

Πολυτεχνείο Κρήτης
Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών και
Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Υλοποίηση MPEG-2 κωδικοποιητή video στον
επεξεργαστή TMS320VC5416»

Πιπεράκης Κυριάκος

Επιβλέπων Καθηγητής : Ζερβάκης Μιχάλης (καθηγητής)
Εξεταστική Επιτροπή : Χριστοδουλάκης Σταύρος (καθηγητής)
Καλαϊτζάκης Κων/νος (καθηγητής)

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Η συνεχιζόμενη ανάπτυξη και εμπορευματοποίηση των εφαρμογών πολυμέσων προκαλεί σε αυτές την απαίτηση για προσφορά υψηλής απόδοσης στο χαμηλότερο δυνατό κόστος. Επιπροσθέτως, οι πλατφόρμες επεξεργασίας πολυμέσων πρέπει να γίνουν πιο ευέλικτες και εύκολα επαναπρογραμματιζόμενες για να μπορούν να συμβαδίσουν με τα συνεχώς εξελισσόμενα πρότυπα και τα πεδία εφαρμογών. Στις μέρες μας, η επεξεργασία video σημάτων είναι το κυρίαρχο πεδίο ενδιαφέροντος σε σχέση με τις υπολογιστικές ανάγκες καθώς και την ποσότητα του εύρους ζώνης της πληροφορίας, εκτός αν χρησιμοποιείται τεχνολογία συμπίεσης. Οι εφαρμογές της video κωδικοποίησης έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη των προτύπων για την video συμπίεση όπως το ISO/IEC MPEG-1 και MPEG-2. Το πρότυπο το οποίο θα μας απασχολήσει είναι το MPEG-2.

Η ιδιαιτερότητα της διπλωματικής μας εργασίας στηρίζεται στην χρήση-λειτουργία μιας ειδικής κατηγορίας επεξεργαστών που έχουν εμφανιστεί πρόσφατα στην ηλεκτρονική βιομηχανία. Οι επεξεργαστές αυτοί ονομάζονται DSP (Digital Signal Processors) και έχουν σαν χαρακτηριστικό τους την εξειδίκευση σε λειτουργίες ψηφιακής επεξεργασίας σήματος. Εκτός από την εξειδικευμένη λειτουργία ένας DSP προσφέρει χαμηλό κόστος, ισχύ και υψηλό βαθμό ευελιξίας κάτι που 'κεντρίζει' το ενδιαφέρον για την περαιτέρω εκμετάλλευση αυτών. Με βάση αυτά τα κριτήρια επιχειρήσαμε το 'πάντρεμα' του MPEG-2 προτύπου με την τεχνολογία των DSP.

Πιο συγκεκριμένα, αναπτύξαμε και δοκιμάσαμε ένα υψηλά βελτιστοποιημένο, χαμηλής πολυπλοκότητας και υψηλής ποιότητας MPEG-2 βίντεο κωδικοποιητή βασισμένο σε λογισμικό πάνω στον TMS320C5416 επεξεργαστή της εταιρείας Texas Instruments. Ο MPEG-2 κωδικοποιητής έχει υλοποιηθεί και δοκιμαστεί στο C54x αναπτυξιακό εργαλείο της Texas Instruments.

Η δομή της διπλωματικής είναι η ακόλουθη: Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται εκτενής αναφορά στην συμπίεση δεδομένων και ειδικότερα στην MPEG-2 βίντεο συμπίεση εισάγοντας σταδιακά κάποια στοιχεία από την υλοποίησή μας. Στο δεύτερο κεφάλαιο υπάρχει περιγραφή της συμπεριφοράς των DSP επεξεργαστών, και

ειδικότερα του επεξεργαστή που χρησιμοποιούμε , καθώς και εφαρμογές αυτών αλλά και ανάλυση των προγραμματιστικών εργαλείων που τους συνοδεύουν .Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει λεπτομερή ανάλυση της υλοποίησης του MPEG-2 προτύπου στο DSP .Δηλαδή αποτελεί ουσιαστικά της επίλυση του προβλήματος που έχουμε θέσει στην διπλωματική μας .Τέλος , στο τέταρτο και πέμπτο κεφάλαιο υπάρχει παρουσίαση των αποτελεσμάτων για διαφορετικές περιπτώσεις βίντεο και κάποιες προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις της υλοποίησης μας .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΣΤΟ MPEG-2 ΠΡΟΤΥΠΟ

1.1-ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή

Η ποσότητα μετάδοσης δεδομένων καθώς και η αποθήκευση αυτών αποτελούν κρίσιμους παράγοντες στις ηλεκτρονικές-τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές γιατί όσο πιο πολύ πληροφορία διαχειριζόμαστε τόσο μεγαλύτερο είναι το κόστος .Παρά την παραπάνω διαπίστωση ,τα περισσότερα ψηφιακά δεδομένα δεν αποθηκεύονται στην πιο συμπαγή μορφή .Αντιθέτως , αποθηκεύονται με οποιαδήποτε μορφή η οποία τα κάνει εύχρηστα , όπως : κείμενο ASCII από επεξεργαστές word , δυαδικό κώδικα που μπορεί να εκτελεστεί πάνω σε υπολογιστή , ξεχωριστά δείγματα από ένα σύστημα ανάκτησης δεδομένων κτλ .Τυπικά , αυτές οι εύχρηστες μέθοδοι κωδικοποίησης απαιτούν αρχεία δεδομένων τα οποία είναι περίπου διπλάσια σε μέγεθος από εκείνα που πραγματικά χρειάζονται για την αναπαράσταση των πληροφοριών .Η συμπίεση δεδομένων (data compression) είναι ο γενικός όρος για τους διάφορους αλγόριθμους και τα προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό την διευθέτηση αυτού του προβλήματος .Ένα πρόγραμμα συμπίεσης χρησιμοποιείται για την μετατροπή δεδομένων από μια εύχρηστη μορφή (easy-to-use) σε μια άλλη που είναι βελτιστοποιημένη με σκοπό την όσο το δυνατόν μικρότερη κατάληψη χώρου των πληροφοριών που αναπαριστάνει .Επιπροσθέτως , ένα πρόγραμμα αποσυμπίεσης επιστρέφει την πληροφορία στην αρχική της μορφή .

