατάσταση.

2.5.1.2 Στατιστική Κωδικοποίηση (Statistical encoding)

Η στατιστική κωδικοποίηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται πολύ συχνά. Η βασική αρχή αυτής της τεχνικής βρίσκεται στον εντοπισμό των πιο συχνά εμφανιζόμενων ακολουθιών χαρακτήρων και στην κωδικοποίησή τους με λιγότερα bits. Δηλαδή οι σπάνια εμφανιζόμενες ακολουθίες θα έχουν μεγαλύτερους κωδικούς, ενώ οι συχνές μικρότερους. Είναι φανερό ότι η μέθοδος απαιτεί την ύπαρξη λεξικού, όπου αποθηκεύονται οι ακολουθίες που αντιστοιχούν σε κάθε κωδικό για να μπορεί να γίνει η αποσυμπίεση. Καθοριστικής σημασίας για την επίδοση του αλγορίθμου είναι η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, για την ανεύρεση των ακολουθιών που θα κωδικοποιηθούν με μικρούς κωδικούς. Στην απλούστερη περίπτωση, το λεξικό είναι σταθερό, ενώ στην πιο σύνθετη το βρίσκουμε κάθε φορά που γίνεται η συμπίεση κάποιας ποσότητας δεδομένων.

Η στατιστική κωδικοποίηση παίρνει δύο μορφές: αντικατάσταση προτύπων (pattern substitution) και κωδικοποίηση Huffman (Huffman encoding).

Αντικατάσταση προτύπων

Η μέθοδος της αντικατάστασης προτύπων χρησιμοποιείται αποκλειστικά για κείμενα. Συχνά εμφανιζόμενα πρότυπα (ακολουθίες χαρακτήρων, λέξεις) αντικαθιστώνται με λίγους χαρακτήρες. Για παράδειγμα, θα μπορούσαμε να κωδικοποιήσουμε αυτές τις σημειώσεις αντικαθιστώντας τη λέξη “πολυμέσα” με τους χαρακτήρες “*π”. Σε μια τέτοια περίπτωση, το λεξικό προκύπτει από ανάλυση του κειμένου, ενώ κάποιες λέξεις είναι εκ των προτέρων γνωστό ότι θα εμφανιστούν σίγουρα.

Κωδικοποίηση Huffman

Η κωδικοποίηση Huffman αποτελεί μια γενίκευση τις στατιστικής κωδικοποίησης. Για κάποιο ρεύμα δεδομένων³ υπολογίζεται η συχνότητα εμφάνισης κάθε χαρακτήρα. Από αυτή τη συχνότητα, ο αλγόριθμος του Huffman υπολογίζει το ελάχιστο μήκος κωδικού που πρέπει να δοθεί σε κάθε χαρακτήρα και πραγματοποιεί τη βέλτιστη ανάθεση κωδικών. Αυτοί οι κωδικοί αποθηκεύονται στο λεξικό. Η μέθοδος του Huffman χρησιμοποιείται στη συμπίεση ακίνητης και κινούμενης εικόνας. Ανάλογα με τις λεπτομέρειες της υλοποίησης, για κάθε εικόνα ή ομάδα εικόνων δημιουργείται ένα νέο λεξικό. Στην περίπτωση της κινούμενης εικόνας, το λεξικό μπορεί να επαναδημιουργείται για κάθε πλαίσιο ή σειρά πλαισίων. Σε κάθε περίπτωση, η διαδικασία συμπίεσης πρέπει να αποθηκεύει το λεξικό για να είναι δυνατή η αποσυμπίεση.

2.5.2 Κωδικοποίηση πηγής

Η διαφορά αυτής της τεχνικής είναι ότι οι μετασχηματισμοί τους οποίους υφίσταται το αρχικό σήμα εξαρτώνται άμεσα από τον τύπο του. Για παράδειγμα, ο λόγος χαρακτηρίζεται από συχνά διαστήματα σιωπής που μπορούν να περιγραφούν με πιο αποτελεσματικό τρόπο. Δηλαδή, οι μετασχηματισμοί του σήματος κάνουν χρήση των ιδιαίτερων σημασιολογικών χαρακτηριστικών που μεταφέρει το σήμα. Γενικά, αυτές οι τεχνικές μπορούν να παράγουν μεγαλύτερα ποσοστά συμπίεσης σε σχέση με την κωδικοποίηση εντροπίας. Μειονεκτούν όμως στη σταθερότητα, γιατί το ποσοστό συμπίεσης που επιτυγχάνουν διαφοροποιείται ανάλογα με το αντικείμενο που συμπιέζεται. Πάντως, η κωδικοποίηση πηγής μπορεί να λειτουργήσει και με απώλειες και χωρίς απώλειες.

³ Ως ρεύμα (stream) ορίζουμε μια άπειρη ακολουθία στοιχείων.

Οι τεχνικές κωδικοποίησης πηγής διακρίνονται σε τρεις τύπους: Κωδικοποίηση μετασχηματισμού (transform encoding), Διαφορική ή προβλεπτική κωδικοποίηση (differential or predictive encoding) και Διανυσματική κβαντοποίηση (vector quantization).

2.5.2.1 Κωδικοποίηση μετασχηματισμού (transform encoding)

Η κωδικοποίηση μετασχηματισμού είναι ο πρώτος τύπος κωδικοποίησης πηγής που εξετάζουμε. Όπως έχουμε εξηγήσει, η κωδικοποίηση πηγής λαμβάνει υπ' όψη και τις ιδιότητες του σήματος που πρόκειται να συμπιεστεί. Η κωδικοποίηση μετασχηματισμού χρησιμοποιείται συνήθως στη συμπίεση εικόνων. Η βασική της αρχή είναι η εξής: το σήμα υφίσταται ένα μαθηματικό μετασχηματισμό από το αρχικό πεδίο του χρόνου ή του χώρου σε ένα αφηρημένο πεδίο το οποίο είναι πιο κατάλληλο για συμπίεση. Αυτή η διαδικασία είναι αντιστρεπτή, δηλαδή υπάρχει ο αντίστροφος μετασχηματισμός που θα επαναφέρει το σήμα στην αρχική του μορφή. Ένας τέτοιος μετασχηματισμός είναι ο μετασχηματισμός Fourier. Μέσω του μετασχηματισμού Fourier μια συνάρτηση του χρόνου $f(t)$ μπορεί να μετασχηματιστεί σε μια $g(\lambda)$ στο πεδίο των συχνοτήτων. Η νέα αυτή συνάρτηση παρέχει το πλάτος (ή συντελεστή) g των συχνοτήτων λ που απαρτίζουν την αρχική συνάρτηση. Στην περίπτωση των εικόνων χρησιμοποιείται μια ειδική μορφή του μετασχηματισμού Fourier, ο διακριτός συνημιτονικός μετασχηματισμός Fourier, και το σημαντικό σημείο που εκμεταλλευόμαστε είναι το εξής: Στη φασματική (στο πεδίο των συχνοτήτων) αναπαράσταση των εικόνων, οι συχνότητες περιγράφουν πόσο γρήγορα μεταβάλλονται τα χρώματα και η απόλυτη φωτεινότητα.

Εκτός από τον μετασχηματισμό Fourier υπάρχουν και άλλοι, όπως οι μετασχηματισμοί των Hadamar, Haar και των Karhunen-Loeve. Ανάλογα με τις ιδιότητες του τύπου της πληροφορίας που θέλουμε να συμπιέσουμε, επιλέγουμε

και τον καταλληλότερο μετασχηματισμό. Αφού επιλεγεί και εκτελεστεί ο μετασχηματισμός, βρίσκουμε τους πιο σημαντικούς από τους συντελεστές και τους περιγράφουμε με μεγάλη ακρίβεια. Τους λιγότερο σημαντικούς μπορούμε να τους περιγράψουμε με μικρότερη ακρίβεια ή και να τους αγνοήσουμε τελείως. Κάνοντας κάτι τέτοιο η διαδικασία συμπίεσης έχει απώλειες. Παρ' όλα αυτά, οι μετασχηματισμοί από μόνοι τους είναι αντιστρεπτοί.

2.6 Είδη συμπίεσης

2.6.1 Συμμετρική - Ασύμμετρη Συμπίεση

Μια μέθοδος συμπίεσης είναι συμμετρική όταν η διαδικασία της συμπίεσης απαιτεί την ίδια πολυπλοκότητα πράξεων και χρονική διάρκεια με εκείνη της αποσυμπίεσης και συνήθως κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Μια μέθοδος είναι ασύμμετρη, όταν η διαδικασία της συμπίεσης απαιτεί πολύ μεγαλύτερη πολυπλοκότητα πράξεων και ασφαλώς πολύ περισσότερο χρόνο από τη διαδικασία της αποσυμπίεσης. Στη συμμετρική συμπίεση πετυχαίνουμε χαμηλούς λόγους συμπίεσης (μέχρι 100:1), αλλά είναι ιδανική σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου (διαλογικά πολυμέσα, διακίνηση εικόνας και ήχου μέσα από το διαδίκτυο, κ.ά.). Στην ασύμμετρη συμπίεση πετυχαίνουμε υψηλούς λόγους συμπίεσης (περισσότερο από 1000:1), αλλά είναι αργή μέθοδος, ακατάλληλη για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.

2.6.2 Χωρική Συμπίεση

Η χωρική συμπίεση (spatial compression) περιγράφει μια εικόνα ενός καρέ του βίντεο ψάχνοντας για πρότυπα μέσα στην εικόνα ή επαναλήψεις του ίδιου χρώματος των εικονοστοιχείων. Για παράδειγμα, σε μια εικόνα που περιέχει μπλε ουρανό, η χωρική συμπίεση θα σημειώσει πόσα εικονοστοιχεία

της εικόνας είναι χρώματος μπλε. Η μέθοδος RLE που θα εξετάσουμε σε επόμενη παράγραφο ανήκει σε αυτή την κατηγορία συμπίεσης. Όσο αυξάνει η χωρική συμπίεση ο ρυθμός μεταφοράς και το μέγεθος του αρχείου μειώνονται με αντίστοιχη μείωση της οξύτητας και ευκρίνειας της εικόνας. Σε αρκετούς χωρικούς συμπιεστές ο λόγος συμπίεσης ρυθμίζεται δια μέσου επιλογών (options) ρυθμίζοντας το ρυθμό μεταφοράς και την ποιότητα της συμπιεσμένης εικόνας. Σε μερικούς συμπιεστές - αποσυμπιεστές ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων και η ποιότητα της αποσυμπιεσμένης εικόνας είναι αλληλοσχετιζόμενα μεγέθη.

2.6.3 Χρονική Συμπίεση

Η χρονική συμπίεση (temporal compression) περιγράφει τις αλλαγές μεταξύ δυο διαδοχικών καρέ (εικόνων) σε ένα βίντεο. Αυτή ψάχνει για πρότυπα και επαναλήψεις στη διάρκεια του χρόνου. Για παράδειγμα, σε ένα βίντεο κλιπ, σε ένα πρόσωπο που μιλάει μπροστά από ένα στατικό φόντο, η χρονική συμπίεση θα σημειώσει μόνο τα εικονοστοιχεία που αλλάζουν από καρέ σε καρέ του βίντεο και θα φορμάρει το πρόσωπο του ομιλητή. Όλα τα άλλα εικονοστοιχεία δεν αλλάζουν (αν η κάμερα είναι σταθερή). Η χρονική συμπίεση, αντί να περιγράφει κάθε εικονοστοιχείο σε κάθε καρέ του βίντεο, περιγράφει όλα τα εικονοστοιχεία στο πρώτο καρέ και για κάθε καρέ που ακολουθεί περιγράφει μόνο τα εικονοστοιχεία που είναι διαφορετικά από το προηγούμενο καρέ.

Αυτή η μέθοδος ονομάζεται και συμπίεση διαφοράς των καρέ (frame differencing). Όταν τα διαφορετικά καρέ είναι αρκετά, τότε είναι προτιμότερο να περιγραφεί ξανά ολόκληρο το καρέ. Κάθε ολόκληρο καρέ ονομάζεται keyframe (καρέ-κλειδί), το οποίο ρυθμίζει ένα καινούριο σημείο εκκίνησης. Ο λόγος συμπίεσης συνήθως ελέγχεται από τις ρυθμίσεις (options) του συμπιεστή. Αρκετοί συμπιεστές - αποσυμπιεστές βίντεο βασίζονται στη χρονική συμπίεση.

2.7 Παραδείγματα

Στη συνέχεια, για να κατανοήσουμε την αναγκαιότητα της συμπίεσης, θα εξετάσουμε την απαίτηση χώρου διαφόρων αρχείων στα αποθηκευτικά μέσα.

1. Ένα πυκνογραμμένο αρχείο κειμένου 500 σελίδων.

Απάντηση

Κάθε σελίδα αποτελείται από 25 γραμμές των 80 χαρακτήρων

$500 \times 25 \times 80 = 1.000.000$ χαρακτήρες ή bytes (περίπου 1MB)

2. Μια έγχρωμη εικόνα BMP (true colour) ανάλυσης 1024x768 εικονοστοιχείων.

Απάντηση

Για την αποθήκευση κάθε εικονοστοιχείου απαιτείται χώρος 24 bits (3 bytes). Για την αποθήκευση ολόκληρης της εικόνας απαιτείται χωρητικότητα:

$1.024 \times 768 \times 3 = 2.359.256$ bytes ή $2.359.256 / 1.048.576 = 2,25$ MB

3. Ένα ψηφιοποιημένο βίντεο NTSC true colour 1 sec.

Απάντηση

Η φόρμα αυτού του βίντεο έχει ανάλυση 640x480 εικονοστοιχείων και 30 fps (frames per second). Για κάθε εικονοστοιχείο απαιτείται χώρος 3 bytes.

$640 \times 480 \times 30 \times 3 = 27.648.000$ bytes ή $27.648.000 / 1.048.576 = 26,4$ MB.

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι κάποιες εφαρμογές πολυμέσων απαιτούν μεγάλο όγκο χωρητικότητας σε αποθηκευτικά μέσα ή απαιτούν μεγάλους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων.

2.7.1 Παραδείγματα συμπίεσης

1. Να υπολογιστούν το ποσοστό και ο λόγος συμπίεσης μιας έγχρωμης εικόνας true colour ανάλυσης 1.024x768 εικονοστοιχείων, αν με υποδειγματοληψία χρώματος και μείωση του πλαισίου, τη μετατρέψουμε σε εικόνα με 256 χρώματα και ανάλυσης 256x192.

Τι μέγεθος θα έχει η τελική εικόνα συγκρινόμενη με την αρχική;

Λύση

Πριν τη συμπίεση: $1024 \times 768 \times 3 = 2.359.296$ bytes

Μετά τη συμπίεση: $256 \times 192 \times 3 = 49.152$ bytes

Το ποσοστό συμπίεσης είναι:

$$\text{Ποσοστό συμπίεσης} = \frac{2.359.296 - 49.152}{2.359.296} \times 100\% = 97,9\%$$

και ο λόγος συμπίεσης είναι $2.359.296 / 49.152$ ή 48:1.

Το τελικό μέγεθος της συμπιεσμένης εικόνας θα είναι το 1/16 της αρχικής ασυμπίεστης εικόνας.

Η τελική συμπιεσμένη εικόνα δεν έχει τη δυνατότητα κατά την αποσυμπίεση να επανέλθει στην αρχική μορφή της (απωλεστική συμπίεση). Η φωτεινότητα της εικόνας παραμένει η ίδια, αλλά η χρωματική της ποιότητα είναι χαμηλότερη. Για εφαρμογή της στα πολυμέσα δεν θα έχει πρόβλημα, επειδή το μέγεθός της και τα χρώματά της είναι ικανοποιητικά.

2. Υποθέστε ότι μπορούμε να διακινούμε δεδομένα μέσα από το διαδίκτυο σε dial-up σύνδεση με ρυθμό μεταφοράς 56 kbps.

(α) Να βρεθεί κατά πόσο πρέπει να συμπιέσουμε τα δεδομένα, ώστε να βλέπουμε σε πλήρη κίνηση βίντεο με ανάλυση 640x480 και 30 fps.

Λύση

(α) Σε προηγούμενη άσκηση βρήκαμε ότι ένα τέτοιο βίντεο πρέπει να διακινεί 27.648.000 bytes ανά sec ή $27.648.000 \times 8 = 221.184.000$ bps.

Μέσα από το διαδίκτυο μπορούν να διακινηθούν 56.000 bps. Επομένως, απαιτείται συμπίεση $221.184.000 \text{ bps} / 56.000$ ή 3950:1.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Κωδικοποίηση Huffman

3.1 Παρουσίαση του αλγορίθμου

Ο Huffman δημοσίευσε τις έρευνές του πάνω στο θέμα της κωδικοποίησης το 1952 παρουσιάζοντας έναν άπληστο αλγόριθμο για τον υπολογισμό ενός βέλτιστου κώδικα προθεμάτων, ο οποίος ονομάζεται κώδικας Huffman. Αμέσως έγινε η πιο πολυαναφερόμενη θεωρία της πληροφορίας. Είναι πιθανόν να είναι ακόμη. Η αρχική δουλειά του Huffman γέννησε πολυάριθμες ασήμαντες παραλλαγές. Ήταν ο επικρατέστερος στον κόσμο της κωδικοποίησης μέχρι τις αρχές του 1980.

Η συμπίεση δεδομένων αποτελείται από ένα χείμαρρο συμβόλων τα οποία μετατρέπονται σε κώδικες. Τα δεδομένα των αρχείων που συμπιέζει πρέπει να έχουν χαμηλή εντροπία (αταξία). Αυτό σημαίνει ότι η πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβόλου αυξάνεται και συνεπώς αυξάνεται και η συμπίεση των δεδομένων. Η απόφαση να βγάλεις έναν βέβαιο κωδικό για ένα σύμβολο ή για μια ομάδα συμβόλων βασίζεται σε ένα μοντέλο. Το μοντέλο αυτό είναι απλά μια συλλογή από δεδομένα και κανόνες βασισμένα στη διαδικασία της εισαγωγής συμβόλων και του προσδιορισμού κάθε κωδικού σε έξοδο. Δεν παράγει έναν κωδικό για κάθε σύμβολο, αλλά για ολόκληρο το μήνυμα παράγει έναν κωδικό. Κάθε σύμβολο προστίθεται στο μήνυμα προσαυξητικά τροποποιώντας τον κωδικό της εξόδου. Τέτοια αρχεία είναι τα αρχεία κειμένου και τα αρχεία εικόνων.

Αυτό είναι μια βελτίωση γιατί η επίδραση του κάθε εισηγμένου συμβόλου στο τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι αμελητέος αριθμός από bits αντί για ακέραιο αριθμό. Έτσι, λοιπόν, αν η εντροπία του χαρακτήρα 'e' είναι 2,5 bits είναι πιθανόν να προστεθούν ακριβώς 2,5 bits στον κώδικα της εξόδου.

Αν η συμπίεση είναι αποτελεσματική, οι κώδικες των συμβόλων θα είναι μικρότεροι από τα αρχικά σύμβολα. Η μέγιστη απόδοσή του είναι στις

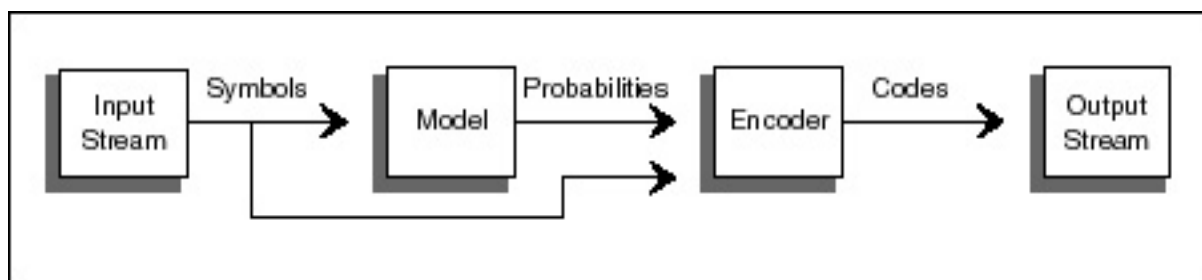
ασπρόμαυρες φωτογραφίες (φωτοτυπημένες εικόνες ή αρχεία FAX). Η μέθοδος είναι βέλτιστη, όταν οι πιθανότητες εμφάνισης των συμβόλων είναι δυνάμεις του y . Η πιθανότητα εμφάνισης ενός συμβόλου δίνεται από τη σχέση:

$$P(\text{συμβόλου}) = \text{Συχνότητα εμφάνισης ενός συμβόλου} / \text{Σύνολο των συμβόλων του αρχείου}$$

3.2 Συμπίεση Δεδομένων: Μοντελοποίηση + Κωδικοποίηση

Μοντελοποίηση και κωδικοποίηση είναι δύο εντελώς διαφορετικά πράγματα. Οι άνθρωποι συχνά χρησιμοποιούν τον όρο κωδικοποίηση για να αναφερθούν σε ολόκληρη τη διαδικασία της συμπίεσης δεδομένων αντί για μόνο μια συνιστώσα της διαδικασίας. Η φράση «Huffman Coding» στην περιγραφή μιας τεχνικής συμπίεσης δεδομένων στην πραγματικότητα είναι μέθοδος συμπίεσης που συνδέει ένα μοντέλο με τη συμπίεση δεδομένων.

Μια ανάλυση της διαδικασίας κωδικοποίησης Huffman μοιάζει σαν το παρακάτω σχήμα.



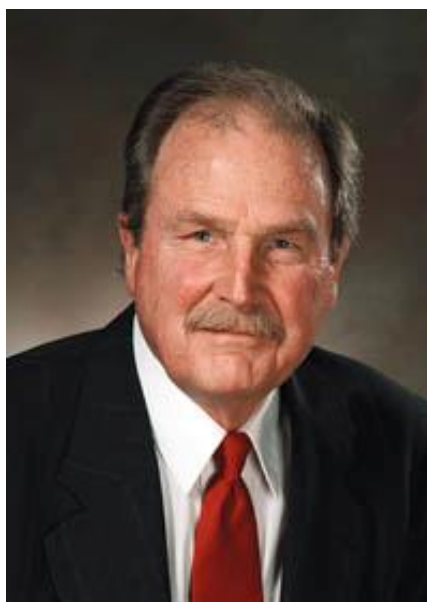
Σχήμα 3.1 Στατικό μοντέλο με κωδικοποιητή

Στην περίπτωση της κωδικοποίησης Huffman τα πραγματικά αποτελέσματα του κωδικοποιητή προσδιορίζονται από ένα σύνολο πιθανοτήτων. Χρησιμοποιώντας αυτό το είδος κωδικοποίησης ένα σύμβολο που έχει πολύ υψηλή πιθανότητα ύπαρξης παράγει ένα κώδικα με πολύ λίγα bits.

Ένα σύμβολο με χαμηλή πιθανότητα ύπαρξης παράγει ένα κώδικα με μεγάλο αριθμό bits.

Σκεφτόμαστε το μοντέλο και τη διαδικασία κωδικοποίησης διαφορετικά εξαιτίας των αναρίθμητων τρόπων μοντελοποίησης δεδομένων τα οποία μπορούν όλα να χρησιμοποιήσουν τις ίδιες διαδικασίες κωδικοποίησης για να παράγουν τα αποτελέσματά τους. Ένα απλό πρόγραμμα που μπορεί να χρησιμοποιεί αυτή την κωδικοποίηση μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα μοντέλο που θα δίνει την πιθανότητα εμφάνισης του κάθε συμβόλου για οποιαδήποτε είσοδο σύμβολων. Ένα πιο εξελιγμένο πρόγραμμα μπορεί να υπολογίσει την πιθανότητα βασισμένο στα τελευταία 10 σύμβολα των συμβόλων που εισήχθησαν. Ακόμη και αν τα δύο προγράμματα χρησιμοποιούν την κωδικοποίηση Huffman για να παράγουν τα αποτελέσματά τους, οι αναλογίες συμπίεσης μπορεί να είναι ριζικά διαφορετικές.

Η κωδικοποίηση Huffman πετυχαίνει το ελάχιστο δυνατό ποσό πλεονασμού σε ένα μείγμα από κωδικούς με κυμαινόμενο μήκος. Αυτό δεν σημαίνει πως είναι ο ευνοϊκότερος τρόπος κωδικοποίησης. Παρέχει καλύτερη διαδικασία προσέγγισης για κωδικοποίηση συμβόλων όταν χρησιμοποιούνται αμετάβλητα μήκη κωδικών.



David Huffman

Το πρόβλημα με την Huffman ή την Shannon - Fano κωδικοποίηση είναι ότι χρησιμοποιούν έναν ακέραιο αριθμό από bits σε κάθε κώδικα. Αν η εντροπία ενός χαρακτήρα είναι 2,5 bits με βάση την κωδικοποίηση Huffman ο χαρακτήρας θα πρέπει να έχει εντροπία μεταξύ του 2 ή του 3 και όχι 2,5. Γι' αυτό το λόγο η κωδικοποίηση αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί η βέλτιστη, αλλά είναι η καλύτερη διαδικασία προσέγγισης κωδικών με σταθερό αριθμό από bits. Ακολουθεί ένα δείγμα της κωδικοποίησης Huffman.

Symbol	Huffman Code
E	100
T	101
A	1100
I	11010
...	...
X	01101111
Q	01101110001
Z	01101110000

Ένα παράδειγμα, για να γίνει πιο κατανοητό, φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα με την ανάλυση ενός φανταστικού μηνύματος. Η κωδικοποίηση Huffman αποδίδει 89 bits το μήκος το μηνύματος. Αλλά αριθμητικά ο κώδικας μπορεί να προσεγγίσει την πραγματική πληροφορία του μηνύματος με 83,56 bits. Η διαφορά ανάμεσα σε αυτά τα δυο μηνύματα είναι περίπου 6 τοις εκατό.

Εδώ έχουμε κάποια δείγματα μηνυμάτων με τις αντίστοιχες πιθανότητες:

Symbol	Number of Occurrences	Information Content	Huffman Code Bit Count	Total Bits Huffman Coding	Total Bits Arithmetic Coding
E	20	1.26 bits	1 bits	20	25.2
A	20	1.26 bits	2 bits	40	25.2
X	3	4.00 bits	3 bits	9	12.0
Y	3	4.00 bits	4 bits	12	12.0
Z	2	4.58 bits	4 bits	8	9.16
				89	83.56

3.3 Εφαρμογή αλγορίθμου

Ο αλγόριθμος του Huffman υπολογίζει το δέντρο T που αντιστοιχεί σε έναν βέλτιστο κώδικα προχωρώντας από τα φύλλα προς τη ρίζα. Ο αλγόριθμος ξεκινά από ένα σύνολο C απομονωμένων φύλλων, τα οποία ενώνει σε ένα πλήρες δυαδικό με την εισαγωγή ακριβώς $C - 1$ εσωτερικών κόμβων. Σε κάθε εσωτερικό κόμβο αντιστοιχούμε συχνότητα ίση με το άθροισμα των συχνοτήτων όλων των χαρακτήρων / φύλλων του υποδέντρου. Σε κάθε βήμα, τα δύο υποδέντρα με τις μικρότερες συχνότητες ενώνονται και αντικαθιστώνται από ένα υποδέντρο που δημιουργείται με την προσθήκη ενός νέου εσωτερικού κόμβου. Στον νέο κόμβο αντιστοιχούμε συχνότητα ίση με το άθροισμα των συχνοτήτων των ριζών των δύο υποδέντρων. Ο αλγόριθμος ολοκληρώνεται όταν απομείνει μόνο ένα δέντρο που περιέχει όλους τους χαρακτήρες του C σαν φύλλα.

Ο αλγόριθμος λειτουργεί ως εξής:

Βήμα 1: Υπολογισμός των πιθανοτήτων εμφάνισης όλων των συμβόλων.

Βήμα 2: Πρόσθεση των δυο μικρότερων πιθανοτήτων.

Βήμα 3: Οι πιθανότητες των συμβόλων που απομένουν και οι πιθανότητες που προκύπτουν από αθροίσματα, συμμετέχουν στην επιλογή ξανά.

Βήμα 4: Επανάληψη των δυο προηγούμενων βημάτων μέχρι το άθροισμα να γίνει ίσο με τη μονάδα.

Παράδειγμα

Να συμπιεστεί ένα αρχείο κειμένου με 100 χαρακτήρες ASCII, έχουμε επανάληψη των χαρακτήρων (συμβόλων) A, Δ, I, K, O με τις συχνότητες εμφάνισης στο κείμενο, όπως δείχνει ο πίνακας 3.1.

Πίνακας 3.1

Σύμβολο	Συχνότητα εμφάνισης
A	20
Δ	25
I	15
K	18
O	22

Λύση

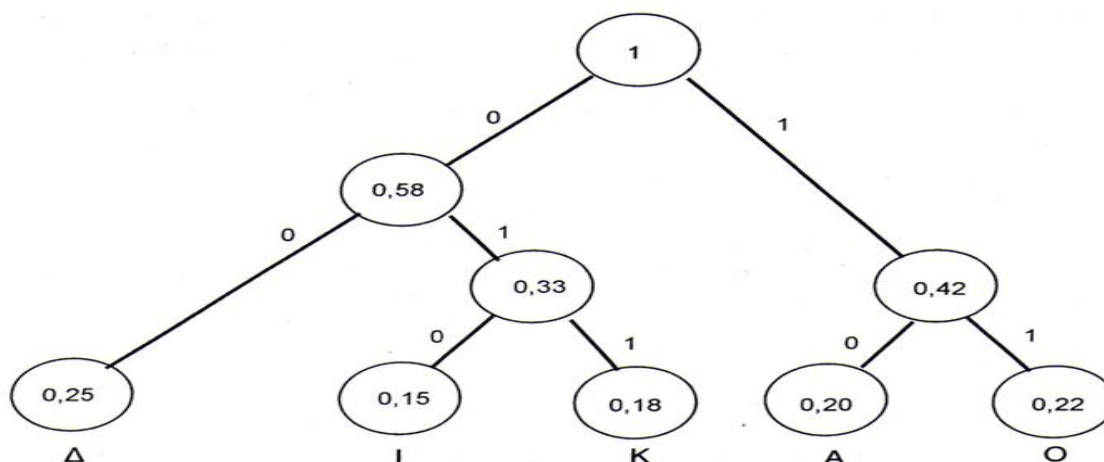
Το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός της συχνότητας εμφάνισης κάθε συμβόλου, διαιρώντας τη συχνότητα εμφάνισης κάθε συμβόλου με το σύνολο των συμβόλων.

Πίνακας 3.2

Σύμβολο	Συχνότητα εμφάνισης	Πιθανότητα εμφάνισης
A	20	$P(A)=0,2$
Δ	25	$P(\Delta)=0,25$
I	15	$P(I)=0,15$
K	18	$P(K)=0,18$
O	22	$P(O)=0,22$
Σύνολο	100	1,00

Για τα υπόλοιπα βήματα, αρχίζουμε τοποθετώντας σε κύκλους τις πιθανότητες των συμβόλων και προσθέτουμε προς τα πάνω τις πιθανότητες, μέχρις ότου σχηματίσουμε το δέντρο Huffman.

Στην αρχή προσθέτουμε τις δυο μικρότερες πιθανότητες που είναι οι 0,15 και 0,18 (άθροισμα: 0,33). Μένουν οι 0,20 - 0,22 - 0,25 - 0,33. Μετά προσθέτουμε τις 0,20 και 0,22 (άθροισμα: 0,42). Μένουν οι 0,25 - 0,33 - 0,42. Από αυτές προσθέτουμε τις δυο μικρότερες (άθροισμα: 0,58) και τέλος προσθέτουμε τις δυο που απέμειναν ($0,58 + 0,42 = 1,00$).



ΣΧΗΜΑ 3-2 Δέντρο κωδικοποίησης - αποκωδικοποίησης Huffman

Μετά τοποθετούμε στο δεξιό απόγονο κάθε κόμβου το ψηφίο 1 και στον αριστερό απόγονο το ψηφίο 0. Κωδικοποιούμε κάθε σύμβολο ξεκινώντας από τη ρίζα του δέντρου διασχίζοντας το μονοπάτι μέχρι το σύμβολο. Κατά τη δημιουργία του δέντρου ίσως υπάρξουν εναλλακτικές μορφές του. Όμως, το συμπιεσμένο αρχείο που θα προκύψει θα έχει σταθερό μήκος. Τα αποτελέσματα της κωδικοποίησης καταγράφονται στον ακόλουθο πίνακα.

Σύμβολο	Κωδικοποίηση	Bits ανά σύμβολο	Συχνότητα εμφάνισης	Σύνολο bits
A	10	2	20	40
Δ	00	2	25	50
I	010	3	15	45
K	011	3	18	55
O	11	2	22	44
Σύνολο συμπιεσμένων bit ----- ►				233

Κάθε χαρακτήρας ASCII (σύμβολο) πριν την κωδικοποίηση έχει μήκος 1 byte. Πριν τη συμπίεση το αρχείο είχε χωρητικότητα $100 \times 8 = 800$ bits, ενώ μετά τη συμπίεση έχει 233 bits. Ο λόγος συμπίεσης είναι 800:233 ή 3,43:1. Ο κώδικας Huffman από τον τρόπο κατασκευής του είναι αποκωδικοποιήσιμος με μοναδικό τρόπο.

Κατά την αποθήκευση ενός συμπιεσμένου αρχείου κατά Huffman, αποθηκεύεται και το δέντρο κωδικοποίησης - αποκωδικοποίησης, ώστε κατά την αποσυμπίεσή του να γίνει η αντίστροφη διαδικασία.

Έστω, ότι πρέπει να αποκωδικοποιήσει την ακόλουθη ακολουθία ψηφίων 000100111001011. Η αντιστοίχιση από τον πίνακα δίνει:

00 010 011 10 010 11 Δ Ι Κ Α Ι Ο

Στην πράξη, συνήθως, ο αλγόριθμος Huffman δημιουργεί συμπίεση της τάξης 3:1. Η συχνότητα εμφάνισης κάθε συμβόλου υπολογίζεται είτε με αλγορίθμους παρατήρησης, είτε με αλγορίθμους πρόβλεψης. Παράλληλα χρησιμοποιείται και ως βοηθητικός συμπιεστής στις μεθόδους συμπίεσης εικόνας και βίντεο JPEG, M-JPEG και MPEG.

3.4 Παραδείγματα

1. Έχουμε δύο αρχεία κειμένου με 160 χαρακτήρες ASCII το καθένα και με συχνότητα εμφάνισης των χαρακτήρων όπως καταγράφονται στον πίνακα 3.4 που ακολουθεί. Να βρεθεί ο λόγος συμπίεσης για το καθένα με τη μέθοδο Huffman. Ποιο συμπιέζεται περισσότερο και γιατί;

Πίνακας 3.4

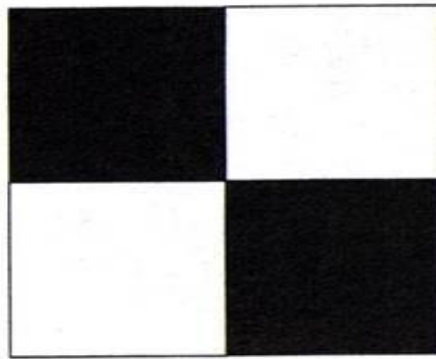
Σύμβολο	Συχνότητα εμφάνισης	
	ΑΡΧΕΙΟ Α	ΑΡΧΕΙΟ Β
Κ	80	20
Α	10	30
Λ	20	15
Ο	40	45
Σ	10	50

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Το αρχείο Α

2. Να συμπιεστεί η φράση «ΝΙΨΟΝΑΝΟΜΗΜΑΤΑΜΗΜΟΝΑΝΟΨΙΝ» με τη μέθοδο Huffman. Ποιος είναι ο λόγος συμπίεσης;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: 2,47:1

3. Δίνεται η ακόλουθη ασπρόμαυρη ψηφιογραφική εικόνα ανάλυσης 510x510 εικονοστοιχείων και ζητείται να υπολογιστούν οι λόγοι συμπίεσης με τη μέθοδο Huffman.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ: Huffman = 8:1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Ανασκόπηση αλγορίθμων συμπίεσης

Ο κάθε αλγόριθμος συμπίεσης έχει τη δική του λογική λειτουργία. Έτσι, υπάρχουν αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για διαφορετικά είδη δεδομένων που θέλουμε να συμπίεσουμε. Συγκεκριμένα, υπάρχουν αλγόριθμοι συμπίεσης δεδομένων, αρχείων κειμένου κ.λπ. (μη απωλεστικοί) και κάποια πρότυπα συμπίεσης για βίντεο, ήχο, εικόνα, χρησιμοποιώντας συνήθως απωλεστικό αλγόριθμο. Παρακάτω θα δούμε ξεχωριστά τα πιο διαδεδομένα πρότυπα αλγορίθμων συμπίεσης και τον τρόπο λειτουργίας τους.

4.1 Συμπίεση εικόνας και βίντεο

4.1.1 Αλγόριθμος RLE και LZW

Αυτή η μέθοδος συμπίεσης - αποσυμπίεσης είναι μη απωλεστική και βασίζεται στη συνεχόμενη επανάληψη του ίδιου χρώματος των εικονοαρχείων (χωρική συμπίεση).

Η κωδικοποίηση της συμπιεσμένης εικόνας γίνεται με έναν κωδικό, συνήθως 2 bytes. Το πρώτο byte περιγράφει τον αριθμό των συνεχόμενων επαναλήψεων του ίδιου χρώματος, ενώ το δεύτερο byte τον κωδικό του χρώματος.

Για παράδειγμα, τα επόμενα 20 εικονοστοιχεία είναι χρώματος κόκκινου. Έστω, ότι έχουμε αποθηκεύσει κάποια χρώματα με τους ακόλουθους κωδικούς χρωμάτων 8881111188882222255533335555 και θέλουμε να τους συμπίεσουμε με τη μέθοδο RLE (Run Length Encoding). Πώς θα γίνει η κωδικοποίηση και πόσος θα είναι ο λόγος συμπίεσης;

Η κωδικοποίηση θα είναι 38, 51, 48, 52, 35, 43, 45. Δηλαδή, τρία συνεχόμενα εικονοστοιχεία με κωδικό χρώματος 8, πέντε συνεχόμενα

εικονοστοιχεία με κωδικό χρώματος 1 κ.ο.κ. Η αρχική εικόνα αποτελείται από 28 Bytes και η συμπιεσμένη από 14 Bytes. Ο λόγος συμπίεσης είναι 28:14 ή 2:1. Η μέθοδος αυτή, αφού χρησιμοποιεί για την κωδικοποίηση χρώματος 1 byte, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εικόνες μέχρι 256 χρωμάτων. Στα είδη αρχείων που χρησιμοποιείται είναι τα .PCX και .TIF. Επίσης, ως βοηθητική χρησιμοποιείται από τις μεθόδους συμπίεσης JPEG, M-JPEG και MPEG. Ο λόγος συμπίεσης κατά μέσο όρο είναι της τάξης του 10:1.

Η μέθοδος LZW (Lempel - Ziv - Welch) είναι και αυτή μη απωλεστική και ψάχνει για συμβολοσειρές ή για εικονοστοιχεία με διαφορετικούς κωδικούς, που επαναλαμβάνονται αρκετές φορές μέσα στο κείμενο ή στην εικόνα και τα καταχωρεί σε ένα παράθυρο. Επίσης, χρησιμοποιεί και έναν απομονωτή πρόβλεψης (look ahead buffer) στον οποίο καταχωρούνται τα πιο πρόσφατα δεδομένα. Σε ένα κείμενο ή εικόνα, ο αλγόριθμος LZW, αν για παράδειγμα συναντήσει για πρώτη φορά τρία εικονοστοιχεία με διαφορετικούς κωδικούς χρωμάτων, θα τους κωδικοποιήσει με τρεις κωδικούς, τη δεύτερη φορά που θα ανιχνεύσει την ίδια σειρά χρωμάτων, τότε θα τα κωδικοποιήσει με δύο κωδικούς, έναν για τα δυο πρώτα και έναν για το τρίτο. Κάθε άλλη φορά που θα ανιχνεύει την ίδια σειρά χρωμάτων, θα την κωδικοποιεί με έναν κωδικό. Με τον τρόπο αυτό, δεν χρειάζεται κάποιον πίνακα αντιστοίχισης κατά την αποκωδικοποίηση, επειδή εύκολα ξαναδημιουργείται ο πίνακας.

Οι προηγούμενες μέθοδοι έχουν μεγάλη απόδοση σε ασπρόμαυρες εικόνες, σε εικόνες με λίγες αποχρώσεις του γκρι και σε έγχρωμες εικόνες με λίγα χρώματα. Αποδίδουν καλά σε cartoon animation και χρησιμοποιούνται από τον codec Microsoft RLE.

4.1.2 Αλγόριθμος DCT

Ο DCT (Διακριτός συνημιτονικός μετασχηματισμός) είναι ένας αλγόριθμος που αφαιρεί με έξυπνο τρόπο πληροφορία χρώματος, χωρίς να επηρεάζει τη φωτεινότητα της συμπίεσμένης εικόνας, βασιζόμενος στην αρχή ότι το ανθρώπινο μάτι είναι περισσότερο ευαίσθητο στη φωτεινότητα και λιγότερο στη λεπτομέρεια χρώματος, καθώς επίσης και στο ότι δεν έχει την ίδια ευαισθησία σε όλα τα χρώματα. Ο συμπίεστος αυτός μετατρέπει το σήμα YUV (YCrCb) στο αντίστοιχο φάσμα συχνοτήτων και αφαιρεί τις λιγότερο σημαντικές συχνότητες που δεν έχουν μεγάλη συνεισφορά στην ποιότητα της εικόνας (τους μικρότερους συντελεστές του μετασχηματισμού). Οι συχνότητες αυτές αντιστοιχούν σε κάποια χρώματα του οπτικού φάσματος. Η αφαίρεση των συντελεστών επιφέρει κάποια συμπίεση στην εικόνα. Η μέθοδος αυτή έχει διάφορα επίπεδα συμπίεσης που εξαρτώνται από το πόσοι συντελεστές αφαιρούνται κάθε φορά. Όσο περισσότεροι συντελεστές αφαιρούνται, τόσο αυξάνει η συμπίεση της εικόνας. Ο πολύ μεγάλος λόγος συμπίεσης δημιουργεί τεχνουργήματα. Το φαινόμενο αυτό είναι εμφανές σε περιοχές της εικόνας με απαλές χρωματικές διαβαθμίσεις. Η μέθοδος αυτή είναι απωλεστική, αλλά για χαμηλούς λόγους συμπίεσης, μέχρι 10:1, δεν διακρίνουμε καμιά διαφορά μεταξύ ασυμπίεστης και συμπίεσμένης εικόνας. Η εφαρμογή της σε συμπίεση βίντεο μπορεί να πετύχει συμπίεση μέχρι 25:1, χωρίς εμφανείς απώλειες σε περιοχές της εικόνας που δεν υπάρχουν διαφορές, ενώ σε περιοχές που μεταβάλλονται μπορεί να επιτευχθεί συμπίεση της τάξης του 5:1.

4.1.3 Συμπίεση JPEG και M-JPEG

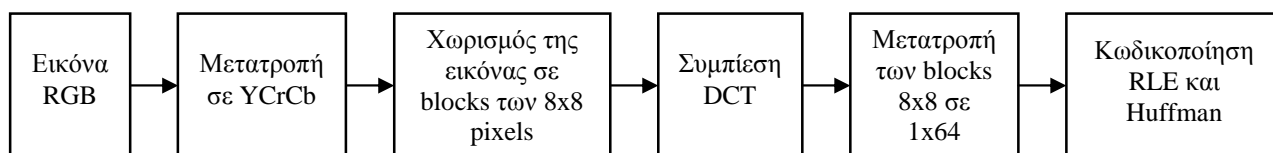
Η μέθοδος συμπίεσης JPEG (Joint Photographic Expert Group) συνδυάζει τις μεθόδους LWZ, Huffman και DCT μαζί. Αυτή αποτελεί το πρότυπο αποθήκευσης φωτογραφιών με πραγματικά χρώματα (true colour) που προέρχονται, συνήθως, από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές. Από τη χρήση

του DCT, ως ενός από τους συμπιεστές που χρησιμοποιεί, πετυχαίνει αποθήκευση των φωτογραφιών, όπου το μάτι μας δεν μπορεί να διακρίνει διαφορές μεταξύ μιας συμπιεσμένης με λόγο συμπίεσης 10:1 και μιας ασυμπιεστής φωτογραφίας. Για λόγους συμπίεσης μεγαλύτερους από 10:1 δημιουργούνται τεχνουργήματα σε περιοχές με απαλές διαβαθμίσεις των χρωμάτων. Επομένως για υψηλές συμπίεσεις έχουμε μείωση της ποιότητας των συμπιεσμένων φωτογραφιών. Η μέγιστη συμπίεση που μπορεί να πετύχει είναι 200:1. Κατά την αποσυμπίεση εφαρμόζεται ο αλγόριθμος με την αντίστροφη διαδικασία. Η μέθοδος συμπίεσης JPEG, λόγω της μεγάλης υπολογιστικής ισχύος, απαιτεί ειδικές κάρτες με υλικό. Γι' αυτό το λόγο, ο συμπιεστής JPEG συγκαταλέγεται στους hardware codecs (coders - decoders). Τα αρχεία που είναι συμπιεσμένα κατά JPEG έχουν επέκταση .jpg.