Στρατηγικές συμπίεσης δεδομένων

Ο πίνακας 1 δείχνει δύο διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους αλγόριθμους συμπίεσης δεδομένων .Στην πρώτη περίπτωση οι μέθοδοι έχουν ταξινομηθεί σαν lossless ή lossy .Μια **lossless** τεχνική

είναι εκείνη όπου το ανακατασκευασμένο αρχείο δεδομένων είναι ίδιο με το αρχικό .Αυτό είναι απολύτως απαραίτητο για πολλούς τύπους δεδομένων , για παράδειγμα : εκτελέσιμος κώδικας , αρχεία επεξεργαστών κειμένου (όπως το Microsoft Word) , αριθμοί πινάκων κτλ .Είναι απαγορευτικό να υπάρξει σφάλμα ακόμα και σε ένα ψηφίο σε αυτούς τους τύπους πληροφορίας .Σε σύγκριση με τους παραπάνω τύπους , αρχεία δεδομένων που αναπαριστούν εικόνες ή άλλα σήματα ανάκτησης δεν χρειάζεται να διατηρούνται σε τέλειες συνθήκες για αποθήκευση ή μετάδοση .Όλες οι μετρήσεις που γίνονται στον πραγματικό κόσμο περιέχουν κάποια ποσότητα θορύβου .Εάν οι αλλαγές που γίνονται σε αυτά τα σήματα περιέχουν μικρή ποσότητα θορύβου , τότε δεν υπάρχει πρόβλημα .Οι τεχνικές συμπίεσης που επιτρέπουν αυτή την υποβάθμιση καλούνται **lossy** .Η διάκριση αυτή είναι πολύ σημαντική γιατί οι lossy τεχνικές είναι πιο αποτελεσματικές σε συμπίεση από τις lossless μεθόδους .Όσο υψηλότερος είναι ο βαθμός συμπίεσης , τόσο περισσότερος θόρυβος εισάγεται στα δεδομένα .

Lossless	Lossy
run-length	CS&Q
Huffman	JPEG
delta	MPEG
LZW	

a. Lossless or Lossy

Method	Group size:	
	input	output
CS&Q	<i>fixed</i>	<i>fixed</i>
Huffman	<i>fixed</i>	<i>variable</i>
Arithmetic	<i>variable</i>	<i>variable</i>
run-length, LZW	<i>variable</i>	<i>fixed</i>

b. Fixed or variable group size

Πίνακας 1.1-Κατηγοριοποιήσεις συμπίεσης .Η συμπίεση δεδομένων μπορεί να χωριστεί με δύο τρόπους .Με τον πρώτο (α) οι τεχνικές κατηγοριοποιούνται σε lossless και lossy .Οι lossless μέθοδοι ανακατασκευάζουν τα συμπιεσμένα δεδομένα στην ίδια ακριβώς μορφή με την αρχική , ενώ οι lossy μέθοδοι δημιουργούν μόνο μια προσέγγιση της αρχικής μορφής .Με τον δεύτερο (b), οι μέθοδοι κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με το αν ένα σύνολο δεδομένων, που παίρνουμε από το αρχικό αρχείο και γράφουμε στο συμπιεσμένο αρχείο , είναι μεταβλητού ή σταθερού μεγέθους .

Οι εικόνες που μεταδίδονται στο δυαδίκτυο αποτελούν ένα άριστο παράδειγμα που δείχνει την σπουδαιότητα της συμπίεσης και την αποτελεσματικότητα των lossy και των lossless μεθόδων .Ας υποθέσουμε ότι χρειαζόμαστε να ‘κατεβάσουμε’ μια έγχρωμη εικόνα μέσω ενός μόντεμ υπολογιστή ταχύτητας 33.6 Kbps (kilobit per second –μονάδα χιλίων ψηφίων το δευτερόλεπτο) .Εάν η εικόνα είναι μη-συμπίεσμένη (π.χ ένα TIFF αρχείο) τότε το μέγεθος της θα είναι περίπου 600 Kbytes .Εάν έχει συμπεσστεί χρησιμοποιώντας μια lossless τεχνική (π.χ εάν χρησιμοποιείται ο GIF τύπος) θα έχει περίπου το μισό μέγεθος , δηλαδή 300 Kbytes . Η εφαρμογή μιας lossy μεθόδου (π.χ ένα JPEG αρχείο) θα έχει σαν αποτέλεσμα το μέγεθος αρχείου να είναι γύρω στα 50 Kbytes .Ο χρόνος ‘φόρτωσης’ των τριών αυτών αρχείων είναι αντίστοιχα 142 δευτερόλεπτα , 71 δευτερόλεπτα και 12 δευτερόλεπτα .Υπάρχει σαφής διαφορά .Για αυτό το λόγο οι TIFF εικόνες σπανίζουν στο δυαδίκτυο ,ενώ οι JPEG εικόνες χρησιμοποιούνται συχνά και ο GIF τύπος χρησιμοποιείται για περιορισμένες εφαρμογές όπως αναπαράσταση λογότυπων (τα γνωστά logos) .

Ο δεύτερος τρόπος κατηγοριοποίησης υπάρχει στον πίνακα 1-b .Τα περισσότερα προγράμματα συμπίεσης δεδομένων λειτουργούν με την εξής μέθοδο : παίρνουν ένα σύνολο δεδομένων από το αρχικό αρχείο , το συμπιέζουν και στην συνέχεια το γράφουν στο αρχείο εξόδου .Για παράδειγμα , μια από τις τεχνικές αυτού του πίνακα είναι η CS&Q που χρησιμοποιεί υψηλή δειγματοληψία και κβαντικοποίηση (coarser sampling and/or quantization) .Ας υποθέσουμε ότι συμπιέζουμε μια ψηφιοποιημένη κυματομορφή , όπως είναι ένα ηχητικό σήμα που έχει ψηφιοποιηθεί στα 12 ψηφία (bits) .Εμείς μπορούμε να διαβάσουμε δύο γειτονικά δείγματα από το αρχικό αρχείο (μέγεθος 24 bits) , να απορρίψουμε το ένα τελείως , να διώξουμε 4 ψηφία από το άλλο και μετά να γράψουμε τα υπόλοιπα 8 ψηφία στο αρχείο εξόδου .Με 24 ψηφία στην είσοδο και 8 στην έξοδο έχουμε υλοποιήσει βαθμό συμπίεσης της τάξεως του 3 : 1 χρησιμοποιώντας ένα lossy αλγόριθμο .Αν και αποτελεί κάτι πολύ απλοποιημένο , αυτή η τεχνική είναι πολύ αποτελεσματική όταν χρησιμοποιείται με μια άλλη μέθοδο που ονομάζεται συμπίεση μετασχηματισμού .Αυτή είναι η βάση του JPEG προτύπου .