Η μέθοδος συμπίεσης M-JPEG (Motion - JPEG) χρησιμοποιείται για συμπίεση κινούμενων εικόνων (video, animation) εφαρμόζοντας σε κάθε πλαίσιο τη συμπίεση JPEG. Το M-JPEG έχει κάποια μειονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι δεν μπορεί να επιτύχει υψηλούς λόγους συμπίεσης. Το δεύτερο είναι ότι δεν υπάρχει τρόπος συμπίεσης του ήχου με αυτή την τεχνική. Γι' αυτό, το M-JPEG έχει περιορισμένη εμπορική εφαρμογή σε επαγγελματικά συστήματα επεξεργασίας βίντεο και κινηματογραφικών ταινιών. Το τρίτο πρόβλημα του M-JPEG αφορά στις προδιαγραφές. Δεν υπάρχει ένας αποδεκτός στάνταρ τύπος M-JPEG και οι καταναλωτές πρέπει να γνωρίζουν ποια παραλλαγή του M-JPEG θα χρησιμοποιήσουν. Επίσης, το πρότυπο του συμπιεσμένου ήχου που συνοδεύει το M-JPEG στις εμπορικές εφαρμογές δεν είναι το ίδιο σε όλες.

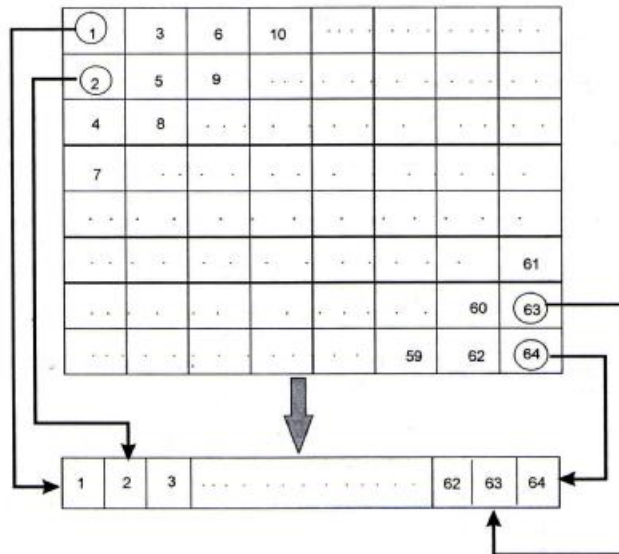
Πώς γίνεται η συμπίεση κατά JPEG

Όπως ήδη αναφέραμε, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί το συνδυασμό των μεθόδων συμπίεσης RLE, Huffman και DCT. Στο σχήμα 4.1 εικονίζεται το σχηματικό διάγραμμα του συμπιεστή JPEG.



Σχήμα.4.1 Στάδια της συμπίεσης JPEG

Η RGB φωτογραφία μετατρέπεται στο πρότυπο φωτεινότητας και χρωμικότητας YCrCb. Τα ποσοστά συμπίεσης της φωτεινότητας και της χρωματικότητας κυμαίνονται από 4:4:4 έως 4:1:1. Η ψηφιοποιημένη εικόνα που προκύπτει τεμαχίζεται σε δισδιάστατους πίνακες (microblocks) των 8x8 εικονοστοιχείων. Κάθε πίνακας υφίσταται μετασχηματισμό DCT και, σύμφωνα με το ποσοστό συμπίεσης που επιλέγουμε, διαμορφώνονται οι συντελεστές του μετασχηματισμού. Στον κάθε δισδιάστατο πίνακα, οι σημαντικότεροι συντελεστές του μετασχηματισμού βρίσκονται στην πάνω αριστερή μεριά του πίνακα, ενώ οι λιγότερο σημαντικοί είναι στην κάτω δεξιά μεριά του πίνακα. Ανάλογα με το ποσοστό συμπίεσης που επιλέγουμε, τόσο περισσότεροι συντελεστές της κάτω μεριάς του πίνακα μηδενίζονται. Ο τελικός πίνακας που προκύπτει έχει πολλά συνεχόμενα μηδενικά ή πολλούς ίδιους συντελεστές, αν τα χρώματα στο συγκεκριμένο σημείο είναι ίδια. Αν μετατρέψουμε το δισδιάστατο πίνακα 8x8 σε μονοδιάστατο 1x64 και εφαρμόσουμε σε αυτόν τις μεθόδους συμπίεσης RLE και Huffman, πετυχαίνουμε μεγαλύτερη συμπίεση της πληροφορίας χωρίς άλλες απώλειες. Για την επιτυχία της RLE συμπίεσης πρέπει να μετατραπεί ο δισδιάστατος πίνακας σε μονοδιάστατο, διαβάζοντας τους συντελεστές του δισδιάστατου πίνακα διαγώνια, με τον τρόπο που διευκρινίζεται στο σχήμα 4.2. Η αρίθμηση των κελιών δηλώνει τη σειρά ανάγνωσής τους από το δισδιάστατο πίνακα και καταχώρησής τους στο μονοδιάστατο πίνακα.



ΣΧΗΜΑ 4.2 Μετατροπή ενός πίνακα 8x8 σε πίνακα 1x64

4.1.4 Συμπίεση με αλγόριθμο "CCITT GROUP 3"

Ο αλγόριθμος αυτός είναι μία τροποποιημένη έκδοση του αντίστοιχου αλγορίθμου που χρησιμοποιείται στα FAX. Ο αλγόριθμος αυτός ονομάζεται και αλγόριθμος "RUN LENGTH". Όταν χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος συμπίεσης, η ετικέτα "ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ" πρέπει να έχει τιμή "2". Χρειάζεται προσοχή όταν χρησιμοποιούμε τον αλγόριθμο αυτό, γιατί υπάρχουν αρκετοί άλλοι αλγόριθμοι που του μοιάζουν (GROUP 3 απλώς, GROUP 4 κ.λπ.). Σκοπός του αλγορίθμου αυτού είναι να αντικαταστήσει ομάδες από συνεχόμενα BIT, με τιμή "0" ή "1", με κωδικούς (σειρές από BIT) που θα έχουν μικρότερο μήκος. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως για τη συμπίεση μονόχρωμων εικόνων. Στις εικόνες με αποχρώσεις του γκρι και στις έγχρωμες εικόνες, ο πιο πάνω αλγόριθμος δεν έχει μεγάλη επιτυχία και η χρήση του αποφεύγεται.

Η συμπίεση με τον αλγόριθμο αυτό γίνεται ως εξής: Κάθε σειρά της εικόνας αντικαθίσταται από μία σειρά από κωδικούς μεταβλητού μήκους. Ο κάθε κωδικός αντιπροσωπεύει μία συνεχή σειρά από BIT με την ίδια τιμή ("0" ή "1"). Ο πρώτος κωδικός που διαβάζουμε αναφέρεται πάντα σε BIT με τιμή "1",

ο δεύτερος σε BIT με τιμή "0", ο τρίτος σε BIT με τιμή "1" κ.ο.κ. Για να διατηρήσουμε αυτή τη σειρά και για λόγους συμβατότητας, αν μία εικόνα αρχίζει με BIT που έχει τιμή "0", τότε τα δεδομένα της συμπιεσμένης γραμμής θα ξεκινούν από τον κωδικό που αντιπροσωπεύει μηδέν αριθμό από συνεχόμενα BIT με τιμή "1".

Στην πραγματικότητα, κάθε σειρά από BIT με την ίδια τιμή, ανάλογα με το μήκος της, αντικαθίσταται από ένα, δύο ή και περισσότερους κωδικούς. Έχουμε δύο ειδών κωδικούς, τους κωδικούς Make Up και τους κωδικούς τερματισμού (TERMINATION CODES). Κάθε σειρά από BIT με την ίδια τιμή αντικαθίσταται από κανέναν, έναν ή περισσότερους κωδικούς Make Up και ENA κωδικό τερματισμού. Σειρές από BIT με την ίδια τιμή που έχουν μήκος έως 63 BIT αντικαθίστανται μόνο με τον κωδικό τερματισμού (κατάλογοι με τους κώδικες υπάρχουν στη συνέχεια του κειμένου). Σειρές από BIT με την ίδια τιμή και με μήκος από 64 έως 2623 BIT κωδικοποιούνται ως εξής: πρώτα έχουμε έναν κωδικό Make Up που αντικαθιστά το μέγιστο δυνατό αριθμό BIT (χωρίς να ξεπερνά το μήκος της σειράς) και ακολουθεί ένας κωδικός τερματισμού που αντικαθιστά τα υπόλοιπα BIT. Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να κωδικοποιήσουμε μία σειρά από 200 συνεχόμενα BIT με τιμή "1", η κωδικοποίηση θα γίνει ως εξής: ο κωδικός Make Up, που αντικαθιστά το μεγαλύτερο αριθμό από BIT, είναι ο "010111" και αντικαθιστά 192 BIT. Ο κωδικός τερματισμού πρέπει να αντικαταστήσει $200 - 192 = 8$ BIT. Άρα ο κωδικός τερματισμού θα είναι ο "10011". Άρα η σειρά με τα 200 συνεχόμενα BIT με τιμή "1" θα αντικατασταθεί από τη σειρά "01011110011".

Σειρές από BIT με μήκος μεγαλύτερο ή ίσο με 2624 αντικαθίστανται από δύο ή περισσότερους κωδικούς Make Up και έναν κωδικό τερματισμού. Όλοι οι κωδικοί Make Up, εκτός από τον τελευταίο, αντικαθιστούν το μεγαλύτερο δυνατό αριθμό από BIT (δηλ. αντικαθιστούν 2560 BIT με τον κωδικό "000000011111"). Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να συμπίεσουμε μία σειρά από

3000 συνεχόμενα BIT με τιμή "0", θα χρησιμοποιήσουμε τους κωδικούς "000000011111" (2560) + "00110111" (384) + "01011001" (56). Η συμπίεση των εικόνων γίνεται πάντα ξεχωριστά για κάθε γραμμή της εικόνας. Αν κατά την αποσυμπίεση τα δεδομένα που διαβάζουμε για μία γραμμή είναι περισσότερα από όσα πρέπει, τότε θεωρούμε ότι έχει γίνει λάθος που δεν μπορεί να αποκατασταθεί. Πρέπει ακόμα να προσέχουμε όταν χρησιμοποιούμε BIT συμπλήρωσης, γιατί τα BIT αυτά δεν πρέπει να συμπιεστούν. Για παράδειγμα, αν η γραμμή μίας εικόνας περιγράφεται από 10 BIT και χρησιμοποιούμε 2 BYTE για την αποθήκευση τους, τότε συμπιέζονται μόνο τα 10 BIT και όχι τα υπόλοιπα 6 BIT συμπλήρωσης. Αν τα συμπιεσμένα δεδομένα μίας γραμμής δεν τελειώνουν στα όρια ενός BYTE, τότε τα δεδομένα της επόμενης γραμμής θα ξεκινούν από την αρχή του επόμενου BYTE. Ακόμα πρέπει να προσθέσουμε, ότι στα TIFF δεν χρησιμοποιούνται χαρακτήρες EOL (τέλος γραμμής), σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στα αρχεία FAX. Για μεγαλύτερη ταχύτητα, κατά την αποσυμπίεση συνιστάται ο χωρισμός της εικόνας σε λουρίδες.

4.1.5 Αλγόριθμος MPEG

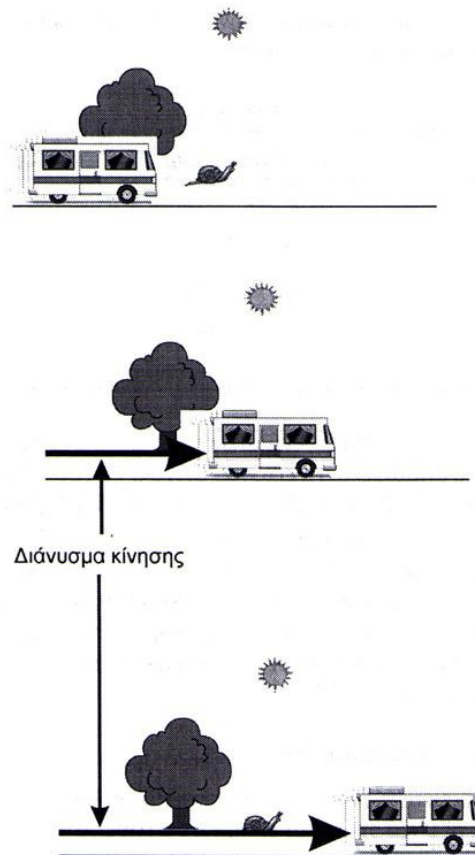
Η ανάγκη της συμπίεσης MPEG προήλθε από το μεγάλο αποθηκευτικό χώρο που απαιτούσε η ψηφιοποίηση ενός αναλογικού βίντεο ή μιας κινηματογραφικής ταινίας. Όπως γνωρίζετε ήδη, η ψηφιοποίηση ενός δευτερολέπτου βίντεο NTSC πραγματικού χρώματος απαιτεί χωρητικότητα 26,4 MB, ενώ το PAL απαιτεί χωρητικότητα 31,65 MB/sec. Για την αποθήκευση μιας κινηματογραφικής ταινίας διάρκειας 2 ωρών απαιτείται χωρητικότητα 180 GB περίπου, ενώ για το αναλογικό των τηλεοράσεων μόνο μια βιντεοκασέτα VHS. Την εποχή που ανακαλύφθηκε, αυτή η χωρητικότητα ήταν υπερβολικά μεγάλη. Επομένως, έπρεπε να βρεθεί μια μέθοδος συμπίεσης - αποσυμπίεσης σε πραγματικό χρόνο, ώστε να απαιτείται λιγότερος αποθηκευτικός χώρος. Επίσης, εκτός του βίντεο έπρεπε να ληφθεί υπόψη και η αποθήκευση του ήχου Dolby -

Digital των 6 (5.1) έως 8 (7.1) καναλιών και σε συγχρονισμό με την εικόνα. Έτσι, προέκυψε η μέθοδος συμπίεσης MPEG (Motion Picture Expert Group) από μια ομάδα ειδικών στην κινούμενη εικόνα το 1992. Αυτή βασίζεται στην τεχνική συμπίεσης JPEG, προσαρμοσμένη κατάλληλα στη συμπίεση ψηφιακού βίντεο με προδιαγραφές H.261. Θεωρείται ο καλύτερος αλγόριθμος συμπίεσης - αποσυμπίεσης (codec) σε πραγματικό χρόνο με τα πιο ποιοτικά χαρακτηριστικά. Πετυχαίνει μέσο λόγο συμπίεσης 45:1 χωρίς να είναι εμφανής η απώλεια της χρωματικής πληροφορίας. Ο μέγιστος λόγος συμπίεσης που πετυχαίνει είναι 200:1. Επίσης, επιτυγχάνει ρυθμό μεταφοράς δεδομένων μέχρι 10 Mbps. Όπως ο αλγόριθμος JPEG, έτσι και ο MPEG, λόγω της πολύ μεγάλης υπολογιστικής ικανότητας, απαιτεί ειδική κάρτα με αλγόριθμο hardware, για τη λειτουργία του σε πραγματικό χρόνο χωρίς προβλήματα. Επίσης, για την αποσυμπίεση απαιτείται ειδική κάρτα. Είναι, δηλαδή, ένας hardware codec, όπως ο JPEG. Σε αρκετές περιπτώσεις συναντάμε ενσωματωμένα chips σε κάρτες γραφικών, ενώ στα DVD-ROM είναι απαραίτητες κάρτες αποσυμπίεσης MPEG. Εκτός από τους hardware codecs υπάρχουν και software codecs MPEG, που συμπιέζουν με τον ίδιο τρόπο, αλλά όχι σε πραγματικό χρόνο. Ο software codec MPEG συνήθως παράγει αρχεία από AVI αρχεία. Τα φορμά των αρχείων αυτών για το NTSC είναι 352x240 και 30 fps και για το PAL είναι 352x288 και 25 fps.

Πώς λειτουργεί ο συμπιεστής MPEG

Έχει παρατηρηθεί ότι δύο ή περισσότερες συνεχόμενες εικόνες βίντεο διαφέρουν ελάχιστα μεταξύ τους και ειδικά σε σταθερά πλάνα ή αργές σκηνές. Για παράδειγμα, στο σχήμα 4.3 φαίνονται τρία διαφορετικά στιγμιότυπα ενός πλάνου μιας σκηνής, όπου το μόνο που αλλάζει θέση είναι το κινούμενο αυτοκίνητο. Όλες οι άλλες πληροφορίες των τριών εικόνων παραμένουν ίδιες (το δέντρο, ο ήλιος, κ.λπ.). Ο αλγόριθμος MPEG ανιχνεύει τις εικόνες που έχουν διαφορές μεταξύ τους, συγκρίνοντάς τις με μια εικόνα αναφοράς. Επίσης,

εντοπίζει την κίνηση (π.χ. του αυτοκινήτου), χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο που υπολογίζει τη χωρική μετατόπιση, από τη μια εικόνα στην άλλη, καταγράφοντας τις συντεταγμένες της κίνησης του αντικειμένου (αυτοκινήτου) ως **διάνυσμα της κίνησης**. Ο αλγόριθμος συμπίεσης MPEG χρησιμοποιεί 3 είδη εικόνων που τις ονομάζει I, P και B.



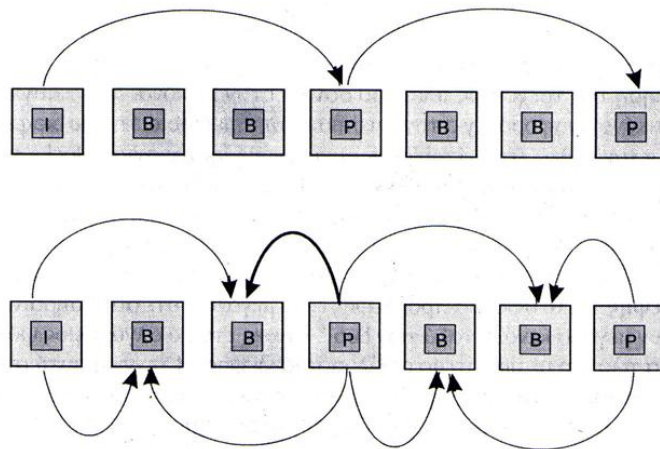
ΣΧΗΜΑ 4.3 Η δημιουργία των διανυσμάτων κίνησης

Κάθε I-εικόνα (Intra-Picture) είναι ένα πλήρες πλαίσιο (καρέ) που αποτελεί την εικόνα αναφοράς πάνω στην οποία θα βασιστεί η συμπίεση των υπολοίπων πλαισίων και επανακαθορίζεται κάθε 10 με 15 πλαίσια. Ο επανακαθορισμός μιας I-εικόνας μας επιτρέπει την εμπρός-πίσω κίνηση. Αυτή χωρίζεται σε μικρά τετραγωνάκια των 16x16 pixel που ονομάζονται **macroblocks**. Τα macroblocks κωδικοποιούνται ως αυτόνομες εικόνες και χωρίζονται μετά σε 4 **microblocks** των 8x8 εικονοστοιχείων, τα οποία συμπιέζονται με τον αλγόριθμο JPEG. Ο λόγος συμπίεσης μιας I-εικόνας κατά

JPEG είναι περίπου 7:1 και χρησιμοποιούνται συνήθως 2 bit ανά κωδικοποιημένο εικονοστοιχείο.

Μια P-εικόνα (Predicted-picture) δημιουργείται ως εξής: αρχικά γίνεται κωδικοποίηση του τρέχοντος πλαισίου σαν να ήταν I-εικόνα. Μετά συγκρίνεται με την εικόνα αναφοράς, για τον εντοπισμό των macroblocks που διαφέρουν ή έχουν μετακινηθεί. Τα macroblocks αυτά ονομάζονται macroblocks πρόβλεψης. Αν εντοπιστούν δυο όμοια macroblocks σε διαφορετικές θέσεις μέσα στις συγκρινόμενες εικόνες, τότε έχουμε κίνηση. Αυτή η κίνηση καταγράφεται ως διάνυσμα της κίνησης. Αν υπάρχουν και κάποιες διαφορές μεταξύ των macroblocks, τότε καταγράφεται και ένα σφάλμα που ονομάζεται **σφάλμα πρόβλεψης**. Αν το σφάλμα πρόβλεψης είναι μεγάλο, τότε αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν μεγάλα κενά μεταξύ των δυο εικόνων, έτσι ο αλγόριθμος ψάχνει να βρει ένα πλαίσιο με μικρότερο σφάλμα πρόβλεψης. Η τεχνική αυτή ονομάζεται **αντιστάθμιση της κίνησης** (βλέπε πιο κάτω). Το διάνυσμα αυτό, καθώς επίσης και το τελικό σφάλμα πρόβλεψης κωδικοποιούνται κατά JPEG. Μια P-εικόνα χρησιμοποιείται ως εικόνα αναφοράς για την πρόβλεψη της κίνησης της επόμενης P-εικόνας. Η P-εικόνα παράγεται με την εκτίμηση της κίνησης (motion estimation) από υπάρχουσες εικόνες τύπου P και I. Οι εικόνες τύπου P και I χρησιμεύουν ως εικόνες αναφοράς, για την ανίχνευση των διανυσμάτων κίνησης. Επειδή οι υπόλοιπες P-εικόνες που ακολουθούν δημιουργούνται με πρόβλεψη της κίνησης, δεν μπορούμε να έχουμε πολλές τέτοιες συνεχόμενες εικόνες γιατί η πρόβλεψη δεν θα είναι αξιόπιστη. Έτσι, επιβάλλεται μετά από κάποιες P-εικόνες να ακολουθεί μια I-εικόνα. Ο λόγος συμπίεσης των P-εικόνων είναι αρκετά μεγαλύτερος από εκείνον των I-εικόνων και είναι περίπου 20:1. Θα μπορούσαμε να κωδικοποιήσουμε ολόκληρη βιντεοταινία με I και P εικόνες, αλλά θα είχαμε κενά από τις μετακινήσεις, λόγω του ότι δεν θα αποκάλυπταν τα αντικείμενα που έκρυβαν πίσω τους. Αν, για παράδειγμα, η δεύτερη εικόνα του σχήματος 4.3 ήταν εικόνα αναφοράς και η τρίτη εικόνα μια P-εικόνα, ο σαλίγκαρος στο δρόμο δεν θα εμφανιζόταν κατά την αποσυμπίεση.

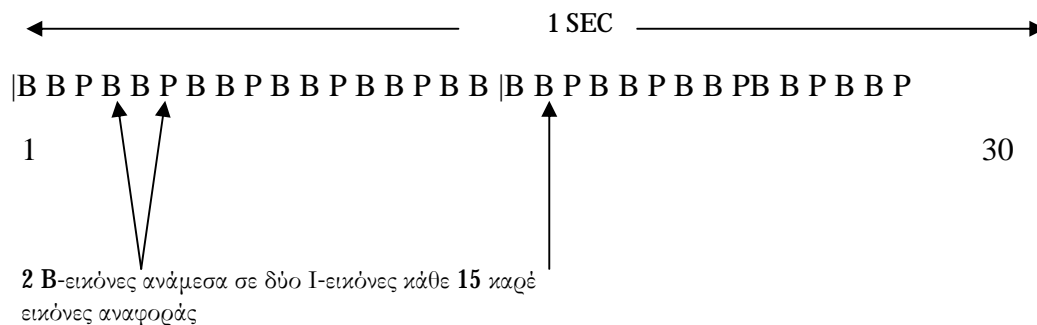
Τα κενά αυτά έρχονται για να καλύψουν οι B-εικόνες. Η B-εικόνα (Bidirectional Interpolated) δημιουργείται από τις διαφορές ενός προηγούμενου macroblock της I ή P εικόνας (πρόβλεψη προς τα εμπρός) και ενός επόμενου macroblock μιας επόμενης P-εικόνας (πρόβλεψη προς τα πίσω), δίνοντας δύο διανύσματα κίνησης και σφάλματα πρόβλεψης, τα οποία κωδικοποιούνται κατά JPEG. Τα πιο πάνω διευκρινίζονται στο σχήμα 4.4. Οι B-εικόνες, επειδή κωδικοποιούν διαφορές, έχουν το μεγαλύτερο λόγο συμπίεσης που φτάνει τα 50:1. Αν στη ροή του βίντεο έχουμε σταθερά πλάνα, τότε αυξάνονται οι B-εικόνες, ενώ σε πλάνα που μεταβάλλονται γρήγορα έχουμε αύξηση των εικόνων τύπου I και P.