Ο πίνακας 1.1-b δείχνει την CS&Q τεχνική σαν ένα σχήμα σταθερής εισόδου και σταθερής εξόδου .Αυτό σημαίνει ότι ένας σταθερός αριθμός ψηφίων διαβάζεται από το αρχείο εισόδου και ένας μικρότερος σταθερός αριθμός ψηφίων γράφεται στο αρχείο εξόδου .Άλλες μέθοδοι συμπίεσης επιτρέπουν διάβασμα ή γράψιμο

μεταβλητού αριθμού ψηφίων . Ο λόγος που δεν υπάρχουν σε αυτόν τον πίνακα η MPEG (που είναι και στο κέντρο του ενδιαφέροντος για την διπλωματικής μας εργασία) και η JPEG τεχνική είναι ότι αποτελούν σύνθετους αλγόριθμους που συνδυάζουν πολλές τεχνικές συμπίεσης .Είναι πολύ πολύπλοκες διαδικασίες για να ταξινομηθούν σε αυτές τις απλές κατηγορίες . [1]

1.2-ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΒΙΝΤΕΟ

Εισαγωγή :

Για να γίνει εφικτή η σπουδαιότητα της βίντεο συμπίεσης πρέπει να ορίσουμε μια τυπική παρουσίαση των δεδομένων που συμπιέζονται .Σε αυτό το κεφάλαιο δίνουμε μια περίληψη των πιο τυπικών περιπτώσεων για το ψηφιακό βίντεο που χρησιμοποιούνται σήμερα .

1.2.1 Παρουσίαση χρώματος

Αν και το ορατό φως αποτελείται από ένα ομογενές μέσο κυματομορφών , έχει γίνει γνωστό έδω και μερικές δεκαετίες ότι ένα μικρό σύνολο από βασικά χρώματα , όταν αναμειγνύονται στις σωστές αναλογίες , μπορεί να προσομοιώσει μια μεγάλη ποικιλία χρωμάτων .Οι πηγές φωτός του κόκκινου , του πράσινου και του μπλέ (RGB) σχηματίζουν ένα τέτοιο σύνολο βασικών χρωμάτων .Αυτό είναι ένα αθροιστικό (additive) σύστημα αφού η παρουσία όλων των βασικών χρωμάτων στις μέγιστες εντάσεις τους έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία του άσπρου χρώματος .Στην ζωγραφική και στην τυπογραφία οι κυανές , οι βαθές κόκκινες και οι κίτρινες βαφές ή τα μελάνια αποτελούν ένα άλλο σύνολο βασικών χρωμάτων .Αυτό είναι ένα αφαιρετικό σύστημα αφού η έλλειψη όλων των βασικών χρωμάτων οδηγεί σε μια απόχρωση του άσπρου χρώματος .

Το φαινόμενο της διαίσθησης του χρώματος απεικονίζεται στον τρόπο με τον οποίο το ανθρώπινο μάτι αντιδρά σε αυτό και κάνει πιθανή την αναπαράσταση μιας οπτικής εικόνας ως ένα σύνολο από σήματα έντασης .Για παράδειγμα ,οι έγχρωμες

τηλεοράσεις και οι οθόνες των υπολογιστών μεταδίδουν μια έγχρωμη εικόνα μέσω της διέγερσης κόκκινων,πράσινων και μπλέ φωσφόρων με δέσμες ηλεκτρονίων μεταβαλλόμενης έντασης .Αυτά είναι ορισμένα από τα συστήματα αναπαράστασης χρώματος που χρησιμοποιούνται σήμερα .Παρακάτω , περιγράφουμε διάφορα συστήματα χρώματος που είναι σχετικά με το ψηφιακό βίντεο .

Στις Ηνωμένες Πολιτείες η Διεθνής Επιτροπή Τηλεοπτικών Συστημάτων έχει ορίσει ένα RGB χρωματικό σύστημα που βασίζεται πάνω στους τρεις τύπους φωσφόρων που εκλύουν φώς στις κόκκινες,πράσινες και μπλέ περιοχές του φάσματος .Η κανονικοποίηση των RGB στοιχείων στην περιοχή από 0 έως 1 έχει σαν αποτέλεσμα το άσπρο χρώμα να αναπαριστάται ως $R=G=B=1$.

Τα RGB στοιχεία χρώματος αυτού του συστήματος δεν χρησιμοποιούνται για μετάδοση τηλεοπτικού σήματος .Αντί για αυτό το YIQ σύστημα χρωμάτων χρησιμοποιείται για μετάδοση .Το YIQ σύστημα σχεδιάστηκε για να διατηρηθεί η συμβατότητα με τα παλιά ασπρόμαυρα τηλεοπτικά συστήματα .Το Y στοιχείο αντιπροσωπεύει την πληροφορία φωτεινότητας που μπορεί να αποκωδικοποιηθεί συμβατά από μια ασπρόμαυρη τηλεόραση .Εκτός από το Y στοιχείο υπάρχουν άλλα δύο στοιχεία χρωμικότητας ,το I και το Q .Το I περιέχει ανοικτά ή λίγο ανοικτά χρώματα ενώ το Q περιέχει τα υπόλοιπα .Για να χωρέσουν τα YIQ έγχρωμα σήματα στο ίδιο εύρος ζώνης καναλιού σαν ένα ασπρόμαυρο σήμα ,τα χρωματικά στοιχεία I και Q μεταδίδονται σε μειωμένο εύρος ζώνης σε σύγκριση με το στοιχείο φωτεινότητας .Αυτή η προσέγγιση υπάρχει λόγω της μειωμένης ευαισθησίας του ανθρώπινου οπτικού συστήματος σε αλλαγές χρώματος .Για να απλοποιηθεί η χρωματική αποκωδικοποίηση από YIQ σε RGB ,τα YIQ στοιχεία συσχετίζονται γραμμικά με τα RGB στοιχεία σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις :

$$Y = 0,299*R + 0,587*G + 0,114*B$$

$$I = 0,596*R - 0,274*G - 0,322*B$$

$$Q = 0,211*R - 0,523*G + 0,896*B$$

Έξω από τις Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποιούνται ευρέως τα PAL και SECAM τηλεοπτικά συστήματα .Το PAL σύστημα χρησιμοποιεί το YUV χρωματικό σύστημα και το SECAM χρησιμοποιεί το YDbDr χρωματικό σύστημα .Τα YUV και τα YDrDb στοιχεία ,όπως και τα YIQ , είναι γραμμικά συσχετισμένα με τα RGB στοιχεία .Οι σχέσεις μετατροπής για το YUV είναι :

$$Y = 0,299*R + 0,587*G + 0,114*B$$

$$\begin{aligned} U &= -0,147*R - 0,289*G + 0,436*B \\ &= 0,492*(B - Y) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= 0,615*R - 0,515*G - 0,100*B \\ &= 0,877*(R - Y) \end{aligned}$$