ΣΧΗΜΑ 4.4 Δημιουργία των B-εικόνων

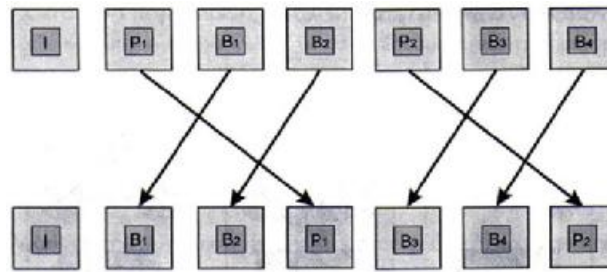
Τα στάνταρ του συμπιεστή MPEG επιτρέπουν στον κωδικοποιητή να επιλέγει τη συχνότητα και τη θέση των I-εικόνων. Η επιλογή γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνεται η δυνατότητα της αλληλεπιδραστικής πρόσβασης στο βίντεο και να παρέχεται ευκολία στα εφέ μετάβασης. Έτσι, δημιουργούνται δύο I-εικόνες σε κάθε δευτερόλεπτο, για να προμηθεύσουν δύο σημεία πρόσβασης στο βίντεο, για κάθε δευτερόλεπτο. Επίσης, ο κωδικοποιητής επιλέγει τον αριθμό των B-εικόνων μεταξύ ενός ζεύγους εικόνων αναφοράς. Εικόνες αναφοράς μπορεί να είναι είτε I-εικόνες είτε P-εικόνες. Η επιλογή πόσες εικόνες θα τοποθετηθούν ανάμεσα στις εικόνες αναφοράς βασίζεται στο

υλικό της πηγής που θα κωδικοποιηθεί. Σε αρκετές εφαρμογές, μια τυπική διευθέτηση είναι να έχουμε δύο B-εικόνες ανάμεσα σε δύο εικόνες αναφοράς. Το σχήμα 4.5 δείχνει μια τυπική διευθέτηση εικόνων τύπου I, B, και P. Κατά την αποσυμπίεση, οι αποθηκευμένες συμπιεσμένες εικόνες αποσυμπιέζονται με διαφορετική σειρά από εκείνη που έχουν κατά τη συμπίεση.



ΣΧΗΜΑ 4.5 Δημιουργία I-εικόνας κάθε μισό δευτερόλεπτο

Όπως γνωρίσαμε, οι B-εικόνες εξαρτώνται από πληροφορίες που υπάρχουν σε προηγούμενες I ή P εικόνες, αλλά και σε επόμενες. Από κάθε I ή P εικόνα είναι δυνατό να εξαρτώνται περισσότερες από μία εικόνες. Επομένως, οι επόμενες εικόνες από τις οποίες θα προκύψουν πληροφορίες, για το σχηματισμό B-εικόνων, πρέπει να αποθηκεύονται πρώτες, χωρίς σειρά, αλλά κατά την αναπαραγωγή (αποσυμπίεση) να τοποθετούνται στη σωστή σειρά. Για παράδειγμα, στο σχήμα 4.6, οι εικόνες B1 και B2 εξαρτώνται από την προηγούμενη I-εικόνα και από την επόμενη P1, ενώ οι εικόνες B3 και B4 εξαρτώνται από την προηγούμενη P1 εικόνα και από την επόμενη P2. Κατά τη συμπίεση αποθηκεύονται με τη σειρά που δημιουργούνται από τον αλγόριθμο συμπίεσης, ενώ κατά την αποσυμπίεση παίρνουν τη θέση που κατείχαν πριν τη συμπίεση του αρχικού βίντεο.



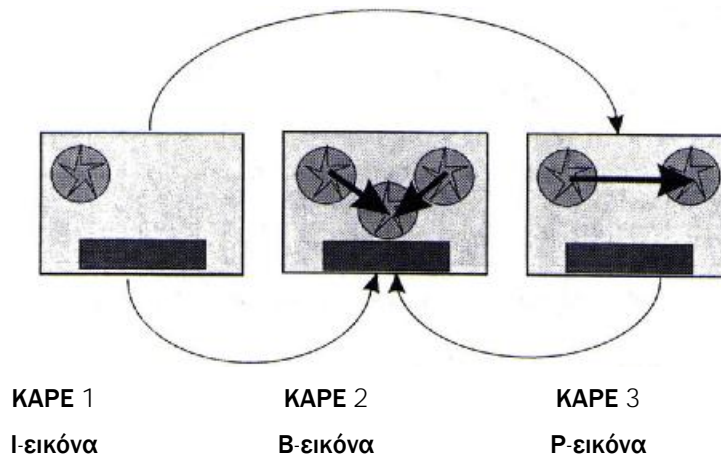
ΣΧΗΜΑ 4.6 Σειρά των εικόνων κατά τη συμπίεση-αποσυμπίεση

Δηλαδή, πρώτα αποσυμπίεζεται η εικόνα αναφοράς I, μετά η P-εικόνα και ανάμεσά τους τοποθετούνται οι B-εικόνες κ.ο.κ. Μια ικανοποιητικής ποιότητας μετάδοση βίντεο με συμπίεση MPEG περιέχει, συνήθως, 9% I-εικόνες, 25% P-εικόνες και 66% B-εικόνες. Σύμφωνα με αυτά τα ποσοστά συμπίεσης, έχουμε ένα μέσο λόγο συμπίεσης 45:1. Ο μέσος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων είναι 5 MB/sec και κυμαίνεται από 1 έως 10 MB/s. Σε γρήγορες σκηνές έχουμε χαμηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, ενώ σε αργές υψηλό.

Αντιστάθμιση της κίνησης (motion compensation)

Η αντιστάθμιση της κίνησης, για να αυξήσει το λόγο συμπίεσης στις P και B εικόνες, ανιχνεύει αν έχει μετακινηθεί ένα αντικείμενο από καρέ σε καρέ. Όπως δείχνει το σχήμα 4.7, όταν ένα αντικείμενο μετακινείται δεν αλλάζει συχνά η μορφή του από καρέ σε καρέ, αλλά μόνο η θέση του. Στο καρέ 1 η μπάλα είναι στα αριστερά της εικόνας και κινείται προς τα κάτω. Στο καρέ 2 ακουμπά στην επιφάνεια και στο καρέ 3 έχει βρεθεί στο δεξιό μέρος του καρέ 3. Ένα σενάριο είναι το καρέ 1 να συμπιεστεί σαν μια I-εικόνα. Η μπάλα είναι μια πληροφορία αυτής της εικόνας και χρησιμοποιείται για τη συμπίεση. Στο καρέ 3, η βασική πληροφορία είναι απαραίτητη, για να αναδημιουργηθεί το καρέ, έτσι ώστε η μπάλα να έχει αλλάξει θέση από τη θέση που είχε στο καρέ 1. Η μετακίνηση της μπάλας καταγράφεται σαν ένα διάνυσμα της κίνησης. Επειδή τίποτε δεν έχει αλλάξει στη μορφή της μπάλας, μεταξύ των καρέ 1 και 3, η

μορφή που χρησιμοποιήθηκε για να απεικονίσει τη μπάλα στο καρέ 1 διατηρείται και στο καρέ 3. Έτσι, ένα πολύ μικρό ποσοστό της περιεχόμενης πληροφορίας χρησιμοποιείται για να παραστήσει τις μικρές διαφορές στο χρώμα και στη μορφή της μπάλας στα καρέ 1 και 3. Η πληροφορία του διανύσματος κίνησης και η νέα πληροφορία του σχήματος παίρνουν λιγότερα δεδομένα για να αναπαρασταθούν από ένα εσωτερικό καρέ I-εικόνας.



ΣΧΗΜΑ 4.7 Αντιστάθμιση της κίνησης

Το καρέ 2 του παραδείγματος συμπιέζεται ως B-εικόνα. Ξανά η μπάλα αυτού του καρέ θα είναι μια προσέγγιση συγκρινόμενη με τις μπάλες των καρέ 1 και 3. Σε αυτό το παράδειγμα, η μπάλα στο καρέ 2 καταγράφεται σαν μια μπάλα στο καρέ 1 με ένα διάνυσμα κίνησης προς τα εμπρός και του καρέ 3 με ένα διάνυσμα κίνησης προς τα πίσω. Η μέθοδος συμπίεσης MPEG προσεγγίζει το σχήμα της μπάλας στο καρέ 2, δημιουργώντας την με τη μέθοδο της παρεμβολής από τις μπάλες των καρέ 1 και 3. Το καρέ 2 περιέχει μια πρόσθετη πληροφορία με ελάχιστη διαφορά μεταξύ της πραγματικής μπάλας στο καρέ 2 και του μέσου όρου από την παρεμβολή μεταξύ εκείνων των καρέ 1 και 3. Αυτό το παράδειγμα αποδεικνύει το κατά πόσο οι B-εικόνες μπορούν να κατορθώσουν καλύτερη συμπίεση και ακρίβεια από τις P-εικόνες.

4.1.6 Συμπίεση με H.261 (px64)

Με το στάνταρ H.261 που είναι περισσότερο γνωστό και ως px64 (p φορές το 64) επιτυγχάνουμε πολύ υψηλούς λόγους συμπίεσης στη μετάδοση full colour και video πραγματικού χρόνου. Ο αλγόριθμος συνδυάζει intraframe και προβλεπόμενη κωδικοποίηση για να παρέχει γρήγορη επεξεργασία στη συμπίεση και αποσυμπίεση του video σε πραγματικό χρόνο, βελτιστοποιημένος για εφαρμογές όπως τηλεπικοινωνίες βασισμένες σε video. Επειδή οι εφαρμογές του δεν έχουν συνήθως σε μεγάλο βαθμό κίνηση, ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ταχύτατα και σε μικρό βαθμό τις τεχνικές παρεμβολής και πρόβλεψης κίνησης για να επιτύχει υψηλότερους λόγους συμπίεσης. Για τυπικές εικόνες επικοινωνίας video, ο px64 μπορεί να επιτύχει λόγους συμπίεσης από 100:1 έως και περισσότερο από 2000:1.

Οι προδιαγραφές του px64 καλύπτουν πλήρως όλο το φάσμα του ISDN (px64 kbps, $p=1, 2, \dots, 30$). Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η χωρητικότητα του καναλιού ISDN από 64 σε 2048 Mbps. Ο αλγόριθμος αυτός κωδικοποίησης video σχεδιάστηκε για επικοινωνίες πραγματικού χρόνου, οι οποίες απαιτούν τις ελάχιστες δυνατές καθυστερήσεις. Αυτός ο αλγόριθμος για τιμές του $p = 1$ ή 2 , λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης, εφαρμόζεται μόνο σε πρόσωπο-με-πρόσωπο οπτικές τηλεπικοινωνίες όπως το βιντεοτηλέφωνο. Ωστόσο, για τιμή του p από 6 και επάνω, μπορούν να μεταδοθούν και περισσότερο πολύπλοκες εικόνες καθιστώντας τον μ' αυτόν τον τρόπο ικανό και για συστήματα τηλεδιάσκεψης (videoconferencing).

Ο px64 λειτουργεί με δύο τρόπους που υιοθετήθηκαν από τον CCITT: την CIF (Common Intermediate Format) και την QCIF (Quarter-CIF). Η τεχνική αποτελείται από έναν αλγόριθμο που βασίζεται και αυτός στον DCT (όμοια με τον JPEG) και στη διαφορική παλμοκωδική διαμόρφωση (DPCM) με εκτίμηση της κίνησης. Το intraframe mode κωδικοποιεί και κβαντίζει τα frame χρησιμοποιώντας τον DCT μετασχηματισμό και μετά τα στέλνει στον

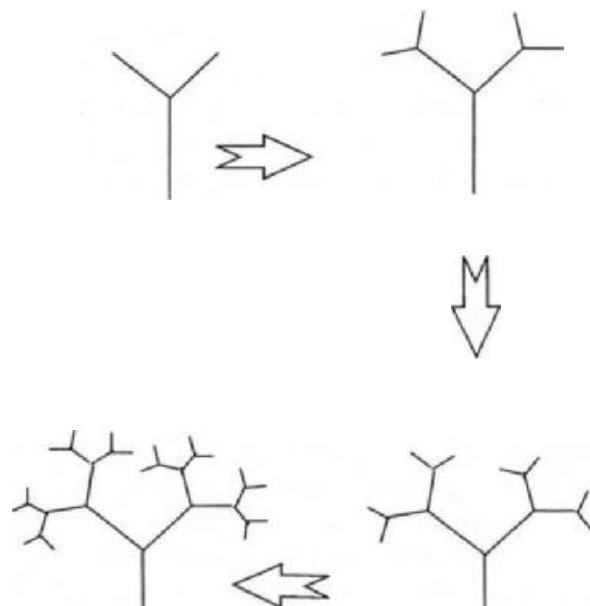
κωδικοποιητή - πολυπλέκτη video. Ο αντίστροφος κβαντιστής και ο IDCT αποσυμπιέζει τα frame και μετά τα αποθηκεύει στη μνήμη για την εικόνα για την κωδικοποίηση ανάμεσα στα frame. Η κωδικοποίηση ανάμεσα στα frame χρησιμοποιεί την DPCM εκτίμηση για να συγκρίνει κάθε μπλοκ του πραγματικού frame με τα υπάρχοντα μπλοκ του προηγούμενου frame. Ο αλγόριθμος μετά δημιουργεί τη διαφορά σαν σφάλμα που είναι και αυτή κωδικοποιημένη κατά DCT και κβαντισμένη και τη στέλνει στον πολυπλέκτη - κωδικοποιητή μαζί με το διάνυμα κίνησης. Στο τελευταίο στάδιο, χρησιμοποιείται κωδικοποίηση κατά Huffman για τη μείωση ακόμη περισσότερο των δεδομένων.

4.1.7 Συμπίεση με Fractals

Αυτή η μέθοδος συμπίεσης έχει φέρει επανάσταση στο χώρο της συμπίεσης εικόνων και βίντεο, χρησιμοποιώντας τα fractals. Πρώτος που εφάρμοσε τη συμπίεση με χρήση των fractals είναι ο Barnsley βασιζόμενος στη μέθοδο IFS. Πριν εξετάσουμε τη φιλοσοφία της συμπίεσης με fractals, είναι σκόπιμο να δούμε έναν εύκολο τρόπο σχεδίασης ενός fractal δέντρου με τη μέθοδο IFS.

Στο σχήμα 4.8 παρουσιάζεται ένας απλοϊκός τρόπος δημιουργίας ενός fractal γραφικού. Στην αρχή έχουμε ένα δέντρο με δυο κλαδιά. Σε κάθε κλαδί δημιουργούνται δυο παρακλάδια, όμοια με το αρχικό. Επαναλαμβάνεται το ίδιο, για κάθε καινούριο παρακλάδι. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός fractal δέντρου, με μια αυτοομοιότητα σε οποιαδήποτε μεγέθυνση ενός τμήματός του. Βέβαια, για τον εντοπισμό της ομοιότητας, θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τεχνικές μεγέθυνσης, περιστροφής, ολίσθησης κ.ά., για τη σύγκριση των δυο δέντρων.

Η φιλοσοφία της συμπίεσης με fractals είναι η εξής: η εικόνα προς συμπίεση χωρίζεται σε μικρά τμήματα, εφαρμόζοντας γνωστές τεχνικές για την ανίχνευση ακμών, χρωματικού τόνου, κ.ά. Σε κάθε τμήμα από αυτά γίνεται έλεγχος για να βρεθούν τυχόν επαναλαμβανόμενα πρότυπα. Για το σκοπό αυτό, δρομολογούνται διάφορες τεχνικές μετασχηματισμών, όπως είναι η περιστροφή, μεγέθυνση, ολίσθηση κ.ά. Αν βρεθούν οι ομοιότητες αυτές, τότε καταγράφονται ως συντελεστές των πινάκων, για την αναδημιουργία του προτύπου κατά την αποσυμπίεση. Στα τμήματα που δεν θα βρεθούν ομοιότητες, έχουμε απώλεια της πληροφορίας, γι' αυτό η μέθοδος αυτή είναι απωλεστική. Για τη συμπίεση - αποσυμπίεση της εικόνας απαιτούνται τουλάχιστον 100 χάρτες αντιστοίχισης.



ΣΧΗΜΑ 4.8 Ανάπτυξη ενός fractal δέντρου

Το σύνολο των μαθηματικών μετασχηματισμών δια μέσου των χαρτών αντιστοίχισης παίζει το ρόλο ενός εικονικού λεξικού που εξαρτάται άμεσα από την εικόνα που συμπιέζεται. Για τη δημιουργία των χαρτών αντιστοίχισης, των συντελεστών τους και του βαθμού πιθανότητας απαιτείται αρκετός χρόνος, λόγω της πολυπλοκότητας των πράξεων. Η αποσυμπίεση διαρκεί πολύ λιγότερο χρόνο, επειδή οι χάρτες αντιστοίχισης και οι συντελεστές τους είναι γνωστοί.

Επομένως, η μέθοδος είναι ασύμμετρη και απωλεστική και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου, όπως είναι το βίντεο. Ωστόσο, σε στατικά γραφικά ο λόγος συμπίεσης μπορεί να φτάσει μέχρι τα 50000:1. Εκτός από τη μεγάλη συμπίεση, ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι κατά την αποσυμπίεση δεν αλλάζει η ανάλυση της εικόνας. Δηλαδή, όσο κι αν μεγεθύνουμε την εικόνα, θα έχουμε την ίδια λεπτομέρεια. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί αυτή τη μέθοδο είναι ο Fractal Designer. Το φορμά αυτών των αρχείων είναι το FIF (File Image Format).

4.1.8 Συμπίεση Wavelet

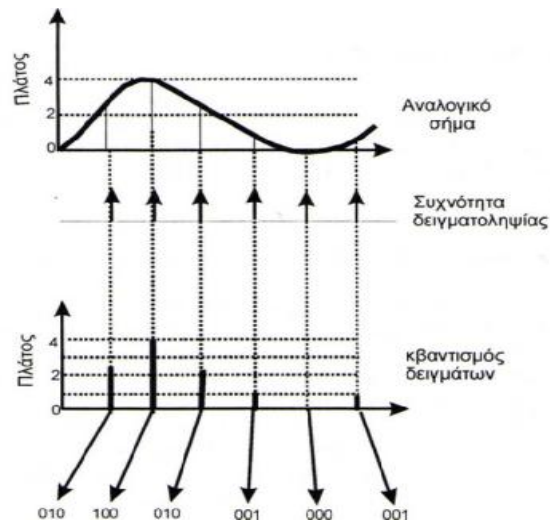
Είναι μια μέθοδος με εξαιρετική ποιότητα και απόδοση σε βίντεο πραγματικού χρόνου που χρησιμοποιείται σε γραμμές χαμηλού bandwidth, όπως είναι το διαδίκτυο. Κάθε καρέ του βίντεο χωρίζεται σε πολλαπλά επίπεδα. Έτσι, κάθε επίπεδο του καρέ μπορεί να σταλεί με επιπλέον λεπτομέρεια στην απεικόνιση του καρέ στον video-player, όπως είναι ο Video Interactive για τηλεδιάσκεψη. Πρώτα στέλνεται μια γενική μορφή του καρέ με το πρώτο επίπεδο και μετά αυτό "γεμίζει" με περισσότερες λεπτομέρειες από την αποστολή των υπόλοιπων επιπέδων. Λειτουργεί δηλαδή, όπως το πρότυπο interlaced GIF, δηλαδή με πλέξιμο γραμμών σε διαφορετικά επίπεδα, που αυξάνει την ευκρίνεια και τη σαφήνεια της εικόνας. Όταν το διαθέσιμο bandwidth επαρκεί για την αποστολή των καρέ σε πραγματικό χρόνο, τότε μεταδίδονται ταυτόχρονα όλα τα επίπεδα του τεμαχισμού του καρέ στον video-player. Αν δεν επαρκεί, μεταδίδονται λιγότερα επίπεδα, τα οποία, όμως, εξασφαλίζουν την κίνηση και διατηρούν τον ήχο σε ανεκτά όρια ποιότητας. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει τη χρήση ενός και μοναδικού αρχείου που είναι βελτιστοποιημένο για άριστες συνθήκες μετάδοσης και προσαρμογής σε προδιαγραφές σύνδεσης, ώστε να εργάζεται καλά και με ρυθμό μεταφοράς δεδομένων 14,4 kbps.

4.2 Συμπίεση του ήχου

Η συμπίεση του ήχου επιτυγχάνεται με μεθόδους κωδικοποίησης των δειγμάτων του ήχου ή αφαίρεση της "πλεονάζουσας" πληροφορίας με έξυπνο τρόπο. Οι μέθοδοι συμπίεσης που θα αναπτύξουμε εδώ είναι οι PCM, DPCM, ADPCM, διαμόρφωση Δ, PASC, ATRAC, MP3.

4.2.1 PCM

Η παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation, PCM) είναι περισσότερο μέθοδος κωδικοποίησης των δειγμάτων, παρά μέθοδος συμπίεσης, δηλαδή ο λόγος συμπίεσης είναι 1:1. Το μέγεθος του κώδικα που χρησιμοποιεί είναι συνήθως 8 bit ανά δείγμα, αλλά υπάρχουν και εφαρμογές που χρησιμοποιούν μέχρι 12 bit ανά δείγμα. Το πρώτο ψηφίο δηλώνει την πολικότητα της τάσης του δείγματος. Με 8 bit μπορεί να κωδικοποιήσει 256 διακριτές τιμές, ενώ με 12 bit μπορεί να κωδικοποιήσει 4.096 διακριτές τιμές. Αν οι διακριτές στάθμες κωδικοποίησης του αναλογικού δείγματος έχουν σταθερό σκαλοπάτι κβαντισμού, τότε η μέθοδος ονομάζεται γραμμική PCM (Linear PCM), αν είναι μεταβλητό, τότε ονομάζεται μη γραμμική PCM (Non Linear PCM). Στο ακόλουθο παράδειγμα αναφέρεται ένας απλοϊκός τρόπος κωδικοποίησης κατά Linear PCM με 8 διακριτές στάθμες. Τα δείγματα της δειγματοληψίας του αναλογικού σήματος κβαντίζονται στην πλησιέστερη διακριτή τιμή. Μετά τον κβαντισμό του δείγματος γίνεται η κωδικοποίησή του, δηλαδή η μετατροπή του σε δυαδική τιμή. Αν υποθέσουμε ότι η αναλογική τάση κυμαίνεται από -4 έως 4 Volt, τότε το σκαλοπάτι κβαντισμού είναι 1 Volt.



Σχήμα 4.9 Η κωδικοποίηση PCM

Έτσι, οι τιμές 2,4 και 2,2 Volt κβαντίζονται στα 2 Volt. Επειδή τα δείγματα απαιτούν επεξεργασία πραγματικού χρόνου (real-time processing), τη μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό την αναλαμβάνει ο επεξεργαστής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to Digital Processor ή Converter, ADC). Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί είναι 44,1 kHz.

Η αποκωδικοποίηση ακολουθεί την αντίστροφη διαδικασία μετατροπής του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό δια μέσου ενός μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό (Digital to Analog Converter, DAC). Ο θόρυβος κβαντισμού φιλτράρεται από ένα φίλτρο διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων κάτω από 20 kHz. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος της υπερδειγματοληψίας.

Στην ψηφιακή συμπίεση PCM, για να αυξήσουν το λόγο συμπίεσης, χωρίζουν τα πλάτη των δειγμάτων σε επτά επίπεδα, αφιερώνοντας για τα χαμηλά επίπεδα μικρούς λόγους συμπίεσης και για τα υψηλά μεγάλους λόγους συμπίεσης. Οι λόγοι συμπίεσης αυτοί κυμαίνονται από 1:1 έως 64:1.

4.2.2 Διαφορική PCM (DPCM)

Είναι μια βελτιωμένη μέθοδος PCM. Αντί να αφιερώνονται 8 bits για κάθε κωδικοποιημένο δείγμα, αφιερώνονται 4 που εκφράζουν τη διαφορά πλάτους μεταξύ δυο διαδοχικών δειγμάτων. Έχει παρατηρηθεί ότι οι διαφορές μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων σε κοινά σήματα φωνής δεν είναι μεγάλες και έτσι τα 4 bit είναι αρκετά για να κωδικοποιούν τις μεταβολές μεταξύ των δειγμάτων. Για τον παραπάνω λόγο ονομάστηκε διαφορική. Ο λόγος συμπίεσης είναι της τάξης του 2:1. Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί είναι 44,1 kHz.

4.2.3 Προσαρμοζόμενη DPCM (Adaptive DPCM, ADPCM)

Είναι μια παραλλαγή της DPCM. Τα 4 bits που κωδικοποιούν τις μεταβολές μεταξύ των διαδοχικών δειγμάτων, μπορούν να παριστάνουν μεταβλητό πλάτος αλλαγών. Η ADPCM αποθηκεύει την τιμή του προηγούμενου δείγματος και τη συγκρίνει με εκείνη του επόμενου. Το βάρος των 4 bits αυξάνει, όταν η αλλαγή είναι μεγάλη. Έτσι, ο αριθμός των bits αυξομειώνεται δυναμικά. Το μέσο μέγεθος των bits ανά δείγμα είναι 4 και δίνει λόγο συμπίεσης 4:1. Η ADPCM προσφέρει πολύ καλή ποιότητα φωνής σε χαμηλότερους ρυθμούς δειγματοληψίας. Υπάρχουν παραλλαγές της ADPCM, που χρησιμοποιούν λιγότερα από 4 bits για κωδικοποίηση των δειγμάτων, ώστε να αυξήσουν το λόγο συμπίεσης. Στην περίπτωση αυτή, η ποιότητα της φωνής υφίσταται σημαντική απώλεια. Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί είναι 44,1 kHz.

4.2.4 Διαμόρφωση Δ

Η φιλοσοφία στην οποία βασίζεται η Δ διαμόρφωση είναι ότι το ανθρώπινο αυτί δεν έχει τη δυνατότητα να ξεχωρίζει με ακρίβεια το πλάτος του

ήχου, είναι όμως εξαιρετικά ευαίσθητο στο φάσμα συχνοτήτων. Αν κατορθώσουμε τη συμπίεση ενός ηχητικού σήματος, όπου το φάσμα συχνοτήτων πριν και μετά τη συμπίεση δε θα μεταβάλλεται αισθητά, τότε έχουμε πετύχει το στόχο μας. Η τεχνική που χρησιμοποιεί είναι η έξυπνη κωδικοποίηση των σταθερών τμημάτων του σήματος.

Η Δ διαμόρφωση καταγράφει, αντί για το ακριβές πλάτος των δειγμάτων, τη διαφορά δύο διπλανών δειγμάτων για να πετύχει μικρές τιμές τάσεων, ώστε να χρησιμοποιηθούν λιγότερα bits για την κωδικοποίησή τους. Χρησιμοποιεί συνήθως 1 bit ανά δείγμα, το οποίο δηλώνει αν το πλάτος του επόμενου δείγματος είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από το πλάτος του προηγούμενου του. Ο λόγος συμπίεσης είναι της τάξης 8:1. Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί είναι 44,1 kHz.

4.2.5 PASC

Η μέθοδος PASC (Precision Adaptive Sub-band Coding) βασίζεται κυρίως στην ψυχοακουστική. Για την υλοποίηση του λαμβάνονται υπόψη τρεις παράγοντες:

Το φαινόμενο της ακουστικής σκίασης. Ήχοι που επισκιάζονται δεν είναι απαραίτητο να αποθηκευτούν, επειδή έτσι κι αλλιώς δε θα είναι ακουστοί κατά την αναπαραγωγή του ήχου.

Στη μουσική υπάρχουν ανοιχτά διαστήματα ή διαστήματα σιγής, δηλαδή περιοχές συχνοτήτων ή μεμονωμένες συχνότητες που μια δεδομένη χρονική στιγμή δεν περιλαμβάνονται στο ακουστικό φάσμα. Στα διαστήματα αυτά δεν απαιτείται κωδικοποίηση.

Το σύστημα κωδικοποίησης PASC πετυχαίνει πολύ αποδοτική κωδικοποίηση του ήχου χρησιμοποιώντας μόνο το 1/4 ή και λιγότερο των bits

που χρησιμοποιεί η PCM, δίνοντας ένα λόγο συμπίεσης 4:1. Ο τρόπος κωδικοποίησης της PASC είναι:

Το ακουστικό φάσμα συχνοτήτων χωρίζεται σε 32 ίσες περιοχές συχνοτήτων με τη χρήση ψηφιακών φίλτρων για το διαχωρισμό τους. Κάθε ομάδα χρησιμοποιεί έναν συγκεκριμένο αριθμό bits. Κάποια bits που δε χρησιμοποιούνται από μια περιοχή ανακατανέμονται στις άλλες περιοχές, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια κωδικοποίησης σε όλο το ακουστικό φάσμα.

Ένας αλγόριθμος ψηφιακής επεξεργασίας σήματος μοντελοποιεί το ανθρώπινο ακουστικό σύστημα, αναπροσαρμόζοντας, κάθε φορά, το κατώφλι ακουστότητας. Δείγματα ήχων με ένταση μεγαλύτερη από το αναπροσαρμοζόμενο κατώφλι ακουστότητας κωδικοποιούνται με αυξανόμενη ακρίβεια, ανάλογα με το πλάτος τους. Δείγματα ήχων με ένταση μικρότερη από το αναπροσαρμοζόμενο κατώφλι ακουστότητας απορρίπτονται.

Η συχνότητα δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί είναι 44,1 kHz.

4.2.6 ATRAC

Η μέθοδος συμπίεσης ATRAC (Adaptive Transform Acoustic Coding), δηλαδή ο προσαρμοζόμενος μετασχηματισμός ακουστικής κωδικοποίησης, ανακαλύφθηκε από την εταιρία Sony και χρησιμοποιήθηκε από το mini disc. Η φιλοσοφία συμπίεσης είναι ίδια περίπου με της PASC. Δηλαδή, αφαιρεί ήχους που είναι εκτός του ορίου ακουστικών συχνοτήτων, τους ασθενείς ήχους που είναι κάτω από το κατώφλι ακουστότητας, καθώς επίσης και αυτούς που καλύπτονται από ισχυρότερους ήχους της ίδιας συχνότητας κάνοντας αναπροσαρμογή του κατωφλίου ακουστότητας. Η διαφορά της με την PASC είναι ότι, για το διαχωρισμό των περιοχών, αντί για ψηφιακά φίλτρα χρησιμοποιεί τη μέθοδο της δειγματοληψίας με συχνότητα δειγματοληψίας t

kHz (1000 δείγματα/sec). Το φάσμα συχνοτήτων του αναλογικού σήματος υπολογίζεται από τον ταχύ μετασχηματισμό Fourier (Fast Fourier Transform, FFT). Ο αλγόριθμος αυτός μειώνει το θόρυβο κβαντισμού, μειώνοντας την ακρίβεια ψηφιοποίησης σε περιοχές όπου το ανθρώπινο αυτί δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο. Η ATRAC χωρίζει το φάσμα συχνοτήτων σε 52 περιοχές συχνοτήτων με ανομοιόμορφο τρόπο. Οι περιοχές που βρίσκονται στο φάσμα συχνοτήτων, όπου το αυτί είναι περισσότερο ευαίσθητο (μεσαίες συχνότητες), περιέχουν λιγότερο φάσμα συχνοτήτων, ενώ αυτές που βρίσκονται σε περιοχές, όπου το αυτί είναι λιγότερο ευαίσθητο (χαμηλές και υψηλές) περιέχουν περισσότερο φάσμα συχνοτήτων. Μεγαλύτερη συμπίεση υφίστανται οι περιοχές εκείνες, στις οποίες δε θα δημιουργηθούν αισθητές μεταβολές στην ποιότητα του ήχου και δεν επηρεάζονται οι συχνότητες εκείνες, που θα αλλοιώσουν σημαντικά την ποιότητα του ήχου. Ο λόγος συμπίεσης που πετυχαίνει είναι 5:1.

4.2.7 MACE

Ο MACE (Macintosh Audio Compression and Expansion Codec) χρησιμοποιείται από τους υπολογιστές Macintosh ως ένας γενικής χρήσης codec. Έχει δύο εκδόσεις, τον MACE 3:1 και τον MACE 6:1. Ο πρώτος έχει καλύτερης ποιότητας ήχο από το δεύτερο. Χρησιμοποιείται από τα προγράμματα Video for Windows και Quick Time.

4.2.8 Άλλες μέθοδοι συμπίεσης ήχου

Η μέθοδος CCITT χρησιμοποιεί συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 kHz και 4bit ανά δείγμα και έχει ποιότητα εφάμιλλη της μεθόδου ADPCM και λόγο συμπίεσης 2:1. Η μέθοδος GSM χρησιμοποιεί συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 kHz και 1 bit ανά δείγμα και έχει χαμηλή ποιότητα ήχου και αρκετό θόρυβο. Ο λόγος συμπίεσης είναι της τάξης του 20:1 περίπου. Η μέθοδος SBC (SubBand

Coder) είναι ένας συνδυασμός χωρισμού του φάσματος συχνοτήτων σε περιοχές και εφαρμογής του αλγορίθμου ADPCM σε καθεμιά από αυτές. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται από 8:1 έως 24:1. Η μέθοδος LPC (Linear Predictive SubBand Coder) χρησιμοποιεί το φαινόμενο της ηχητικής σκίασης, χρησιμοποιώντας αλγορίθμους πρόβλεψης της επόμενης μεταβολής του ηχητικού σήματος. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται από 32:1 έως 64:1. Η μέθοδος TrueSpeech χρησιμοποιεί συχνότητα δειγματοληψίας 8 kHz και 1 bit ανά δείγμα και είναι κατάλληλη μόνο για ηχογράφηση φωνής. Ο λόγος συμπίεσης είναι της τάξης των 160:1 περίπου.

Ολοκληρώνοντας τα είδη της συμπίεσης του ήχου, παραθέτουμε ένα συγκεντρωτικό πίνακα με τα βασικά στοιχεία κάθε μεθόδου.

Η σύγκριση γίνεται με πρότυπο την πρώτη καταχώριση της PCM.

Μέθοδος	Δειγματοληψία	Ποιότητα αναπαραγόμενου ήχου	Λόγος συμπίεσης
PCM	44,1 kHz, 16bit stereo	Εξαιρετική	1:1
PCM	44,1 kHz, 24bit stereo	Άριστη	1:1
DPCM	44,1 kHz, 8bit stereo	Καλή	2:1
ADPCM	44,1 kHz, 8bit stereo	Καλή	4:1
Δέλτα	44,1 kHz, 1 bit	Καλή	8:1
PASC	44,1 kHz, stereo	Πολύ καλή	4:1
ATRAC	44,1 kHz, stereo	Πολύ καλή	5:1
CCITT	44,1 kHz, 16bit stereo	Πολύ καλή	2:1
GSM	44,1kHz, 1bit mono	Θορυβώδης	20:1
SBC	44,1 kHz, 8bit stereo	Καλή	8:1 έως 24:1
LPC	44,1 kHz, 8bit stereo	Καλή	32:1 έως 64:1
MACE	44,1 kHz, 8bit stereo	Καλή	3:1 ή 6:1
TrueSpeech	8kHz, 1 bit mono	Μόνο για φωνή	160:1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - Εφαρμόζοντας τις μεθόδους συμπίεσης

Το ερώτημα κλειδί όταν εφαρμόζουμε τεχνικές συμπίεσης - αποσυμπίεσης είναι το πώς θα γίνει ο διαχωρισμός για το βαθμό του υλικού (Hardware) και λογισμικού (Software) που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση με το λιγότερο δυνατό κόστος. Οι περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούν εξειδικευμένους επεξεργαστές video και προγραμματιζόμενους DSPs (programmable Digital Signal Processors). Ωστόσο οι σημερινοί ισχυροί επεξεργαστές αρχιτεκτονικής RISC κάνουν πραγματικότητα και τις λύσεις με λογισμικό (software).

Γενικά μπορούμε να χωρίσουμε τους αλγόριθμους συμπίεσης στις επόμενες κατηγορίες:

- § Λύσεις σε υλικό (Hardware) που μεγιστοποιούν την απόδοση όπως η κάρτα της εταιρίας C cube CL550 στα 35 MHz.
- § Λύσεις με λογισμικό που δίνουν μία ελαστική προσέγγιση στα προβλήματα των πολυμέσων χρησιμοποιώντας τους γενικής χρήσης επεξεργαστές.
- § Υβριδικές λύσεις που χρησιμοποιούν εξειδικευμένους επεξεργαστές video.

Η εταιρία AT&T διάλεξε την τρίτη λύση και δημιούργησε τον κωδικοποιητή AVP 4310E και τον αποκωδικοποιητή AVP 42220D για τις μεθόδους px64 και MPEG. Ο κωδικοποιητής δέχεται ως είσοδο σήμα video με ρυθμό 30 frame/s και διοχετεύει τα δεδομένα με ένα επιλεγόμενο ρυθμό από 40 έως 4 Mbyte/s. Το υλικό υποστηρίζει τις βασικές λειτουργίες του αλγορίθμου, όπως η εκτίμηση κίνησης και η κωδικοποίηση Huffman. Ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει παραμέτρους - κλειδιά, όπως ο ρυθμός των καρτέ, η

καθυστέρηση, ο ρυθμός των bit και η ανάλυση. Ένας προγραμματιζόμενος επεξεργαστής RISC είναι υπεύθυνος για τις λιγότερο σταθερές λειτουργίες.

Ερευνητές στο Πανεπιστήμιο του Berkley έφτιαξαν έναν κωδικοποιητή MPEG σε λογισμικό σε γλώσσα C και για το περιβάλλον των X Windows και ανέλυσαν την απόδοσή του σε διαφορετικές πλατφόρμες υπολογιστών. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι τωρινοί επεξεργαστές RISC των σταθμών εργασίας που βασίζονται στο Λειτουργικό Σύστημα UNIX, όπως π.χ. ο HP750, μπορούν να αποκωδικοποιήσουν μία εικονοσειρά video μεγέθους 320x240 με έναν ρυθμό της τάξης των 10 με 15 frames/sec, το μισό δηλαδή από αυτό που χρησιμοποιείται στη πράξη. Το γκρουπ αυτό αναμένει μία νέα γενιά σταθμών εργασίας που θα είναι ικανοί να παρέχουν αποκωδικοποίηση σε software και σε πραγματικό χρόνο των ψηφιακών δεδομένων video. Ανάλογες λύσεις παρουσιάστηκαν πρόσφατα και για το PC και το περιβάλλον των Windows. Το αποτέλεσμα που βγαίνει από τα διάφορα σχήματα που προτείνονται για στάνταρ είναι σίγουρο ότι δεν βγάζουν κανένα νικητή στον τομέα αυτό των πολυμέσων. Όλοι οι σημερινοί υποψήφιοι είναι πολύ πιθανό να αντιμετωπίσουν το σκληρό ανταγωνισμό που θα έρθει από τις καινούργιες τεχνολογίες συμπίεσης που προτείνονται σήμερα και δεν είναι άλλες απ' αυτές που στηρίζονται στα κυματίδια (wavelets) και τα fractals. Οι τεχνικές αυτές θα προσφέρουν πολύ υψηλότερα επίπεδα συμπίεσης για την ίδια ποιότητα εικόνων. Προς την κατεύθυνση αυτή κινούνται σήμερα και οι εταιρείες όπως η IBM, η Microsoft και η Apple, οι οποίες υπόσχονται να προσαρμόσουν τις νέες τεχνικές στα μελλοντικά συστήματά τους. Έτσι η Microsoft απέκτησε τα δικαιώματα να συμπεριλάβει στη μελλοντική της έκδοση του Video for Windows την τεχνολογία των fractal από την εταιρεία Iterated Systems.

5.1 Software codecs

Indeo for Windows

Αναπτύχθηκε από την εταιρία Intel και υποστηρίζει το DVI. Χρησιμοποιεί συμπίεση Interframe και συνήθως είναι ενσωματωμένος στο πρόγραμμα Video for Windows. Η νέα του έκδοση υποστηρίζει τη wavelet συμπίεση. Σε συνεργασία με την κάρτα γραφικών πετυχαίνει συμπίεση σε πραγματικό χρόνο. Υποστηρίζει τις πλατφόρμες PC και Macintosh.

Intel Indeo 5.03

Χρησιμοποιείται σε βίντεο που διανέμεται στο διαδίκτυο και σε Η/Υ με επεξεργαστή Pentium MMX ή νεότερο. Τα χαρακτηριστικά του είναι η γρήγορη συμπίεση, εύκολος έλεγχος των keyframes, το chroma keying (διαφάνεια), τα εφέ αναπαραγωγής και μια μέθοδος κοπής (on-the-fly cropping) που μειώνει τη φόρτωση των δεδομένων. Έτσι, κάνει βαθμιαία μεταφορά κατά το download και τα προσαρμόζει σε δίκτυο με διαφορετικό εύρος ζώνης. Η πλήρης χρήση αυτών των χαρακτηριστικών απαιτεί βοηθητικό λογισμικό, που διατίθεται ξεχωριστά από την εταιρία Intel. Αυτός ο codec σχεδιάστηκε για να συνεργάζεται με τον Intel Audio software codec, ο οποίος πετυχαίνει λόγο συμπίεσης της τάξης 8:1.

Intel Indeo Video interactive

Είναι παρόμοιος με τον προηγούμενο. Αυτός υποστηρίζει ταινίες πολλαπλών εκδόσεων (multiple version), διαφάνειες και εφέ αναπαραγωγής. Η πλήρης χρήση αυτών των χαρακτηριστικών απαιτεί βοηθητικό λογισμικό που διατίθεται ξεχωριστά από την εταιρία Intel.

Intel Indeo Video R11

Χρησιμοποιείται για ψηφιοποίηση ασυμπίεστου βίντεο από κάρτες ψηφιοποίησης της Intel. Αυτός μας προμηθεύει με μια εξαιρετικής ποιότητας εικόνα, επειδή είναι ασυμπίεστη. Καμιά φορά, τα αρχεία του ψηφιοποιημένου

βίντεο είναι μικρότερα από εκείνα που ψηφιοποιούν με κάποια επιλογή, επειδή το χρωματικό μοντέλο RGB μετατρέπεται στο μοντέλο YUV.

Intel Indeo Video R3.2

Είναι χρήσιμος για συμπίεση βίντεο 24 bit, για τα CD-ROM ή για διακίνηση αρχείων στο διαδίκτυο. Αυτός ο codec πετυχαίνει υψηλότερους λόγους συμπίεσης, καλύτερη ποιότητα εικόνας, και μεγαλύτερες ταχύτητες αναπαραγωγής βίντεο από τον Microsoft Video 1. Για καλύτερα αποτελέσματα τον χρησιμοποιούμε σε ακατέργαστες πηγές δεδομένων, οι οποίες δεν έχουν συμπεσθεί προηγουμένως με ένα υψηλά απωλεστικό συμπιεστή. Όταν χρησιμοποιείται με ρυθμούς δεδομένων του επιπέδου αναπαραγωγής, τότε αναπαράγει βίντεο καλύτερης ποιότητας από εκείνες που συμπίεστηκαν με τον Cinepak.

Microsoft RLE

Χρησιμοποιείται σε συμπιεσμένα καρτέ, τα οποία περιέχουν μεγάλες περιοχές από επίπεδο χρώμα, όπως είναι των cartoon animation. Χρησιμοποιεί κωδικοποίηση RLE των 8 bit.

Microsoft Video 1

Αναπτύχθηκε από την εταιρία Media Vision και συμπεριλαμβάνεται στο πρόγραμμα Video for Windows. Παράγει χαμηλής ποιότητας βίντεο. Υποστηρίζει κωδικοποίηση των 8, 16 και 24 bits.

Cinepak

Αναπτύχθηκε από τη Radius και χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα Quick Time for Windows. Είναι ένας ασύμμετρος codec, που προσφέρει μεγάλους λόγους συμπίεσης και υψηλής ποιότητας βίντεο, χρησιμοποιώντας τη διανυσματική συμπίεση.

Είναι χρήσιμος για συμπίεση βίντεο 24 bit, για τα CD-ROM ή για διακίνηση αρχείων στο διαδίκτυο. Δίνει υψηλούς λόγους συμπίεσης και μεγάλες

ταχύτητες αναπαραγωγής από τους άλλους video codecs. Ο μέσος λόγος συμπίεσης είναι της τάξης 6:1. Επίσης, μπορούμε να ρυθμίσουμε τη ροή των δεδομένων κατά την αναπαραγωγή. Όμως, η ποιότητα της εικόνας μειώνεται σημαντικά για ρυθμούς κάτω από 30 Kbps. Λόγω της ασυμμετρίας είναι κατάλληλος μόνο για αναπαραγωγή βίντεο, χωρίς την απαίτηση υλικού.

Sorenson Video

Είναι και αυτός, όπως ο Cinepak, χρήσιμος για συμπίεση βίντεο 24 bit, για τα CD-ROM ή για διακίνηση αρχείων στο διαδίκτυο. Λειτουργεί παρόμοια με τον Cinepak και σχεδιάστηκε για υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων και κάτω από 200 Kbps. Δίνει καλύτερη ποιότητα εικόνας και μικρότερα αρχεία από τον Cinepac, αλλά απαιτεί περισσότερο χρόνο συμπίεσης από τον Cinepak.