Οι σχέσεις μετατροπής για το YDbDr είναι :

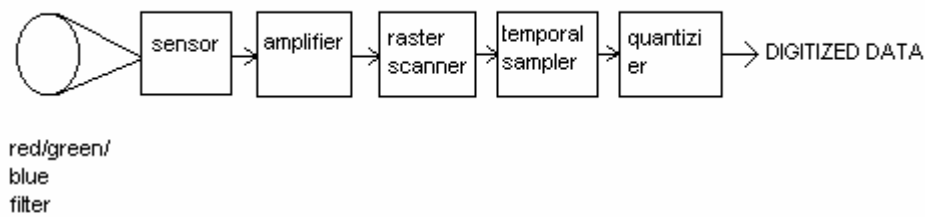
$$Y = 0,299*R + 0,587*G + 0,114*B$$

$$\begin{aligned} Dr &= -0,450*R - 0,883*G + 1,333*B \\ &= 3,059*U \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Db &= -1,333*R + 1,116*G - 0,217*B \\ &= -2,169*V \end{aligned}$$

1.2.2 Ψηφιοποίηση

Το αναλογικό βίντεο που συγκρατείται από ένα αισθητήρα φωτός για να είναι έτοιμο προς επεξεργασία στους υπολογιστές πρέπει πρώτα να ψηφιοποιηθεί .Η ψηφιοποίηση του βίντεο αποτελείται από τα ακόλουθα 3 βήματα : 1)Χωρική δειγματοληψία , 2)Χρονική δειγματοληψία , 3)Κβαντικοποίηση .Το μπλόκ διάγραμμα της διαδικασίας αυτής παρουσιάζεται στην εικόνα 1.1 και παρουσιάζει την διαδικασία ψηφιοποίησης ενός χρωματικού στοιχείου .



Block Diagram of a video Digitizer

Εικόνα 1.1 -Μπλόκ διάγραμμα ενός ψηφιοποιητή βίντεο

Τα βήματα που αναφέραμε δεν είναι αναγκαίο να εκτελούνται με την σειρά που παρουσιάζονται στην παραπάνω εικόνα , ορισμένα από αυτά μπορούν να συνδυαστούν σε μια μεμονωμένη λειτουργία .

1.2.3 Χωρική δειγματοληψία

Η χωρική δειγματοληψία αποτελεί την διενέργεια μετρήσεων πάνω σε αναλογικό σήμα για πεπερασμένο σύνολο σημείων δειγματοληψίας μέσα σε μια πεπερασμένη ορατή περιοχή (ή εικόνα) .Τα σημεία δειγματοληψίας περιορίζονται σε ένα πλέγμα ,συνήθως ορθογώνιο πλέγμα , με σκοπό την απλοποίηση της διαδικασίας .Το δύο διαστάσεων σύνολο σημείων δειγματοληψίας μετατρέπεται σε μια διάσταση μέσω της διαδικασίας του σαρώματος περιοχής .Οι δύο βασικοί τύποι σαρώματος είναι το α)προοδευτικό σάρωμα και το β)πεπλεγμένο σάρωμα .Στο προοδευτικό σάρωμα τα σημεία δειγματοληψίας σαρώνονται από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω μέχρι κάτω .Στο πεπλεγμένο σάρωμα , τα σημεία διαχωρίζονται σε περιττές και άρτιες γραμμές σαρώματος .Οι περιττές γραμμές σαρώνονται πρώτες από τα αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω .Στην συνέχεια σαρώνονται οι άρτιες γραμμές .Οι περιττές (όπως και οι άρτιες) γραμμές σαρώματος απαρτίζουν ένα πεδίο .Στο πεπλεγμένο σάρωμα δύο πεδία αποτελούν μια εικόνα .Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι τα περιττά και άρτια πεδία δειγματοληπτούνται και εκθέτονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές .Επομένως , το χρονικό διάστημα μεταξύ των πεδίων

σε ένα πεπλεγμένο σάρωμα είναι το μισό σε σχέση με αυτό μεταξύ των εικόνων .Το πεπλεγμένο σάρωμα χρησιμοποιείται ευρέως για τηλεοπτικά σήματα και το προοδευτικό σάρωμα συνήθως χρησιμοποιείται για επιδείξεις σε φίλμ και υπολογιστές .

1.2.4 Χρονική δειγματοληψία

Το ανθρώπινο οπτικό σύστημα είναι σχετικά αργό σε ανταποκρίσεις χρονικών αλλαγών .Η προβολή τουλάχιστον 16 εικόνων βίντεο το δευτερόλεπτο δημιουργεί μια ψευδαίσθηση κίνησης .Η παρατήρηση αυτή είναι η βάση της τεχνολογίας κινούμενης εικόνας όπου εκτελείται τυπικά χρονική δειγματοληψία σε ρυθμό της τάξεως των 24 εικόνων το δευτερόλεπτο .Για την τηλεόραση συνήθως χρησιμοποιούνται ρυθμοί δειγματοληψίας της τάξεως των 25 και 30 εικόνων το δευτερόλεπτο .Στο πεπλεγμένο σάρωμα ορισμένες φορές ο ρυθμός δειγματοληψίας εκφράζεται σαν αριθμός πεδίων το δευτερόλεπτο , που είναι διπλάσιος του αριθμού των εικόνων το δευτερόλεπτο .

1.2.5 Κβαντικοποίηση

Το βίντεο σήμα , μετά από την χωρική και χρονική δειγματοληψία , αποτελείται μια ακολουθία τιμών συνεχόμενης έντασης .Οι τιμές συνεχόμενης έντασης είναι μη συμβατές με την ψηφιακή επεξεργασία γι' αυτό και ένα επιπλέον βήμα χρειάζεται πριν επεξεργαστούμε ψηφιακά την πληροφορία .Οι συνεχόμενης έντασης τιμές μετατρέπονται σε ένα διακριτό σύνολο τιμών μέσω της διαδικασίας που καλείται κβαντικοποίηση .

Η κβαντικοποίηση μπορεί να οριστεί σαν η αντιστοιχία από ένα συνεχόμενο πεδίο σε μια διακριτή περιοχή .Μια συγκεκριμένη αντιστοιχία κβαντικοποίησης ονομάζεται κβαντικοποιητής .Τυπικά η αρχική κβαντικοποίηση μια συνεχόμενης πηγής εκτελείται με την χρήση ενός αριθμού επιπέδων κβαντικοποίησης που είναι δύναμη του 2, έτσι ένας σταθερός αριθμός ψηφίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί με σκοπό την αναπαράσταση της κβαντικοποιημένης τιμής .Η αναπαράσταση της συνεχόμενης

τιμής με ένα πεπερασμένο αριθμό επιπέδων , που χρησιμοποιεί δυαδικό κώδικα , αναφέρεται συχνά ως διαμόρφωση παλμικού κώδικα .