Animation codec

Χρησιμοποιείται σε βίντεο, όπου έχουν μεγάλη περιοχή επίπεδου χρώματος (flat colour), όπως είναι το cartoon animation. Τα ρυθμιστικά του δίνουν μια συμπίεση με ποιότητα 100% χωρίς απώλεια των δεδομένων. Αυτός περιλαμβάνει έναν αλγόριθμο συμπίεσης της εταιρίας Apple που βασίζεται στην RLE κωδικοποίηση. Η ρύθμιση της συμπίεσης χωρίς απώλειες είναι χρήσιμες για αποθήκευση καρέ με τίτλους και άλλα κινούμενα γραφικά.

5.2 Λογισμικό για αναπαραγωγή

Αυτό επιτρέπει στα PC να αναπαράγουν βίντεο, χωρίς πρόσθετο υλικό. Τα πιο γνωστά είναι το Video for Windows και το Quick Time for Windows και για Macintosh.

Video for Windows

Αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Η αρχική του ανάλυση πλαισίου ήταν 160x120 εικονοστοιχείων (1/16 της οθόνης). Η Microsoft, κατόπιν αδείας από

την Apple Computer, ενσωμάτωσε τον Cinerac και πέτυχε ανάλυση 320x240 (1/4 της οθόνης) στα 15 fps. Αναπαράγει αρχεία με μορφή AVI (Audio Video Interleaved).

Quick Time for Windows

Αναπτύχθηκε από την Apple Computer. Τα χαρακτηριστικά του είναι: ανάλυση πλαισίου 320x240 (1/4 της οθόνης) στα 15 fps, για πλατφόρμες PC και Macintosh. Το αναπαραγόμενο βίντεο είναι γεμάτο κόκκους (grainy) και ο ήχος έχει την ποιότητα των ραδιοφώνων AM (mono, 8 bits/δείγμα, συχνότητα δειγματοληψίας 22 kHz). Αναπαράγει αρχεία με μορφή MOV.

Τελειώνοντας την περιγραφή των μεθόδων συμπίεσης εικόνας και βίντεο, παραθέτουμε έναν συγκεντρωτικό πίνακα.

Πίνακας 5.1

Μέθοδος	Λόγος συμπίεσης	μορφή
LRE	10:1	RLE
HUFFMAN	3:1	-
DCT	10:1	-
JPEG	10:1	JPG
M-JPEG	10:1	MJPG
MPEG	45:1	MPG
FRACTAL	> 1.000:1	FIF

5.3 Η Τεχνολογία DVI (Digital Video Interactive)

Digital Video Interactive (DVI) είναι το όνομα μιας από τις πρώτες τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν στον χώρο των υπολογιστών, οι οποίες είχαν σαν σκοπό το συνδυασμό του ήχου και του video και της αλληλεπίδρασης του

χρήστη σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα. Βασικά, λοιπόν, το DVI είναι μια τεχνολογία από επεξεργαστές video και το συνοδευόν λογισμικό που επιτρέπει στους κατασκευαστές υπολογιστών να την ενσωματώσουν σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα ικανή να χειριστεί τα βασικά στοιχεία των εφαρμογών πολυμέσων.

Η τεχνολογία DVI άρχισε να αναπτύσσεται το 1982 από την Εταιρεία RCA Corp. στο New Jersey των ΗΠΑ, με τη συμμετοχή μετά από λίγο της General Electric. Το 1988, η Intel αγόρασε το DVI από τις δύο προαναφερόμενες εταιρείες και άρχισε την ανάπτυξη της τεχνολογίας DVI στον τομέα των επεξεργαστών video, των cartoons και συστημάτων λογισμικού. Το Μάρτιο του 1989, η IBM έριξε το δικό της ειδικό βάρος σε αυτή την προσπάθεια που βρήκε ανταπόκριση, μεταξύ άλλων, από τη Matsushita στην Άπω Ανατολή και από την Olivetti στην Ευρώπη.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της τεχνολογίας DVI είναι το γεγονός ότι είναι ευρέως ανεξάρτητη από την πλατφόρμα του υπολογιστικού συστήματος που θα χρησιμοποιηθεί. Το προϊόν είναι ένα προγραμματιζόμενο, με τη βοήθεια του αντίστοιχου λογισμικού, chip, που μπορεί να εγκατασταθεί σε μια ποικιλία από υπολογιστικά συστήματα και όχι σε ένα μοναδικό σύστημα. Το chip μπορεί να προσαρμόζεται στις αναβαθμίσεις της τεχνολογίας χωρίς να απαιτεί επιπρόσθετο υλικό, πράγμα που με δεδομένη τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας αποτελεί ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα της τεχνολογίας DVI.

Με δεδομένο ότι η τεχνολογία DVI αναπτύχθηκε πριν εμφανιστούν οι εργασίες των JPEG και MPEG, γίνεται κατανοητό γιατί προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας δικής της σειράς αλγορίθμων στους τομείς συμπίεσης - αποσυμπίεσης των δεδομένων και ποιότητας της εικόνας. Τα τρία σημαντικότερα επίπεδα επεξεργασίας της τεχνολογίας DVI είναι:

- § Picture Image Compression (PIC), στο οποίο υποστηρίζεται συμπίεση και αποσυμπίεση ακίνητων εικόνων σε πραγματικό χρόνο με λόγο 150:1.

§ Real Time Video (RTV), στο οποίο υποστηρίζεται συμπίεση και αποσυμπίεση full-motion, full-screen video σε πραγματικό χρόνο, αλλά σε επίπεδο ποιότητας χαμηλότερο από αυτό του VHS.

§ Production Level Video (PLV), στο οποίο υποστηρίζεται αποσυμπίεση full-motion, full-screen video σε πραγματικό χρόνο, σε επίπεδο ποιότητας ανάλογο του VHS.

Όπως ήδη προαναφέρθηκε, η τεχνολογία DVI είναι ανεξάρτητη από το υπολογιστικό σύστημα που χρησιμοποιείται. Κατ' αρχήν, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι υπολογιστές της σειράς PS/2 της IBM με επεξεργαστές 286 ή 386 και Λειτουργικό Σύστημα MS-DOS για την εφαρμογή της καινούριας τεχνολογίας. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν εκδόσεις του DVI για να τρέχουν σε διαφορετικά υπολογιστικά περιβάλλοντα όπως OS/2, UNIX, Windows και Macintosh της Apple.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία DVI, για τη συγγραφή μιας εφαρμογής πολυμέσων απαιτούνται δύο κάρτες. Η ActionMedia Capture Board που κάνει ψηφιοποίηση και συμπίεση οπτικοακουστικών δεδομένων στο σκληρό δίσκο του υπολογιστή και η ActionMedia Delivery Board που αποσυμπιέζει τα δεδομένα και τα προωθεί σε DVI μορφή, από το σκληρό δίσκο ή από οποιοδήποτε άλλο μέσο αποθήκευσης προς την ΚΜΕ του υπολογιστή. Από τις δύο κάρτες, μόνο η δεύτερη απαιτείται στην περίπτωση ενός υπολογιστικού συστήματος προορισμένου να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση μόνο κάποιας εφαρμογής που έχει ήδη δημιουργηθεί βασισμένη στην τεχνολογία DVI.

Η τεχνολογία DVI συνδυάζεται με τη χρήση τόσο σκληρών, όσο και οπτικών δίσκων, σαν αποθηκευτικά μέσα. Ενδεικτικά, σε ένα απλό Compact Disc, χρησιμοποιώντας τεχνολογία DVI, μπορούν να αποθηκευτούν 72 λεπτά video χαμηλής ανάλυσης ή 7000 εικόνες υψηλής ανάλυσης. Η συλλογή των οπτικοακουστικών δεδομένων μπορεί να γίνει από μία βιντεοκάμερα, από την τηλεόραση, από VideoDisc, από μικρόφωνο, από κασέτα ή και από CD.

Η τεχνολογία DVI έχει πολλές ενδιαφέρουσες και δυναμικές χρήσεις. Επειδή τα οπτικοακουστικά δεδομένα συμπιέζονται, οι πληροφορίες μπορούν να ταξιδεύουν μέσω δικτύων και τηλεφωνικών γραμμών και να αποσυμπιέζονται στον τόπο άφιξης σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας έτσι ιδανικές συνθήκες teleconference. Επίσης, η τεχνολογία DVI ενδείκνυται στις περιπτώσεις εφαρμογών πολυμέσων, σε τομείς όπως η εκπαίδευση και η επιμόρφωση, παρουσίαση πωλήσεων και δημόσια σημεία παροχής πληροφοριών.

5.4 Συμπίεση και Internet

Τα τελευταία χρόνια, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την εξάπλωση του διαδικτύου, όλο και περισσότεροι χρήστες γίνονται συνδρομητές στο Internet με σκοπό να γευθούν τις υπηρεσίες που παρέχονται. Είναι γεγονός ότι ο Η/Υ σε συνδυασμό με το Internet τείνει να αντικαταστήσει σε πολλά σπίτια τις υπόλοιπες συσκευές ψυχαγωγίας. Τηλεόραση, ραδιοφωνικοί σταθμοί, DVD, mp3, όλα πλέον αναπαράγονται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ένας τομέας που έπαιξε μεγάλο ρόλο σε αυτό το επίτευγμα είναι η συμπίεση των πολυμέσων. Οι υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται την εξέλιξη της συμπίεσης και που παρέχει το διαδίκτυο είναι οι εξής;

- **Video streaming**
- **On-line radio**
- **VoIP**
- **Downloading**

5.5 Η επανάσταση του MP3

Τι Εστί MP3;

Κατ' αρχάς, το MP3 είναι ένα αρχείο υπολογιστή που μπορούμε να το αποθηκεύσουμε στο σκληρό μας δίσκο, όπως κάνουμε με όλα μας τα αρχεία, τα έγγραφα, τις εικόνες κ.λπ. Όπως κάθε αρχείο υπολογιστή περιέχει κάτι, έτσι και το συγκεκριμένο αρχείο περιέχει ήχο. Πρόκειται λοιπόν για ένα αρχείο ήχου. Τα κλασικά αρχεία ήχου στα Windows είναι τα WAV, αυτό όμως δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και άλλα (και για τις φωτογραφίες το ίδιο ισχύει: ο βασικός τύπος αρχείου εικόνας στα Windows είναι ο BMP, αλλά υπάρχουν και πολυάριθμοι άλλοι τύποι, όπως το JPG και το GIF).

Εφόσον το MP3 είναι αρχείο ήχου, εάν το ανοίξουμε πρέπει να ακούσουμε ήχο. Φυσικά, για να συμβεί αυτό, πρέπει να διαθέτουμε κάποιο πρόγραμμα που το ανοίγει. Το βασικό πρόγραμμα που ανοίγει αρχεία MP3 λέγεται MP3 Player (πρόγραμμα αναπαραγωγής MP3). Με την εξέλιξη των πραγμάτων, τη δυνατότητα να ανοίγουν αρχεία MP3 την ενσωμάτωσαν πάρα πολλά προγράμματα, ιδιαίτερα αυτά που ασχολούνται με την αναπαραγωγή πολυμέσων. Κλασικό παράδειγμα είναι το ενσωματωμένο στα Windows πρόγραμμα αναπαραγωγής πολυμέσων, ο Windows Media Player, ο οποίος από την έκδοση 5.2 ανοίγει και αρχεία MP3. Ανοίγοντας ένα αρχείο MP3, ακούμε τους ήχους που περιέχει. Μπορεί να είναι κάθε είδους ήχος, αλλά συνήθως είναι τραγούδια. Και γιατί, θα αναρωτηθεί κανείς, πρέπει να αποθηκεύουμε τα τραγούδια μας σε αρχεία MP3, ενώ μπορούμε να κάνουμε το ίδιο χρησιμοποιώντας τον στάνταρτ τύπο αρχείων ήχου των Windows, το WAV; Διότι απλούστατα τα αρχεία MP3 είναι πολύ μικρότερα από τα WAV. Ένα τρίλεπτο τραγούδι αποθηκευμένο σε WAV έχει μέγεθος αρχείου που ξεπερνά τα 30MB, ενώ το ίδιο τραγούδι αποθηκευμένο σε MP3 δεν φτάνει ούτε τα 3MB! Όπως είπαμε, αυτή η διαφορά στο μέγεθος των αρχείων οφείλεται στη συμπίεση των δεδομένων που γίνεται κατά τη μετατροπή ενός αρχείου ήχου σε αρχείο

MP3. Η συμπίεση αυτή βασίζεται σε έναν πολύπλοκο αλγόριθμο, τον MPEG-Layer 3, από τον οποίο πήραν το όνομά τους τα αρχεία MP3 (MPEG-Layer 3).

Το MPEG-Layer 3 είναι ένας απωλεστικός αλγόριθμος συμπίεσης που αναπτύχθηκε από το γερμανικό ερευνητικό ινστιτούτο Fraunhofer-IIS σε συνεργασία με το επίσης γερμανικό Πανεπιστήμιο Erlangen και εταιρείες όπως οι Thomson Multimedia, CNET και AT&T (απωλεστικός αλγόριθμος συμπίεσης είναι αυτός ο οποίος κατά τη διαδικασία της συμπίεσης χάνει για πάντα κάποιο μέρος της πληροφορίας). Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος εκμεταλλεύεται μια ιδιαιτερότητα της ανθρώπινης ακοής, η οποία ονομάζεται ακουστική σκίαση. Ακουστική σκίαση είναι η δυναμική μεταβολή του κατώφλιου ακουστότητας της ακοής μας ανάλογα με το συχνотικό περιεχόμενο του ήχου που ακούγεται. Κατώφλι ακουστότητας είναι η ελάχιστη ένταση που πρέπει να έχει ένας ήχος για να τον ακούσουμε. Για κάθε συχνότητα του ακουστικού φάσματος, το κατώφλι ακουστότητας είναι διαφορετικό και, όπως είπαμε, μεταβάλλεται δυναμικά, καθώς επηρεάζεται και από τις υπόλοιπες συχνότητες που υπάρχουν στον ήχο που ακούμε. Η ένταση του ήχου που φτάνει στα αφτιά μας μετρείται σε db SPL (Decibel Sound Pressure Level). Έχουμε δημιουργήσει μια κλίμακα έντασης ήχων, στην οποία ως 0 έχουμε βάλει τον πιο αδύναμο ήχο που μπορεί να ακούσει ένα φυσιολογικό αφτί στη συχνότητα του 1 KHz. Αυτό είναι το κατώφλι ακουστότητας για τη συγκεκριμένη συχνότητα. Το κατώφλι αυτό όμως μεταβάλλεται δυναμικά, ανάλογα και με τις άλλες συχνότητες που υπάρχουν στον ήχο που ακούμε εκείνη τη στιγμή. Μπορεί, δηλαδή, όταν υπάρχουν και άλλες συχνότητες στον ήχο που ακούμε τη δεδομένη στιγμή, το κατώφλι ακουστότητας στο 1 KHz να μην είναι 0 αλλά 2 dB SPL. Το ίδιο, φυσικά, ισχύει για όλες τις συχνότητες που ακούει το ανθρώπινο αφτί. Η περίπλοκη αυτή συμπεριφορά του αφτιού έχει μετρηθεί και έχει καταγραφεί από τους επιστήμονες, οι οποίοι με τον τρόπο αυτό δημιούργησαν ένα ψυχοακουστικό μοντέλο.

Κατά την κωδικοποίηση σε MP3, σε κάθε ψηφιακό δείγμα του πρωτότυπου ήχου το συχνοτικό φάσμα χωρίζεται σε 576 περιοχές και με τη χρήση του ψυχοακουστικού μοντέλου της ακοής υπολογίζεται το κατώφλι ακουστότητας για κάθε περιοχή τη δεδομένη στιγμή. Οι πληροφορίες περιεχομένου για ήχους που έχουν ένταση κάτω από το κατώφλι ακουστότητας απορρίπτονται, αφού δεν τους ακούμε ούτως ή άλλως. Έτσι, αφού μειώνονται οι πληροφορίες, μειώνεται και το μέγεθος του αρχείου. Αυτή είναι η βασική αρχή του MPEG - Layer 3. Η διαδικασία της κωδικοποίησης είναι στην πραγματικότητα πιο πολύπλοκη, προκειμένου να λυθούν τα προβλήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή του αλγορίθμου αλλά και από την επίτευξη μεγαλύτερης συμπίεσης. Για παράδειγμα, κατά τη συμπίεση τα διαθέσιμα bit μοιράζονται σε καθεμία από τις 576 περιοχές ανάλογα με τις ανάγκες της, ενώ ακολουθεί και νέα συμπίεση κατά Huffman για να μειωθεί η κανονικότητα των δεδομένων (εντροπιακή κωδικοποίηση). Για τις δύσκολες περιπτώσεις, όπου τα διαθέσιμα bit δεν επαρκούν για τη σωστή κωδικοποίηση, υπάρχουν και κάποια bit εφεδρείας.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των αρχείων MP3 είναι ότι δεν έχουν όλα την ίδια συμπίεση. Μπορούμε εμείς να καθορίσουμε το ποσοστό συμπίεσης που θα έχει κάθε αρχείο. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό συμπίεσης, τόσο μικρότερο θα είναι το αρχείο. Βέβαια, όσο περισσότερο συμπιέζουμε ένα αρχείο, τόσο περισσότερη πληροφορία χάνουμε, με αποτέλεσμα να αρχίζει να επηρεάζεται η ποιότητα του ήχου. Το μέγεθος της συμπίεσης που εφαρμόζουμε μετριέται σε kbps (Kbit ανά δευτερόλεπτο), δηλαδή σε ρυθμό ροής δεδομένων και όχι σε ποσοστό ή λόγο συμπίεσης. Μπορούμε, όμως, εύκολα να εξαγάγουμε και το ποσοστό ή το λόγο συμπίεσης, αφού γνωρίζουμε ότι ο ρυθμός ροής δεδομένων του ασυμπίεστου ήχου είναι 1360 kbps.

Η πιο διαδεδομένη συμπίεση είναι αυτή των 128 kbps, η οποία μας δίνει λόγο συμπίεσης λίγο πιο πάνω από το 1 προς 10, για την ακρίβεια

1360:128 = 10,625. Μπορούμε να την αυξήσουμε, κάτω όμως από τα 96 kbps (δηλαδή συμπίεση 1:14) ο ήχος αρχίζει να χαλάει σημαντικά, ή να τη μειώσουμε με αντίστοιχη αύξηση του μεγέθους του αρχείου MP3 και σχετικά μικρή έως ανεπαίσθητη βελτίωση του ήχου.

Εκτός του MPEG - Layer 3, υπάρχουν και τα MPEG - Layer 1 και MPEG - Layer 2, τα οποία είναι προγενέστερα και βασίζονται και αυτά στο ίδιο ψυχοακουστικό φαινόμενο της ακουστικής σκίασης. Οι δύο πρόγονοι του MP3 εφαρμόζουν λιγότερο πολύπλοκους αλγόριθμους με τον ίδιο μεν μηχανισμό αλλά με μοίρασμα του συχνοτικού φάσματος σε 32 περιοχές και χωρίς συμπίεση κατά Huffman και εφεδρικά bit, με αποτέλεσμα να πετυχαίνουν μικρότερη συμπίεση.

5.6 Ετικέτες Συμπίεσης

Η συμπίεση των δεδομένων είναι σχεδόν απαραίτητη όταν δουλεύουμε με μεγάλες εικόνες. Το πρωτόκολλο TIFF υποστηρίζει αρκετούς αλγορίθμους συμπίεσης δεδομένων. Εκτός από τους αλγορίθμους αυτούς, όμως, έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται αρκετοί ιδιωτικοί αλγόριθμοι, πολλοί από τους οποίους φυλάγονται μυστικοί από τους δημιουργούς τους. Περισσότερες πληροφορίες για τους αλγορίθμους συμπίεσης θα βρείτε σε επόμενη ενότητα.

1. ΕΤΙΚΕΤΑ " ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ "

ΟΝΟΜΑ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: Compression

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: 259 (103 h)

ΤΥΠΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: Short

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ: 0 .. 65535

Η ετικέτα αυτή μας πληροφορεί για τον αλγόριθμο με τον οποίο συμπίεστηκαν τα δεδομένα της εικόνας. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι

συμπιέζονται μόνο τα δεδομένα της εικόνας και όχι τα υπόλοιπα τμήματα του αρχείου TIFF (επικεφαλίδα, κατάλογοι). Οι τιμές με τις οποίες συναντάται συνήθως η ετικέτα αυτή σχολιάζονται πιο κάτω:

ΤΙΜΗ "1": Δεν έχουμε συμπίεση των δεδομένων. Τα δεδομένα συμπυκνώνονται σε BYTE σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ετικετών "ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΣΕ BYTE" (FillOrder) και "ΤΡΟΠΟΣ ΦΥΛΑΞΗΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ" (PlanarConfiguration). Στο τέλος κάθε σειράς της εικόνας, συμπληρώνουμε αυθαίρετα (τυχαία) δεδομένα μέχρι να φτάσουμε στα όρια του τελευταίου BYTE. Αν ο αριθμός των BIT ανά δείγμα είναι μεγαλύτερος από 8, τότε τα δεδομένα αποθηκεύονται ανά 16 ή 2 BIT. Αν τα BIT ανά δείγμα είναι περισσότερα από 8 και λιγότερα ή ίσα με 16 τότε τα δεδομένα αποθηκεύονται ανά 2 BYTE. Αν τα BIT ανά δείγμα είναι περισσότερα από 16 και λιγότερα ή ίσα με 32 τότε τα δεδομένα αποθηκεύονται ανά 4 BYTE. Η διάταξη των BYTE αυτών εξαρτάται από το αν μορφοποιούμε τα δεδομένα σύμφωνα με τα πρότυπα της INTEL ή της MOTOROLA. Όταν δεν χρησιμοποιούμε τεχνικές συμπίεσης δεδομένων, δεν είναι υποχρεωτικό να στριμώχνουμε τα δεδομένα συμπληρώνοντας τα κενά BIT όταν σχηματίζουμε τα BYTE (όπως καθορίζει η ετικέτα "ΤΡΟΠΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΣΕ BYTE"). Το πιο πάνω είναι δυνατόν να επιτευχθεί δίνοντας τις κατάλληλες τιμές στις ετικέτες "BIT ΑΝΑ ΔΕΙΓΜΑ", "ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ", "ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ". Για παράδειγμα, έστω ότι έχουμε μία εικόνα που χρειάζεται 6 BIT ανά δείγμα για να περιγραφεί. Για να μην στριμώξουμε τα δεδομένα, αρκεί να δώσουμε στις πιο πάνω ετικέτες τις εξής τιμές: "BIT ΑΝΑ ΔΕΙΓΜΑ" = 8 (παρά το ότι η πραγματική τιμή είναι 6), "ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ" = 0, "ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ" = 64 ($2^6 = 64$).

Άρα πρέπει να διαβάζουμε με προσοχή τις πιο πάνω ετικέτες, ώστε να είμαστε σε θέση να ξέρουμε τον τρόπο με τον οποίο αποθηκεύονται τα δεδομένα.

ΤΙΜΗ "2": Συμπύεση δεδομένων με τον τροποποιημένο αλγόριθμο CCITT/3 1-D. Ο αλγόριθμος αυτός είναι όμοιος με τον CCITT/3 1-D, με τη διαφορά ότι δεν χρησιμοποιούνται χαρακτήρες τερματισμού και ότι κάθε σειρά στοιχείων εικόνας συμπιέζεται ανεξάρτητα.

Ακολουθούν δύο τιμές που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα όταν θέλουμε να μεταφέρουμε την εικόνα με FAX. Οι τιμές αυτές καλό θα ήταν να μην χρησιμοποιούνται όταν θέλουμε συμβατότητα με επιτραπέζια εκδοτικά συστήματα.

ΤΙΜΗ "3": Συμπύεση με τον αλγόριθμο CCITT GROUP 3. Με τον αλγόριθμο αυτό, τα δεδομένα αποθηκεύονται σαν BYTE και όχι σαν 16 BIT και χρησιμοποιούνται χαρακτήρες τερματισμού για να είναι δυνατή η μεταφορά μέσω FAX. Τέλος, οι γραμμές εικόνας που δεν είναι ταυτόχρονα και αρχή λουρίδας δεδομένων, δεν είναι απαραίτητο να ξεκινούν από την αρχή ενός BYTE από την στιγμή που χρησιμοποιούνται χαρακτήρες τερματισμού.

ΤΙΜΗ "4": Συμπύεση με τον αλγόριθμο CCITT GROUP 4. Ο αλγόριθμος αυτός είναι παρόμοιος με τον πιο πάνω.

ΤΙΜΗ "5": Συμπύεση με τον αλγόριθμο LZW. Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται για τη συμπύεση εικόνων με αποχρώσεις του γκρι και για συμπύεση έγχρωμων εικόνων.

Οι τιμές που δίνουν οι περισσότεροι ιδιωτικοί αλγόριθμοι στην ετικέτα αυτή βρίσκονται μεταξύ του 32768 και 65535. Αν η τιμή που θα διαβάσουμε δεν ξέρουμε σε ποιον αλγόριθμο αντιστοιχεί, τότε θα πρέπει να απορρίψουμε το συγκεκριμένο αρχείο. Παρακάτω αναφέρουμε δύο ιδιωτικούς αλγορίθμους συμπύεσης που έγιναν γνωστοί.

ΤΙΜΗ "32771": Έχουμε και εδώ συμπύεση των δεδομένων που μοιάζει με αυτή που έχουμε για την τιμή "1", με τη διαφορά ότι κάθε καινούργια σειρά της

εικόνας ξεκινάει όχι από τα όρια του επόμενου BYTE, αλλά από τα όρια του μεθεπόμενου.

ΤΙΜΗ "32773": Έχουμε συμπίεση με τον αλγόριθμο PackBits, περισσότερες πληροφορίες για τον οποίο μπορούμε να βρούμε σε επόμενες ενότητες.

2. ΕΤΙΚΕΤΑ " ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ CCITT GROUP 3 "

ΟΝΟΜΑ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: Group3Options

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: 292 (124 h)

ΤΥΠΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: Long

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1

Μπορούμε να θεωρήσουμε την ετικέτα αυτή σαν έναν 32 BIT καταχωρητή, σε όλα τα αχρησιμοποίητα BIT του οποίου θέτουμε τιμή "0". Σαν BIT νούμερο 0 θεωρούμε το BIT χαμηλότερης τάξης. Οι περισσότερες εφαρμογές που ασχολούνται με αρχεία TIFF δεν χρησιμοποιούν την ετικέτα αυτή, αλλά θεωρούν εξ ορισμού ότι όλα τα BIT έχουν τιμή "0". Ακολουθούν οι πληροφορίες που παρέχει κάθε BIT:

BIT 0: Έχει τιμή "0" για τη συνηθισμένη μονοδιάστατη κωδικοποίηση. Έχει την τιμή "1" όταν χρησιμοποιούμε κωδικοποίηση δύο διαστάσεων. Περισσότερες πληροφορίες για τους αλγόριθμους αυτούς θα πρέπει να αναζητηθούν στα ειδικά έντυπα που αναφέρονται στα πρωτόκολλα CCITT.

BIT 1: Έχει τιμή "1" μόνο όταν είμαστε σε κατάσταση αποσυμπίεσης.

BIT 2: Έχει τιμή "1" μόνο όταν προσθέτουμε BIT πριν από τον κωδικό EOL (End Of Line), έτσι ώστε ο κωδικός αυτός να τελειώνει πάντα στα όρια κάποιου BYTE.

3. ΕΤΙΚΕΤΑ " ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ CCITT GROUP 4 "

ΟΝΟΜΑ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: Group4Options

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: 293 (125 h)

ΤΥΠΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: Long

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1

Μπορούμε να θεωρήσουμε την ετικέτα αυτή σαν έναν 32 BIT καταχωρητή, σε όλα τα αχρησιμοποίητα BIT του οποίου θέτουμε τιμή "0". Σαν BIT νούμερο 0 θεωρούμε το BIT χαμηλότερης τάξης. Οι περισσότερες εφαρμογές που ασχολούνται με αρχεία TIFF δεν χρησιμοποιούν την ετικέτα αυτή, αλλά θεωρούν εξ ορισμού ότι όλα τα BIT έχουν τιμή "0". Στον αλγόριθμο αυτό, δηλαδή, όταν έχουμε δισδιάστατη κωδικοποίηση, κάθε λουρίδα δεδομένων κωδικοποιείται σαν ξεχωριστή εικόνα. Ακολουθούν οι πληροφορίες που παρέχει κάθε BIT.

BIT "0": Δεν χρησιμοποιείται.

BIT "1": Έχει τιμή "1" μόνο όταν είμαστε σε κατάσταση αποσυμπίεσης.

4. ΕΤΙΚΕΤΑ " ΠΡΟΒΛΕΨΗ "

ΟΝΟΜΑ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: Predictor

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΤΙΚΕΤΑΣ: 317 (13D h)

ΤΥΠΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: Short

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ: 1

ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ: 0 .. 65535

Η ετικέτα αυτή χρησιμοποιείται μόνο αν τα δεδομένα της εικόνας συμπιέζονται με τον αλγόριθμο LZW (πράγμα που σημαίνει ότι η ετικέτα "ΣΥΜΠΙΕΣΗ" θα έχει τιμή "5"). Αν η τιμή της ετικέτας είναι "1", τότε δεν χρησιμοποιείται σχέδιο πρόβλεψης πριν την κωδικοποίηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Οδηγός πρακτικής εφαρμογής

Ο υπολογιστής είναι γνωστό πως λειτουργεί στη βάση της διαχείρισης αρχείων και δεδομένων. Στην αρχιτεκτονική της πληροφορικής έχουν καθιερωθεί κάποια πρότυπα αρχείων, έτσι ώστε ο υπολογιστής, με βάση το Λειτουργικό του Σύστημα, να μπορεί να «τρέχει» τα αρχεία αυτά. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν διάφορα φορμά αρχείων με τη δική τους επέκταση, ώστε να αναγνωρίζεται από το σύστημα τι είδους αρχείο είναι, και με ποια εφαρμογή μπορεί να προσπελαστεί. Έτσι υπάρχουν αρχεία με φορμά ήχου, εικόνας, βίντεο, κειμένου και ούτω καθ' εξής.

Ένα συμπιεσμένο αρχείο έχει τη δική του επέκταση, δηλαδή το δικό του φορμά. Ο πίνακας που ακολουθεί είναι ένας συνοπτικός οδηγός που παρουσιάζει τα δημοφιλέστερα φορμά συμπιεσμένων αρχείων, το σχετικό αλγόριθμο συμπίεσης του κάθε τύπου, καθώς και την εφαρμογή με την οποία μπορεί να εκτελεστεί.

Πίνακας 6.1

ΤΥΠΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ (φορμά)	ΕΙΔΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ	ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ	ΣΧΕΤΙΚΟ LINK	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ, εφαρμογή υποστήριξης
.mp3	Αρχείο ήχου Η πιο διαδεδομένη μορφή συμπιεσμένου ήχου	mpeg-layer 3 algorithm	http://en.wikipedia.org/wiki/MP3	Εφαρμογές Sound converter
.jpg	Αρχείο εικόνας Η πιο διαδεδομένη μορφή, κυρίως για το διαδίκτυο	JPEG algorithm	http://users.ece.gatech.edu/~njayant/mmc5/sld013.htm	Εφαρμογές Photo Editor
.tiff	Αρχείο εικόνας Υψηλής ανάλυσης, Συνήθως συμπιεσμένο με μη απωλεστικό LZW	LZW algorithm	http://www.cs.usyd.edu.au/~loki/cs2csys/gif-info/lzw.html	Εφαρμογές Photo Editor (π.χ. Adobe Photoshop)
.zip	Συμπιεσμένο αρχείο δεδομένων η δημοφιλέστερη μορφή συμπίεσης	CRC 32 algorithm (αλγόριθμος εντροπίας)	http://www.irnis.net/gloss/crc32.shtml	WinZip, pkunzip

.rar	Συμπιεσμένο αρχείο δεδομένων	Αλγόριθμος εντροπίας		WinRar
.jar	Συμπιεσμένο αρχείο δεδομένων Χρησιμοποιείται κυρίως στα κινητά, και για τις εφαρμογές java	MD5 algorithm	http://en.wikipedia.org/wiki/MD5	Mobile phones και Java compilers
.mpg	Αρχείο βίντεο Η πιο συνηθισμένη και αποτελεσματική μορφή συμπιεσμένου βίντεο	Mpeg algorithm (mpeg-2, mpeg-4)	http://www.fh-friedberg.de/fachbereich/e2/telekom-labor/zinke/mk/mpeg2beg/beginnzi.htm	Media players που να υποστηρίζουν το φορμά
.3gp	Αρχείο βίντεο Χρησιμοποιείται κυρίως στα κινητά τηλέφωνα	PQA algorithm		Mobile phones και media players που να το υποστηρίζουν
.arj	Συμπιεσμένο αρχείο δεδομένων Χρησιμοποιούνταν στο MS-DOS	ARJ algorithm	http://datacompression.info/ArchiveFormats/arj.txt	Arj.exe application (εφαρμογή MS-DOS)
.ace	WinAce Compressed File (e-merge GmbH)			WinAce
.cab	Cabinet File (Microsoft Corporation) Αρχείο των Windows	LZX algorithm	http://en.wikipedia.org/wiki/LZX_(algorithm)	InstallShield Software Corporation
.7z	7-Zip Compressed File	LZMA algorithm	http://www.7zip.org/7z.html	7-zip (εφαρμογή)
.zz	Zzip Compressed Archive			
.gzip	Gnu Zipped File	LZ77 algorithm	http://www.gzip.org/algorithm.txt	Gzip (εφαρμογή)
.000	DoubleSpace Compressed File	Huffman (entropy algorithm)		Microsoft Windows

Εκτός από τα συνηθισμένα φορμά συμπιεσμένων αρχείων, έχουν αναπτυχθεί και άλλοι πολλοί τύποι, λιγότερο διαδεδομένοι. Ο λόγος είναι ότι, πλέον, υπάρχουν πολλά λογισμικά συμπίεσης, εκ των οποίων τα περισσότερα διαδίδονται δωρεάν στο Internet. Αυτά τα freeware λογισμικά μετά τη συμπίεση των δεδομένων εισάγουν συνήθως το δικό τους φορμά στο αρχείο, όπως για

παράδειγμα το WinRar και το WinZip που εξάγουν ως προεπιλογή, αρχεία τύπου .RAR και .ZIP, αντίστοιχα.

Παρακάτω αναφέρουμε τις λιγότερες διαδεδομένες μορφές αρχείων συμπίεσης:

.ain	AIN Compressed File Archive
.alz	ALZip Archive
.ar	Unix Static Library
.arc	Compressed File Archive
.ari	ARI Compressed File Archive
.axx	AxCrypt Encrypted File
.bh	BlakHole Archive
.bhx	BinHex Encoded File
.bz	Bzip Compressed File
.bz2	Bzip2 Compressed File
.bzip2	Bzip2 Compressed Archive
.c00	WinAce Split Archive File
.car	CAR Archive
.cbr	Comic Book RAR Archive
.cbz	Comic Book ZIP Archive
.cp9	ChoicePoint Encrypted File
.cpgz	Compressed CPIO Archive
.cpt	Compact Pro Archive
.dar	DAR Disk Archive
.dd	DiskDouber Archive
.deb	Debian Software Package
.dgc	DGCA File Archive
.dist	Mac OS X Distribution Script
.ecs	Sony Ericsson Phone Backup File
.efw	Renamed Zip or Executable File
.enc	UUEncoded File
.fdp	MySafe Encrypted Data
.gca	GCA File Archive
.gz	Gnu Zipped File
.ha	HA Compressed Archive
.hki	WinHKI Archive
.hpk	HPack Compressed Archive
.hyp	HYPHER Compressed Archive
.ice	ICE File Archive

.ipg	iPod Game File
.ipk	Itsy Package
.ish	ISH Compressed Archive
.j	JAR Archive
.jgz	Gzipped Javascript File
.jic	Java Icon File
.lbr	LU Library Archive
.lha	LHARC Compressed Archive
.lnx	Commodore 64 Lynx Archive
.lqr	SQ Compressed LBR Archive
.lzh	LZH Compressed File
.lzm	Slax Module
.lzma	LZMA Compressed File
.lzo	LZO Compressed File
.lzx	Amiga LZX Compressed File
.md	MDCD Compressed Archive
.mint	Linux Mint Installer File
.mpkg	Meta Package File
.p7m	Digitally Encrypted Message
.pae	PowerArchiver Encrypted Archive
.pak	PAK (Packed) File
.par	Parchive Index File
.pbi	PC BSD Installer Package
.pcv	Mozilla Profile Backup
.pea	PEA File Archive
.pf	Private File
.pim	PIM Archive
.pit	PackIt Compressed Archive
.piz	Zipped File
.pkg	Mac OS X Installer Package
.pup	PlayStation 3 Update File
.pup	Puppy Linux DotPup Installer Package
.puz	Packed Publisher File
.pwa	Password Agent File
.qda	Quadruple D Archive
.r00	WinRAR Compressed Archive
.rk	WinRK File Archive
.rnc	RNC ProPack Archive
.rpm	Red Hat Package Manager File
.rte	RTE Encoded File

.rz	Rzip Compressed File
.rzs	Red Zion Security File
.s7z	Mac OS X 7-Zip File
.sar	Service Archive File
.sdn	Shareware Distributors Network File
.sea	Self-Extracting Archive
.sfs	SquashFS File Archive
.sfx	Windows Self-Extracting Archive
.sh	Unix Shell Archive
.shar	Unix Shar Archive
.shk	ShrinkIt Archive
.shr	Unix Shell Archive File
.sit	Stuffit Archive
.sitx	Stuffit X Archive
.spt	TM File Packer Compressed Archive
.sqx	SQX Archive
.sqz	Squeezed Video File
.tar	Consolidated Unix File Archive
.tgz	Gzipped Tar File
.uc2	UltraCompressor 2 Archive
.uha	UHarc Compressed Archive
.vsi	Visual Studio Content Installer File
.war	Java Web Archive
.wot	Web Of Trust File
.xef	WinAce Encrypted File
.xez	eManager Template Package
.xpi	Mozilla Installer Package
.xx	XXEncoded File
.yz	YAC Compressed File
.z	Unix Compressed File
.zap	FileWrangler Archive
.zix	WinZix Compressed File

Βιβλιογραφία

Για τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω πηγές:

Δικτυακοί τόποι:

-<http://www.ram.gr>

-<http://en.wikipedia.org>

-<http://www.it.uom.gr/project/MultimediaTechnologyNotes/>

-<http://dmst.aueb.gr/dds/intro/datarep/compr.htm>

Βιβλία:

- The Data Compression Book, 2nd edition, by Mark Nelson and Jean-loup Gailly
- ΜΟΥΣΙΚΗ & ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ: Ψηφιακή Ακουστική, Λουκάς Χαδέλλης
- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΛΥΜΕΣΑ, Σταύρος Δ. Κωτσιγιάννης
- ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ, Αλ. Παπαδημητρίου

Παράρτημα - Γλωσσάρι όρων

Στις επόμενες σελίδες διατίθεται ένα γλωσσάρι όρων της Πληροφορικής, οι οποίοι υπάρχουν στο βιβλίο και όχι μόνο, με σκοπό να διευκολύνουν την ανάγνωση, και να βοηθήσουν τον αναγνώστη να κατανοήσει τους όρους που χρησιμοποιούνται στον κόσμο της Πληροφορικής.

A

- **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)**: Το ADSL είναι μια τεχνολογία για τη μετάδοση ψηφιακών πληροφοριών σε πολύ υψηλές ταχύτητες, μέσα από τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές. Οι ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων που μπορούν να επιτευχθούν, κυμαίνονται από τα 512 Kbps έως τα 6 Mbps, όσον αφορά την λήψη δεδομένων, ενώ για την αποστολή δεδομένων ξεκινούν από τα 16 έως 640 Kbps.

- **ALGORITHM**: Αλγόριθμος. Ομάδα εντολών - κανόνων για λύση συγκεκριμένου προβλήματος σε προκαθοριζόμενα βήματα.

- **Ascii**: Το Ascii (American Standard Code for Information Interchange) είναι το πιο γνωστό πρότυπο για αποθήκευση αρχείων κειμένου. Στηρίζεται σε μια αναπαράσταση χαρακτήρων όπου κάθε χαρακτήρας αναπαρίσταται με 7 bits. Έτσι επιτρέπει την ύπαρξη μόνο 127 διαφορετικών χαρακτήρων (λατινικοί). Χρησιμοποιήθηκε από το DOS και το UNIX. Δημιουργήθηκε από την ANSI (αμερικάνικος οργανισμός τυποποίησης).

- **AVI**: (Audio Βίντεο Interleave) είναι ένας τρόπος διαμόρφωσης αρχείων βίντεο που ανέπτυξε η Microsoft. Τα αρχεία αυτού του τύπου έχουν κατάληξη .avi και συνήθως έχουν ανάλυση 320x240 pixels και δειγματοληψία 30 frames per second. Βασικό πλεονέκτημα αυτού του format, το οποίο το έχει κάνει ιδιαίτερα δημοφιλές, είναι η δυνατότητα να αναπαραχθούν τα αρχεία του χωρίς να απαιτείται η ύπαρξη εξειδικευμένου hardware. Υποστηρίζει πολλές τεχνικές συμπίεσης (codecs), γνωστότερες από τις οποίες είναι η Indeo και η Cinepak.

B

- **Bandwidth:** Το εύρος ζώνης. Μετρά το μέγεθος του όγκου της πληροφορίας που μπορεί να μεταφερθεί από ένα σημείο σε ένα άλλο μέσα από ένα δίκτυο ανά μονάδα χρόνου. Τελευταία αναφέρεται και ως η ταχύτητα μιας σύνδεσης. Έτσι, λοιπόν, όπως ένας σωλήνας επιτρέπει σε ορισμένο όγκο νερού να περνάει από αυτόν ανά δευτερόλεπτο έτσι και μια σύνδεση δικτύου επιτρέπει κάποιον μέγιστο αριθμό bits να μεταδίδονται ανά δευτερόλεπτο (bps). Έτσι το bandwidth μιας σύνδεσης PSTN φτάνει ως τα 57 kbps, ενώ μια ADSL σύνδεση ξεκινάει από τα 384 Kbps.

- **BIOS:** (basic input/output system) είναι το πρόγραμμα που ξεκινά το Λειτουργικό Σύστημα όταν ανοίγετε τον υπολογιστή σας. Επίσης, διαχειρίζεται τη ροή των δεδομένων μεταξύ του επεξεργαστή και περιφερειακών συσκευών, όπως το πληκτρολόγιο, ο σκληρός δίσκος, η κάρτα οθόνης, ο εκτυπωτής κ.ά. Το BIOS προγραμματίζεται σε μία EPROM και εκτελείται απευθείας όποτε ανάβετε τον υπολογιστή ή πατάτε το πλήκτρο επανεκκίνησης (reset). Τις ρυθμίσεις του BIOS μπορείτε να τις δείτε αν πατήσετε το πλήκτρο "Delete" αμέσως μόλις ανοίξετε το PC, π.χ. για να ορίσετε ποιος σκληρός δίσκος έχει το Λειτουργικό Σύστημα (π.χ. ποιος είναι ο C: για όσους από σας χρησιμοποιείτε τα Windows).

- **Bitmap File:** Μια κοινή εικόνα (.bmp) ορισμένη από ένα τετράγωνο μοτίβο από pixels

- **Browser:** Φυλλομετρητής. Το πρόγραμμα που μετατρέπει τη γλώσσα HTML που λαμβάνετε μέσω Internet σε εικόνες και κείμενο.

- **Bits:** Τα bits είναι δυαδικά ψηφία. Τα δυαδικά ψηφία χρησιμοποιήθηκαν από το δυαδικό σύστημα αρίθμησης και είναι τα εξής δύο: 0 και 1. Οι υπολογιστές χρησιμοποιούν bits για την αναπαράσταση της πληροφορίας. Έτσι στο σκληρό δίσκο, στη RAM κλπ., ο υπολογιστής ουσιαστικά αποθηκεύει μηδενικά και άσσους.

- **Byte:** Η μονάδα που χρησιμοποιείται προκειμένου να μετρηθεί η χωρητικότητα των συσκευών αποθήκευσης και το μέγεθος των αρχείων είναι το byte. Η λέξη byte προφέρεται "μπάϊτ" και προέρχεται από τη σύντμηση των λέξεων binary term. Ένα byte ισοδυναμεί με ένα χαρακτήρα και είναι μια σειρά 8 bit ή δυαδικών ψηφίων. Για παράδειγμα, η λέξη "υπολογιστής" καταλαμβάνει έντεκα byte στη μνήμη RAM του υπολογιστή ή σε ένα σκληρό δίσκο.

- **bps / Kbps / Mbps:** Ο όρος bps (bits per second) αναφέρεται σε ταχύτητα μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων, η οποία καταγράφεται σε μεταδιδόμενα bits ανά δευτερόλεπτο. Το

Kbps αναφέρεται σε χιλιάδες bps, ενώ το Mbps σε εκατομμύρια bps. Έτσι αν έχετε modem με ταχύτητα 56.600 bps αυτό σημαίνει ότι η μέγιστη ταχύτητα αποστολής/λήψης δεδομένων είναι 56.600 bits το δευτερόλεπτο.