Συμπερασματικά , μετά την χωρική δειγματοληψία , την χρονική δειγματοληψία και την κβαντικοποίηση έχουμε NxM στοιχεία πίνακα που καλούνται κοινώς εικονοστοιχεία (pixels ή pels) και αναπαριστούνται με την χρήση ενός σταθερού αριθμού ψηφίων .

1.2.6 Διαδεδομένοι τύποι βίντεο δεδομένων

Διάφορες δομές αναπαράστασης βίντεο έχουν τυποποιηθεί με σκοπό την προώθηση της ανταλλαγής ψηφιακών βίντεο δεδομένων .Παρακάτω , παρουσιάζουμε ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς τυπικές αναπαραστάσεις .

CCIR-601 πρότυπο : Τα YIQ ,YUV και YDrDb χρωμικά συστήματα , επειδή σχεδιάστηκαν για αναλογική τηλεόραση , είναι κατά βάση αναλογικά .Το CCIR-601 ψηφιακό βίντεο πρότυπο ορίζει μια τυπική ψηφιακή αναπαράσταση βίντεο σε σχέση με τα YCrCb χρωμικά στοιχεία .Το CCIR-601 ορίζει ψηφιακές κωδικοποιήσεις 8-ψηφίων και 10-ψηφίων .Στην κωδικοποίηση 8 ψηφίων , με την παραδοχή ότι τα RGB στοιχεία έχουν ψηφιοποιηθεί στην περιοχή [0,255] , τα YCrCb στοιχεία ορίζονται σύμφωνα με τις ακόλουθες σχέσεις :

$$Y = 0,257*R + 0,504*G + 0,098*B + 16$$

$$Cr = 0,439*R - 0,368*G + -0,071*B + 128$$

$$Cb = -0,148*R - 0,291*G + 0,439*B + 128$$

Το CCIR-601 πρότυπο ορίζει ένα σύνολο τύπων ψηφιακού βίντεο .Ο πιο κοινός τύπος που χρησιμοποιείται είναι ο 4:2:2 , 13.5 Mhz τύπος .Σε αυτό τον τύπο το στοιχείο φωτεινότητας δειγματοληπτείται σε ρυθμό της τάξεως των 13.5MHz με 720 ενεργά δείγματα ανά γραμμή .Τα στοιχεία χρωμικότητας , Cr και Cb , δειγματοληπτούνται σε ρυθμό 6.75 MHz , το καθένα , με 360 ενεργά δείγματα ανά

γραμμή .Για το NTSC , σύστημα που υποστηρίζεται στις Ηνωμένες Πολιτείες , αυτή η δειγματοληψία αποδίδει 486 ενεργές γραμμές ανά εικόνα σε 60 πεδία το δευτερόλεπτο .Για το PAL , σύστημα που υποστηρίζεται στην Ευρώπη , η δειγματοληψία αποδίδει 576 ενεργές γραμμές ανά εικόνα σε 50 πεδία το δευτερόλεπτο .

Σε σχέση με τα εικονοστοιχεία μιας εικόνας ο 4:2:2 CCIR-601 τύπος καθορίζει χωρική δειγματοληψία της τάξεως των 720 x 486 για το NTSC και 720 x 576 για το PAL . Η χρονική δειγματοληψία είναι πεπλεγμένη στα 60 πεδία το δευτερόλεπτο για το NTSC και πεπλεγμένη στα 50 πεδία το δευτερόλεπτο για το PAL .Τα χρωμικά στοιχεία υποδειγματοληπτούνται στην οριζόντια διάσταση , σε σχέση με το στοιχείο φωτεινότητας , με σκοπό την εκμετάλλευση της μειωμένης ευαισθησίας του ανθρώπινου οπτικού συστήματος στο χρώμα .Αυτή η διαδικασία υποδειγματοληψίας αναφέρεται σαν ο 4:2:2 τύπος .

Τύπος πηγαίας εισόδου (Source Input Format-SIF)

Ο τύπος πηγαίας εισόδου καθορίζει χωρική δειγματοληψία της τάξεως των 360 x 240 και προοδευτική χρονική δειγματοληψία στις 30 εικόνες το δευτερόλεπτο για NTSC βίντεο και 360 x 288 χωρική δειγματοληψία σε προοδευτικό ρυθμό εικόνων της τάξεως των 25 εικόνων το δευτερόλεπτο για PAL βίντεο .Το χρώμα παριστάνεται , όπως και στον CCIR-601 τύπο , με την χρήση τριών στοιχείων : του Y , του Cr και του Cb .Κάθε στοιχείο κβαντικοποιείται γραμμικά χρησιμοποιώντας 8 ψηφία .Τα χρωμικά στοιχεία , Cb και Cr , υποδειγματοληπτούνται με συντελεστή δύο στην οριζόντια και στην κάθετη διάσταση αποδίδοντας δειγματοληψία χρωμικότητας της τάξεως των 180 x 120 στις 30 εικόνες το δευτερόλεπτο και 180 x 144 στις 25 εικόνες το δευτερόλεπτο .Αυτός ο τύπος δειγματοληψίας αναφέρεται ως 4:2:0 τύπος .

Κοινός ενδιάμεσος τύπος (Common Intermediate Format –CIF)

Το μειονέκτημα του CCIR-601 και του SIF τύπου , που αναλύσαμε παραπάνω , είναι ότι καθορίζουν διαφορετικές χωρικές και χρονικές παραμέτρους δειγματοληψίας για τα NTSC και PAL συστήματα .Ο κοινός ενδιάμεσος τύπος , όπως υποδηλώνει και το όνομα του , προτάθηκε για να αποτελέσει την ‘γέφυρα’ μεταξύ του NTSC και του

PAL .Το χρώμα παριστάνεται , όπως και στον CCIR-601 τύπο , με την χρήση των YCrCb όπου κάθε στοιχείο κβαντικοποιείται γραμμικά χρησιμοποιώντας 8 ψηφία .Ο CIF (συντομογραφικά) τύπος χρησιμοποιεί την 4:2:0 χρωμική δειγματοληψία με ένα μέγεθος εικόνας της τάξεως των 352 x 288 .Η χρονική δειγματοληψία είναι στις 30 εικόνες το δευτερόλεπτο .Για χρήση με τα PAL συστήματα , ο CIF τύπος απαιτεί μετατροπή του ρυθμού εικόνας στις 25 εικόνες το δευτερόλεπτο .Για τα NTSC συστήματα είναι αναγκαία χωρική επαναδειγματοληψία .