C

- **CAB:** Cabinet File Είδος συμπίεσης αρχείων της Microsoft.
- **CACHE:** Τμήμα της μνήμης ή του δίσκου που χρησιμοποιείται για προσωρινή αποθήκευση δεδομένων κατά τη μεταφορά τους από περιφερειακές μονάδες αποθήκευσης.
- **CD (οπτικός δίσκος):** Το CD είναι ένας δίσκος στον οποίο γράφονται ψηφιακά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να τα αναγνώσει ο υπολογιστής μέσω τεχνολογίας λέιζερ. Ένα CD μπορεί να αποθηκεύσει 650-800 Mbytes δεδομένων. Το CD λέγεται και CD-ROM (παλιότερα, για να δείξει ότι χρησιμοποιείται για υπολογιστή καθώς ήταν γνωστά κυρίως τα μουσικά CD). Ένα CD κενό, έτοιμο για εγγραφή, λέγεται CD-R (CD εγγραφής), ενώ ένα που επιτρέπει πολλαπλά γραψίματα λέγεται CD-RW (CD επανεγγραφής).
- **Chip:** Το ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα. Είναι τυπωμένο μέσα σε ασφαλές υλικό, κεραμικό ή πλαστικό! Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα των Η/Υ αποτελούνται ως επί των πλείστον από chips.
- **Codec:** Ο όρος προέρχεται από τη σύντμηση των λέξεων compressor / decompressor και αναφέρεται σε μαθηματικούς αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται κατά την συμπίεση βίντεο, εικόνων και άλλων τύπων αρχείων. Οι διαφορετικοί αλγόριθμοι υπαγορεύουν διαφορετικά codecs. Γνωστό codec είναι το MPEG για την συμπίεση βίντεο.
- **Compression (συμπίεση):** Μέθοδος δημιουργίας αρχείων μικρότερου μεγέθους. Υπάρχουν δύο είδη συμπίεσης: μη απωλεστική και απωλεστική. Η απώλεια της ποιότητας εξαρτάται από το ποσοστό και το είδος συμπίεσης.
- **CPU:** Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (central processing unit) είναι παλιότερος όρος για αυτό που πλέον λέγεται επεξεργαστής (processor) ή μικροεπεξεργαστής (microprocessor). Ο μικροεπεξεργαστής είναι ένα μικροτσιπ που περιέχει τα κυκλώματα εκείνα τα οποία εκτελούν τις εντολές των προγραμμάτων (386, 486, Pentium, Pentium Pro).
- **CRT:** (οθόνες καθοδικού σωλήνα) είναι οι κλασικές οθόνες υπολογιστή που βασίζονται στην τεχνολογία του καθοδικού σωλήνα για τον χρωματισμό φωσφορίζουσας επιφάνειας στην οθόνη μέσω δέσμης ηλεκτρονίων τα οποία παράγονται στο πίσω μέρος της.

Χαρακτηριστικό τους είναι ο μεγάλος όγκος. Οι έγχρωμες οθόνες CRT διαθέτουν τρεις πηγές ηλεκτρονίων, μία για το μπλε χρώμα, μία για το κόκκινο και μία για το πράσινο (RGB). Με την διαφοροποίηση στην ένταση κάθε χρώματος και το συνδυασμό τους παράγονται όλα τα άλλα χρώματα.

D

- **Database (βάση δεδομένων):** Μια βάση δεδομένων είναι ένα σύνολο πληροφορίας, το οποίο είναι οργανωμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η διαχείρισή του. Τυπικές χρήσεις μιας βάσης δεδομένων είναι η αναζήτηση στοιχείων, η συσχέτιση στοιχείων και η ενημέρωση στοιχείων. Συνήθως οι βάσεις δεδομένων αποτελούνται από πίνακες με πεδία και εγγραφές. Π.χ. ο πίνακας «μαθητές» έχει τα πεδία «ονοματεπώνυμο» και «τηλέφωνο», ενώ μία από τις εγγραφές του είναι η «Νάσος Δημητρίου, 2310123456». Οι πρώτες σύγχρονες βάσεις δεδομένων δημιουργήθηκαν τη δεκαετία του 1960.

- **Download:** Η διαδικασία απόκτησης (μέσω μεταφοράς) δεδομένων από άλλον υπολογιστή.

- **dpi:** Ο όρος dpi (Dots Per Inch) είναι μονάδα μέτρησης ανάλυσης εικόνων. Μετρά τις εμφανιζόμενες κουκίδες ανά ίντσα (μία ίντσα είναι περίπου 2,5 εκατοστά). Όσο μεγαλύτερο το dpi τόσο πιο καθαρή και φυσική είναι η εικόνα. Ενδιαφέρει ιδιαίτερα όσους ασχολούνται με την ψηφιακή φωτογραφία και τις επαγγελματικές ψηφιακές εκτυπώσεις.

- **DVD:** Το DVD (Digital Versatile Disc) είναι ο νεότερος τύπος CD ο οποίος προσφέρει χωρητικότητα της τάξης των 4,7 Gbytes δεδομένων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση και διανομή ψηφιακών ταινιών καθώς χωρούσε άνετα μια ταινία διάρκειας 2 ωρών (ψηφιοποιημένη με το πρότυπο MPEG-2). Πλέον και αφού κυκλοφόρησαν οδηγόι εγγραφής DVD ενδέχεται πολύ σύντομα να αντικαταστήσουν τα παλιά CD. Τα DVD-Video περιέχουν ταινίες, τα DVD-ROM αναφέρονται σε DVD που περιέχουν δεδομένα ενώ τα DVD-RAM σε επανεγγράψιμα DVD δεδομένων. Τέλος, αντίστοιχα με τα CD, μπορεί να δείτε τους όρους DVD-R, DVD-RW για DVD εγγραφής και επανεγγραφής.

E

- **E-commerce:** το ηλεκτρονικό εμπόριο, δηλαδή η αγοραπωλησία αγαθών και υπηρεσιών με ηλεκτρονικό τρόπο κυρίως μέσω του Internet. Παράδειγμα εφαρμογής ηλεκτρονικού εμπορίου είναι εκείνη η εφαρμογή η οποία υποστηρίζει π.χ. ένα σούπερ μάρκετ και κάνει

ηλεκτρονικά παραγγελίες από τους προμηθευτές του, αλλά και επιτρέπει στους καταναλωτές να κάνουν τα ψώνια τους μέσω του Internet.

- **E-mail:** Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ανταλλαγή μηνυμάτων μέσω υπολογιστών.

F

- **File:** Αρχείο - Νοητή μονάδα αποθήκευσης δεδομένων και πληροφοριών.

- **Font:** Μια γραμματοσειρά είναι ένα σύνολο εκτυπώσιμων χαρακτήρων με συγκεκριμένο στυλ και μέγεθος. Επίσης, υπάρχουν οικογένειες γραμματοσειρών (typeface families). Οι πιο γνωστές τέτοιες οικογένειες είναι οι Arial και Times New Roman. Μια συγκεκριμένη γραμματοσειρά είναι η Arial μεγέθους 10 έντονα. Άλλη είναι η Times New Roman μεγέθους 12, κλπ. Όταν επεξεργάζεστε ένα κείμενο σε κάποιον επεξεργαστή κειμένου, όπως το Microsoft Word, μπορείτε να επιλέξετε από μία ευρεία γκάμα γραμματοσειρών για την εμφάνιση των γραμμμάτων. Διάφορες εταιρίες και ιδιώτες δημιουργούν τις δικές τους γραμματοσειρές και ο αριθμός τους σύμφωνα με την Adobe ξεπερνά τις 30.000 σήμερα.

- **FPS:** Ο όρος FPS (Frames per second) αναφέρεται στο ρυθμό δειγματοληψίας σταθερών εικόνων (καρέ) στην εγγραφή ή αναπαραγωγή βίντεο. Για να έχουμε ομαλή αναπαραγωγή του βίντεο, χρειάζεται ρυθμός δειγματοληψίας τουλάχιστον 20 FPS. Ο όρος αυτός, όπως καταλαβαίνετε, χρησιμοποιείται για να αποδώσουμε την ποιότητα ενός βίντεο. Όσο πιο πολλά FPS τόσο καλύτερη είναι η ποιότητά του.

- **Frame:** το καρέ. Μια μόνο εικόνα, σε video ή σε κάποια ακολουθία κίνησης. Στο NTSC και στο PAL, ένα καρέ αποτελείται από 2 πεπλεγμένα πεδία.

- **FTP:** File Transfer Protocol Πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων μέσω δικτύου.

G

- **GIF:** Graphics Interchange Format - ένα κοινό μοτίβο για εικόνες. Οι περισσότερες εικόνες που βλέπουμε στις σελίδες του web είναι αρχεία GIF.

- **Gigabyte:** Ένα gigabyte (GB) ισούται με 1.024 megabytes ή 1.048.576 kilobytes ή 1.073.741.824 bytes. Η μονάδα μέτρησης gigabyte συνήθως χρησιμοποιείται για να αναφερθεί η χωρητικότητα των μεγάλων σκληρών δίσκων, π.χ. 160 GB, το μέγεθος της μνήμης RAM των μεγάλων συστημάτων ή η χωρητικότητα των DVD-ROM, π.χ. 4,7 GB.

H

- **Hardware:** το υλικό μέρος του ηλεκτρονικού υπολογιστή, τα ηλεκτρονικά του κυκλώματα (μνήμες, κάρτες, επεξεργαστής κ.λπ.).
- **Home page:** Η σελίδα εκκίνησης μιας τοποθεσίας.
- **HTML (HyperText Markup Language):** Μια γλώσσα η οποία επιτρέπει την εισαγωγή κειμένου, εικόνων κ.λπ. μέσα σε ετικέτες (tags) οι οποίες χαρακτηρίζουν το πώς πρέπει να μορφοποιηθεί πριν δειχθεί στον χρήστη και που επίσης επιτρέπει τη συσχέτιση κειμένου με δεσμούς (υπερκείμενο - hypertext).
- **Hard disk:** Ο Σκληρός Δίσκος. Είναι μαγνητικός δίσκος μεγάλης χωρητικότητας, στο εσωτερικό του κουτιού, όπου έχουμε αποθηκευμένο το λειτουργικό σύστημα του Η/Υ. Η βασικότερη βοηθητική μνήμη του συστήματος.

I

- **IBM:** Η εταιρία όλων των εποχών, στο χώρο της Πληροφορικής. Η IBM άλλαξε την ιστορία της εξέλιξης των Η/Υ με τους Personal Computers (PC). Ακόμα και τώρα η αρχιτεκτονική των Η/Υ είναι βασισμένη στην τότε αρχιτεκτονική της IBM.
- **INTERNET:** Διαδίκτυο. Τεράστιος αριθμός διασυνδεδεμένων υπολογιστών και δικτύων που επικοινωνούν με το πρωτόκολλο TCP/IP.
- **ISDN:** Integrated Services Digital Network. Τεχνολογία σύνδεσης που επιτρέπει ταυτόχρονη μεταφορά φωνής και ψηφιακών δεδομένων από την ίδια γραμμή. Ήταν διαδεδομένη κυρίως πριν την ADSL.
- **IP (Internet Protocol):** Το πρωτόκολλο (IP) Διαδικτύου είναι το πρωτόκολλο που ορίζει τη διαδικασία με την οποία τα δεδομένα αποστέλλονται από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο στο Internet. Σύμφωνα με αυτό, κάθε υπολογιστής στο διαδίκτυο έχει τουλάχιστον μια διεύθυνση IP που τον προσδιορίζει μεμονωμένα από όλους τους άλλους υπολογιστές. Όταν στέλνετε ή λαμβάνετε δεδομένα (π.χ. emails), αυτά χωρίζονται σε μικρά πακέτα. Κάθε ένα από αυτά τα πακέτα περιέχει και τη διεύθυνση IP του αποστολέα και του παραλήπτη. Ο τελευταίος συνθέτει τα εισερχόμενα πακέτα ώσπου να δημιουργήσει ολόκληρο το μήνυμα το οποίο παρουσιάζει στην εφαρμογή που το περιμένει (π.χ. τα email παρουσιάζονται στο Outlook).

- **ISO:** International Organization for Standardization Οργανισμός με 89 μέλη - χώρες που θέτει προδιαγραφές σε ηλεκτρικά προϊόντα.

J

- **Java:** Η Java είναι μια σύγχρονη γλώσσα αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού η οποία δημιουργήθηκε το 1995 από την Sun Microsystems. Η μεγάλη επιτυχία που γνώρισε αμέσως οφείλεται στην ικανότητά της να είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας εκτέλεσης (το ίδιο αρχείο τρέχει και σε Linux και σε Windows), στην ευκολία εκμάθησης, στην ιδιότητά της να μην ξεφεύγει από το χώρο μνήμης που είναι διαθέσιμος και την ομοιότητά της με τη C++.

- **JPEG:** Joint Photographic Experts Group - ένα κοινό μοτίβο εικόνας. Οι περισσότερες εικόνες που βλέπεις ενσωματωμένες στο Web είναι GIF's, αλλά κάποιες φορές, κυρίως στην τέχνη ή σε φωτογραφικά web sites, μπορείς να κάνεις κλικ στην εικόνα για να φέρεις μια JPEG έκδοση με μεγαλύτερη ανάλυση της ίδιας ανάλυσης.

K

- **KME:** Κεντρική Μονάδα επεξεργασίας, βλέπε CPU.

- **Kilobyte:** Ένα kilobyte αποτελείται από 1.024 byte (210 χαρακτήρες). Συνήθως λέμε ότι ένα kilobyte είναι περίπου χίλιοι χαρακτήρες. Το kilobyte για συντομογραφία γράφεται KB, ενώ το kilobit για συντομογραφία γράφεται Kb ή Kbit. Η μονάδα μέτρησης kilobyte χρησιμοποιείται συνήθως για την αναφορά του μεγέθους των αρχείων και των φακέλων, π.χ. 750 KB.

- **Κβαντοποίηση (Quantization):** Λειτουργία που γίνεται κατά την ψηφιοποίηση ενός σήματος και αναφέρεται στον αριθμό των διακριτών τιμών που μπορεί να λάβει ένα ψηφιοποιημένο σήμα. Ο αριθμός των διακριτών τιμών καθορίζεται από τα bit του συστήματος.

L

- **LAN:** Local Area Network- Τοπικό δίκτυο.

M

- **MIDI:** Musical Instrument Digital Interface Πρωτόκολλο επικοινωνίας μουσικών οργάνων.
- **MMX:** Τεχνολογία που εφαρμόστηκε σε επεξεργαστές Pentium, με σκοπό την γρηγορότερη διαχείριση και επεξεργασία multimedia (Pentium MMX).
- **MODEM:** MOdulator, DEModulator Συσκευή που παρεμβάλλεται μεταξύ του υπολογιστή και της τηλεφωνικής γραμμής επιτρέποντας την ψηφιακή μετάδοση ή παραλαβή δεδομένων.
- **MP3:** Πρότυπο συμπιεσμένων αρχείων ήχου.
- **MPEG:** Motion Picture Experts Group - ένα μοτίβο για αρχεία βίντεο που προσφέρει εξαιρετική ποιότητα σε ένα σχετικά μικρό αρχείο. Τα αρχεία βίντεο που βρίσκονται στο Internet είναι συχνά αποθηκευμένα σε μοτίβο MPEG. Ταινίες μεγάλου μήκους (όπως το Top Gun) είναι διαθέσιμα σε CD και αποθηκευμένα σε μοτίβο MPEG.

N

- **NETWORK:** Δίκτυο. Η διασύνδεση και επικοινωνία δυο ή περισσότερων υπολογιστών.
- **NTSC:** National Television Standards Committee. Αμερικάνικο πρότυπο έγχρωμης τηλεόρασης που δημιουργήθηκε το 1953. Το NTSC έχει 525 γραμμές ανά καρέ και 60 πεδία εικόνων ανά δευτερόλεπτο (30 fps). Χρησιμοποιείται στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική, Ιαπωνία και άλλες χώρες.

O

- **OS/2:** το Λειτουργικό σύστημα που αναπτύχθηκε απ την IBM και χρησιμοποιήθηκε στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές της δικής της παραγωγής.

P

- **PAL:** Phase Alternation Line. Ευρωπαϊκό πρότυπο έγχρωμης τηλεόρασης που αναπτύχθηκε στη Γερμανία και χρησιμοποιείται στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης. Το PAL έχει 625 γραμμές ανά καρέ και 50 πεδία εικόνων ανά δευτερόλεπτο (25 fps).
- **PASSWORD (Κωδικός):** Σύνθημα. Συνήθως χρησιμοποιείται μαζί με το Login ώστε να αποκτήσουμε πρόσβαση σε προφυλαγμένο δικτυακό χώρο.

- **PCI (Peripheral Component Interconnect):** Πρωτόκολλο επικοινωνίας συσκευών.
- **Pixel (PICTure ELeMent):** είναι το λογικό βασικό δομικό στοιχείο μιας εικόνας και μονάδα μέτρησης της ανάλυσης στις οθόνες των υπολογιστών αλλά και των φωτογραφιών. Το Pixel ουσιαστικά εκφράζει το πόσες διαφορετικές κουκίδες εμφανίζονται στην οθόνη (ή σε μια φωτογραφία). Π.χ. μια σύγχρονη οθόνη 15 ιντσών μπορεί να απεικονίσει ανάλυση 1024x768 pixels δηλαδή 786.432 pixels. Μια μέτρια ψηφιακή φωτογραφική μηχανή βγάζει φωτογραφίες 3,2 Mega-pixels (π.χ. φωτογραφία ανάλυσης 2000x1600 pixels).

Q

- **Quick Time:** Δημοφιλές πρότυπο ψηφιοποίησης εικόνας και ήχου.

R

- **RAM (Random Access Memory):** Η μνήμη του υπολογιστή.
- **ROM:** Read Only Memory - Ολοκληρωμένα μνήμης για ανάγνωση μόνο
- **RGB:** Χρωματικό μοντέλο βίντεο σήματος, που βασίζεται στα τρία βασικά χρώματα, κόκκινο (Red), πράσινο (Green) και μπλε (Blue).
- **Resolution (Ανάλυση):** Η ανάλυση μιας ψηφιακής εικόνας που εκφράζεται με το γινόμενο των pixels οριζόντιου άξονα επί τον κάθετο άξονα.

S

- **Software (λογισμικό):** Ο όρος λογισμικό αναφέρεται σε διάφορα είδη προγραμμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσουν υπολογιστές και παρόμοιες συσκευές (π.χ. κινητά τηλέφωνα). Το λογισμικό συχνά χωρίζεται σε κατηγορίες όπως εφαρμογές (π.χ. επεξεργασία κειμένου, παιχνίδια) και λειτουργικά συστήματα (π.χ. Linux, Windows, UNIX).
- **SQL:** Structured Query Language - Ειδική γλώσσα προγραμματισμού για αποστολή ερωτημάτων σε βάσεις δεδομένων.

T

- **TCP/IP:** Transmission Control Protocol /Internet Protocol Πρωτόκολλο ελέγχου επικοινωνίας Internet.

- **Terabyte:** Ένα terabyte (TB) ισούται με 1.024 Gigabytes ή 1.048.576 Megabytes ή 1.099.511.627.776 bytes. Η μονάδα μέτρησης terabyte χρησιμοποιείται για τη μέτρηση συσκευών υψηλής χωρητικότητας, π.χ. μεγάλοι σκληροί δίσκοι (2 TB).

- **TIFF:** Μέθοδος συμπίεσης ή/και κωδικοποίησης γραφικών.

U

- **UNIX:** Λειτουργικό Σύστημα σχεδιασμένο για ταυτόχρονη χρήση από πολλούς χρήστες. Το πιο κοινό λειτουργικό σε διακομιστές.

V

- **VCR:** Video cassette recorder. Εγγραφέας κασετών video.

- **VGA:** Το 1987 η IBM δημιούργησε το σύστημα απεικόνισης γραφικών VGA (Video Graphics Array display system), το οποίο έγινε το ελάχιστο αποδεκτό πρότυπο για τους προσωπικούς υπολογιστές (PC). Το πρότυπο αυτό υποστηρίζει ανάλυση οθόνης 640x480 pixels με 16 χρώματα ή ανάλυση οθόνης 320x200 pixels με 256 χρώματα. Απόγονοί του είναι τα Super VGA (SVGA) με ανάλυση 800x600 pixels, Extended Graphics Array (XGA) με ανάλυση 1024x768 pixels, Super Extended Graphics Array (SXGA) με ανάλυση 1280x1024 pixels και το πιο σύγχρονο Ultra Extended Graphics Array (UXGA) με ανάλυση 1600x1200 pixels.

- **VHS:** Video Home System. Το δημοφιλέστερο σύστημα βίντεο, για οικιακής χρήσης VCRs, που αναπτύχθηκε από τη JVC και καθιερώθηκε σαν παγκόσμιο πρότυπο.

W

- **WAV:** Waveform Audio Αρχείο ψηφιοποιημένου ήχου.

- **WEB:** Ο ιστός (βλέπε www).

- **World Wide Web (WWW or Web):** Είναι μια συλλογή από κείμενα, γραφικά, βίντεο και ήχο σε δίκτυα υπολογιστών σε όλο τον κόσμο. Τα έγγραφα είναι γραμμένα με hypertext, έναν ειδικό κώδικα που σου επιτρέπει να συνδέεσαι από ένα αρχείο web σε ένα άλλο. Η πρόσβαση σε αυτή την πληροφορία γίνεται μέσω του Internet με τη βοήθεια των Web browsers.

Υ

- **YPbPr**: Χρωματικό πρότυπο βίντεο που αποτελεί βελτίωση του YUV (βλ. λέξη) και στηρίζεται στο σήμα φωτεινότητας και σε δύο σήματα χρωμοδιαφορών που δίνονται από τις σχέσεις $P_r = 0.713 (E_R - E_Y)$ $P_b = 0,564 (E_B - E_Y)$.
- **YCbCr**: Στην ψηφιακή λογική, το σήμα YPbPr (βλ. λέξη) συμβολίζεται σαν YCbCr που στην πραγματικότητα δεν είναι τίποτα άλλο από ένα ψηφιοποιημένο YPbPr.
- **YUV**: Χρωματικό πρότυπο βίντεο, το οποίο βασίζεται σε σήμα φωτεινότητας και σε δύο σήματα χρωμοδιαφορών που δίνονται από τις σχέσεις $E_u = 0.493 (E_R - E_Y)$ $E_v = 0,877 (E_B - E_Y)$.

Z

- **zip**: Η zip είναι η πιο δημοφιλής μέθοδος συμπίεσης δεδομένων. Χρησιμοποιείται για να συμπιέσετε αρχεία είτε για φύλαξη είτε για αποστολή. Τα αρχεία που έχουν συμπιεστεί με τη μέθοδο ZIP (ZIP αρχεία ή ζιπαρισμένα αρχεία) συνήθως έχουν κατάληξη .zip και περιέχουν ένα ή περισσότερα άλλα αρχεία, τα οποία έχουν συμπιεστεί. Το πιο δημοφιλές πρόγραμμα για τη δημιουργία/εξαγωγή αρχείων zip είναι το WinZip. Τα σύγχρονα προγράμματα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (mail servers) πολλές φορές δεν επιτρέπουν μεγάλα αρχεία να επισυνάπτονται σε μηνύματα αν δεν είναι ζιπαρισμένα.
- **zip drive**: μονάδα βοηθητικής μνήμης με δυνατότητα επανεγγραφής μεγάλων ποσοτήτων πληροφοριών.