Οι διασκέψεις βίντεο και άλλες χαμηλού ρυθμού ψηφίων και μικρής ανάλυσης εφαρμογές , χρησιμοποιούν μια εκδοχή του CIF μικρότερης κλίμακας που ονομάζεται ενός τετάρτου κοινός ενδιάμεσος τύπος (Quarter CIF – QCIF) .Αυτός ο τύπος καθορίζει μια εικόνα με την μισή ανάλυση από ότι ο CIF σε κάθε διάσταση : 176 x 144 .Πολλές εφαρμογές χαμηλού ρυθμού ψηφίων (low-bit-rate) χρησιμοποιούν ρυθμό εικόνας της τάξεως των 5 εικόνων το δευτερόλεπτο (από 30 εικόνες το δευτερόλεπτο που είναι κανονικά) .[2]

1.3-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΒΙΝΤΕΟ-ΤΥΠΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ

Αναφορά στην βίντεο συμπίεση

Όπως είδαμε το ψηφιακό βίντεο είναι ουσιαστικά ένα σύνολο στατικών εικόνων που εναλλάσσονται γρήγορα πολλές φορές το δευτερόλεπτο. Επειδή όμως ο όγκος του συνόλου της πληροφορίας αυτής είναι πολύ μεγάλος έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές συμπίεσης των δεδομένων. Κάθε αλγόριθμος συμπίεσης έχει τα δικά του χαρακτηριστικά όπως η πολυπλοκότητα του, η ποιότητα του συμπιεσμένου video που παράγει αλλά και οι δυνατότητες συμπίεσης που έχει ως προς το ασυμπίεστο video. Τα διάφορα πρότυπα αναπτύχθηκαν για να εξυπηρετήσουν διαφορετικές ανάγκες πχ αν έχουμε πολύ μεγάλο εύρος ζώνης θέλουμε μικρή συμπίεση χωρίς απώλειες (MPEG-2). Σε άλλες περιπτώσεις το εύρος ζώνης είναι τόσο περιορισμένο ώστε μας αρκεί μια κακής ποιότητας εικόνα που όμως να είναι ικανή να μεταδοθεί (MPEG-4).

Ολοκληρώνοντας πρέπει να πούμε ότι σε τελική ανάλυση η εφαρμογή που χρειάζεται το σήμα βίντεο είναι αυτή που θα καθορίσει τις προδιαγραφές της ποιότητας του. Οι

προδιαγραφές αυτές καθορίζουν τις τιμές που θα πρέπει να έχει το σύνολο των προαναφερθέντων χαρακτηριστικών. Για παράδειγμα σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι αρκετή ανάλυση του 1/4 της οθόνης, με συχνότητα 15 καρέ το δευτερόλεπτο και χρωματική ανάλυση 8 ψηφίων ανά εικονοστοιχείο ενώ σε άλλες η πλήρης οθόνη (768 x 484), με συχνότητα 24 ή 30 καρέ το δευτερόλεπτο και 24 ψηφία ανά εικονοστοιχείο (16.7 εκατ. χρώματα).

Τύποι Συμπίεσης Βίντεο (Compression Formats)

Γενικότερα υπάρχουν διάφορα είδη τεχνικών συμπίεσης βίντεο. Εμείς θα επιχειρήσουμε εδώ μια σύντομη απαρίθμηση τους κάνοντας παράλληλα κάποια συμπληρωματικά σχόλια.

Ανοικτά Πρότυπα Συμπίεσης Βίντεο (Open Video Compression Standards)

MPEG-1: Το πρότυπο αυτό βασίζεται στη παρατήρηση ότι το σύνολο των διαδοχικών εικόνων μιας ακολουθίας βίντεο συνήθως διαφέρει ελάχιστα με αποτέλεσμα να έχουμε αρκετή πλεονάζουσα πληροφορία. Η συμπίεση που επιτυγχάνει είναι της τάξης του 26:1. Το πρότυπο MPEG-1 είχε σαν αρχικό στόχο την αποθήκευση συγχρονισμένου ήχου και έγχρωμης κινούμενης εικόνας σε οπτικό δίσκο (CD-ROM). Αυτός ήταν ο λόγος όπου το για το ηχητικό κανάλι δεσμεύτηκαν 200 ως 320 Kbps (για ποιότητα ήχου εφάμιλλής του CD) ενώ για την κινούμενη εικόνα είναι 1.15 έως 1.2 Mbps. Η ποιότητα της εικόνας είναι επιπέδου ενός οικιακού βίντεο (VCR).

MPEG-2 ή H.262: Το MPEG-2 απευθύνεται σε εφαρμογές με μεγάλες απαιτήσεις στην ποιότητα του βίντεο. Μάλιστα αρχικά προοριζόταν για συμπίεση βίντεο με ποιότητα στούντιο και απαιτούμενο εύρος ζώνης από 4 έως 6Mbps. Καθώς όμως ενσωμάτωσε και το MPEG-3, το οποίο εγκαταλείφθηκε, υποστηρίζει πλέον και διάφορα είδη τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας (HDTV). Το πρότυπο απαιτεί μεταβλητούς ρυθμούς μετάδοσης, καθώς ο βαθμός συμπίεσης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με την πολυπλοκότητα των πλαισίων που κωδικοποιούνται .

MPEG-4: Το MPEG-4 προορίζεται για εφαρμογές με πολύ μικρό διαθέσιμο εύρος ζώνης πχ 4.8 έως 64Kbps. Δηλαδή εύρος ζώνης όπου με τους παραδοσιακούς αλγόριθμους η αποστολή βίντεο είναι απαγορευτική. Το πεδίο εφαρμογής του είναι πολύ ευρύ και προσανατολίζεται κυρίως σε εφαρμογές τηλεδιάσκεψης . Το πρότυπο αυτό βρίσκεται σε εξέλιξη και η ολοκλήρωση του πρόκειται να αλλάξει αρκετά τον χώρο της τηλεκπαίδευσης.

H.261: Είναι το πρότυπο που καθορίζει τον τρόπο όπου η εικόνα συμπιέζεται και κωδικοποιείται για μετάδοση πάνω από δίκτυα χαμηλών ταχυτήτων. Χρησιμοποιείται από τα περισσότερα συστήματα τηλεδιάσκεψης ώστε να εξασφαλίζεται η μεταξύ τους συμβατότητα.

H.263, H.263+: Είναι μία παραλλαγή του H.261 αλλά είναι ειδικά σχεδιασμένο για μετάδοση με χαμηλό ρυθμό ψηφίων (bit rate) . Χρησιμοποιείται στο πρότυπο H.324 για δίκτυα τύπου General Switched Telephone Network (GSTN), δηλαδή απλές τηλεφωνικές αναλογικές γραμμές, και στο πρότυπο H.323 για δίκτυα IP ταχυτήτων 64-128kbps .

MJPEG (Motion JPEG): Το πρότυπο αυτό βασίζει τη συμπίεση του βίντεο στον εντοπισμό και στην εξάλειψη του χωρικού πλεονάσματος των εικόνων που αποτελούν το βίντεο . Δηλαδή συμπιέζονται ξεχωριστά οι εικόνες που το αποτελούν, γεγονός που του προσδίδει αντοχή σε λάθη κατά την μετάδοση (καθώς κάθε καρέ είναι ανεξάρτητο) αλλά και δυνατότητα επέμβασης σε επίπεδο καρέ.

DV: DV-25 (25 Mbps), DV-50 (50 Mbps) [3]

Μία συγκριτική ανάλυση κάποιων από τα παραπάνω πρότυπα φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Standard	Bandwidth	Compression ratio	Rate	Loss
Motion JPEG	1-10 Mbps	7-27:1	Variable	Yes
MPEG-1	1.2-2 Mbps	100:1	Variable	Yes

MPEG-2 (H.262)	4-60 Mbps	30-100:1	Variable	Yes
H.261	64 Kbps - 2 Mbps	24:1	Constant	
DVI	1.2-2.5 Mbps	160:1		Yes
CCIR 723	34-45 Mbps	3-5:1		

Πίνακας 1.2-Συγκριτική ανάλυση προτύπων βίντεο συμπίεσης

1.4-MPEG-2 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΒΙΝΤΕΟ

1.4.1 Εισαγωγή

Η πρόσφατη πρόοδος της ψηφιακής τεχνολογίας έχει κάνει πρακτική την εκτεταμένη χρήση συμπιεσμένων ψηφιακών βίντεο σημάτων. Η τυποποίηση (Standardisation) έχει γίνει πολύ σημαντική στην ανάπτυξη κοινών μεθόδων συμπίεσης που χρησιμοποιούνται σε νέες υπηρεσίες και προϊόντα . Αυτό επιτρέπει στις νέες υπηρεσίες να ενδολειτουργούν μεταξύ τους και ενθαρρύνει την επενδυτική δραστηριότητα που χρειάζεται στα ολοκληρωμένα κυκλώματα έτσι ώστε να γίνει η τεχνολογία φθηνότερη. Το MPEG-2 πρότυπο αποτελεί ένα από αυτά τα τυποποιημένα πρότυπα . Στην συνέχεια αναφερόμαστε εκτενέστερα σε αυτό .

Το MPEG-2 είναι επέκταση του διεθνές προτύπου MPEG-1 για ψηφιακή συμπίεση ηχητικών (audio) και τηλεοπτικών (video) σημάτων. Το MPEG-1 σχεδιάστηκε με σκοπό την κωδικοποίηση προοδευτικά σαρωμένου video σε ρυθμούς ψηφίων (bit rates) έως 1.5 Mbit/s για εφαρμογές όπως το CD-i (compact disc interactive). Το MPEG-2 πρότυπο είναι προορισμένο για υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων (data rates), παρέχει επιπλέον αλγοριθμικά εργαλεία για αποτελεσματική κωδικοποίηση πεπλεγμένου (interlaced) βίντεο , υποστηρίζει μεγάλη έκταση από ρυθμούς ψηφίων

(bit rates) και προσφέρει για πολυκαναλικό περιβάλλον (multichannel surround) ηχητική κωδικοποίηση .

Η MPEG (Moving Picture Experts Group-Ομάδα ειδικών κινούμενης εικόνας) ομάδα άρχισε το 1988 σαν μια ομάδα εργασίας με σκοπό τον καθορισμό προτύπων για ψηφιακή συμπίεση ηχητικών-εικονικών σημάτων . Η πρώτη εργασία της MPEG , το MPEG-1 , δημοσιεύτηκε το 1993 σαν ISO/IEC 11172 [1].Αυτό είναι πρότυπο με τρία μέρη που ορίζονται μέθοδοι κωδικοποίησης ηχητικής και βίντεο συμπίεσης καθώς και ένα σύστημα πολυπλεξίας για ηχητικά και βίντεο δεδομένα έτσι ώστε να μπορούν να συνδυάζονται ταυτόχρονα.Το MPEG-1 υποστηρίζει βίντεο κωδικοποίηση έως και 1.5 Mbit/s δίνοντας ποιότητα παρόμοια με VHS και στερεοφωνικά ηχητικά σήματα στα 192 bit/s.Η χρησιμότητα του βρίσκει εφαρμογή σε CD-i και Video-CD συστήματα για αποθήκευση βίντεο και ήχου στο γνωστό σε όλους μας CD-ROM .

Κατά την διάρκεια του 1990,η MPEG αναγνώρισε την ανάγκη ενός δεύτερου σχετικού προτύπου για ηχητικά και τηλεοπτικά σήματα σε υψηλότερους βαθμούς δεδομένων (data rates).Το MPEG-2 πρότυπο είναι ικανό να κωδικοποιεί τηλεοπτικά σήματα κανονικής ευκρίνειας (standard-definition television) σε ρυθμούς ψηφίων της τάξεως των 3-15 Mbit/s και τηλεοπτικά σήματα υψηλής ευκρίνειας (high-definition television) γύρω στα 15-30 Mbit/s.Το MPEG-2 επεκτείνει τις στερεοφωνικές ηχητικές (stereo audio) δυνατότητες του MPEG-1 σε πολυκαναλικού περιβάλλοντος ηχητική κωδικοποίηση.Οι MPEG-2 αποκωδικοποιητές αποκωδικοποιούν και MPEG-1 ροές ψηφίων . Τα σχέδια για τον ήχο και το βίντεο καθώς και οι προδιαγραφές των συστημάτων τελείωσαν τον Νοέμβριο του 1993 .Η ISO/IEC ,επίσημη επιτροπή αρμόδια για τέτοιου είδους εφαρμογές ,έδωσε την έγκριση τον Νοέμβριο του 1994,ενώ το τελικό κείμενο δημοσιεύτηκε το 1995.

Το MPEG-2 είναι ένα γενικό σύστημα κωδικοποίησης βίντεο που υποστηρίζει διάφορα είδη εφαρμογών.Διαφορετικά αλγοριθμικά εργαλεία ,αναπτυγμένα για πολλές εφαρμογές ,έχουν ολοκληρωθεί στο πλήρες πρότυπο.Η υλοποίηση όλων των χαρακτηριστικών του προτύπου σε όλους τους αποκωδικοποιητές είναι δύσκολη και με σπατάλη του εύρους ζώνης,γι' αυτό ένας μικρός αριθμός υποσυνόλων(γνωστά ως profiles και levels) έχει οριστεί.Ένα profile (προφίλ) είναι ένα υποσύνολο από

αλγοριθμικά εργαλεία και ένα level (επίπεδο) αντιπροσωπεύει ένα σύνολο περιορισμών σε τιμές παραμέτρων (όπως το μέγεθος εικόνας και ο ρυθμός ψηφίων).Ένας αποκωδικοποιητής που υποστηρίζει ένα συγκεκριμένο προφίλ και επίπεδο απαιτείται να περιέχει μόνο το ζητούμενο υποσύνολο του πλήρους προτύπου και ένα σύνολο από περιορισμούς παραμέτρων.Στην συνέχεια παρουσιάζονται: 1)οι αρχές που διέπουν τα MPEG-2 συστήματα βίντεο συμπίεσης , 2) η γενική δομή του κωδικοποιητή και του αποκωδικοποιητή καθώς και 3) περιγραφή των προφίλ και των επιπέδων. [4]

1.4.2 Αρχές που διέπουν τα MPEG-2 βίντεο συστήματα

Οι υπηρεσίες της τηλεόρασης στην ευρώπη εκπέμπουν βίντεο σε ρυθμό εικόνων της τάξεως των 25Hz.Κάθε frame (εικόνα κοινώς) αποτελείται από 2 πεπλεγμένα πεδία (interlaced fields) που δίνουν βαθμό πεδίου της τάξεως των 50Hz.Το πρώτο πεδίο κάθε εικόνας περιέχει μόνο τις περιττές αριθμητικά γραμμές της εικόνας (αριθμούμε την πρώτη γραμμή εικόνας σαν γραμμή 1).Το δεύτερο πεδίο περιέχει μόνο τις άρτιες αριθμητικά γραμμές της εικόνας και δειγματοληπτείται από την βίντεο κάμερα 20 χιλιοστά του δευτερολέπου μετά από το πρώτο πεδίο.Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μια πεπλεγμένη εικόνα περιέχει πεδία από 2 στιγμές στον χρόνο.Η Αμερικανική τηλεόραση ακολουθεί την ίδια διαδικασία αλλά με βαθμό εικόνας περίπου στα 30Hz.

Σε βίντεο συστήματα εκτός της τηλεόρασης συνήθως χρησιμοποιείται μη πεπλεγμένο (non-interlaced) βίντεο (για παράδειγμα οι υπολογιστές έχουν σαν έξοδο μη-πεπλεγμένο βίντεο).Στο μη-πεπλεγμένο βίντεο όλες οι γραμμές της εικόνας δειγματοληπτούνται την ίδια χρονική στιγμή.Το μη-πεπλεγμένο βίντεο καλείται επίσης σαν ‘προοδευτικά σαρωμένο’ (progressively scanned) ή ‘ακολουθιακά σαρωμένο’ (sequentially scanned) βίντεο.

Τα κόκκινα,πράσινα και μπλέ σήματα(βάση του RGB συστήματος) που έρχονται από μια έγχρωμη τηλεοπτική κάμερα μπορούν ισοδύναμα να εκφραστούν σαν στοιχεία φωτεινότητας (luminance-Y) και χρωμικότητας(chrominance-UV).Το εύρος ζώνης της χρωμικότητας μπορεί να μειωθεί σε σχέση με την φωτεινότητα χωρίς να υπάρχει σημαντική επίδραση στην ποιότητα της εικόνας.Για βίντεο κανονικής ευκρίνειας (standard definition video) η CCIR σύσταση ορίζει πως τα στοιχεία (YUV) των

βίντεο σημάτων μπορούν να δειγματοληπτηθούν και να ψηφιοποιηθούν ώστε να σχηματίζουν διακριτά εικονοστοιχεία (pixels). Οι όροι 4:2:2 και 4:2:0 συχνά χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την δειγματοληπτημένη δομή μιας ψηφιακής εικόνας. Το 4:2:2 σημαίνει ότι η χρωμικότητα υποδειγματοληπτείται στην οριζόντια διάσταση με ένα συντελεστή 2 σε σχέση με την φωτεινότητα, ενώ το 4:2:0 σημαίνει ότι η χρωμικότητα υποδειγματοληπτείται στην οριζόντια και στην κάθετη διάσταση με ένα συντελεστή 2 σε σχέση με την φωτεινότητα.

Η ενεργή περιοχή μιας εικόνας της ψηφιακής τηλεόρασης, δειγματοληπτημένη σύμφωνα με την CCIR σύσταση, είναι 720 pixels (εικονοστοιχεία) σε 576 γραμμές για βαθμό εικόνας της τάξης των 25Hz. Εάν χρησιμοποιούμε 8 ψηφία για κάθε Y, U ή V εικονοστοιχείο οι μη-συμπιεσμένοι ρυθμοί ψηφίων για τα 4:2:2 και 4:2:0 σήματα είναι: [4]

4:2:2:	$720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 576 \times 25 \times (8 + 8) = 166 \text{ Mbit/s}$
4:2:0:	$720 \times 576 \times 25 \times 8 + 360 \times 288 \times 25 \times (8 + 8) = 124 \text{ Mbit/s}$

1.4.3 Αρχές μείωσης του ρυθμού ψηφίων

Ένα σύστημα μείωσης του ρυθμού ψηφίων λειτουργεί με βάση την μετακίνηση περιττής πληροφορίας από το σήμα στον κωδικοποιητή πριν την μετάδοση και η επαναφορά αυτής της πληροφορίας στον αποκωδικοποιητή. Ένα ζευγάρι κωδικοποιητή και αποκωδικοποιητή πολλές φορές αναφέρεται σαν 'codec'. Στα βίντεο σήματα 2 ξεχωριστά είδη περιττής πληροφορία μπορούν να αναγνωριστούν.

Χωρική και χρονική επανάληψη πληροφορίας: Οι τιμές των εικονοστοιχείων δεν είναι ανεξάρτητες αλλά συσχετίζονται με τους 'γείτονες' τους μέσα στην ίδια εικόνα και γενικά μέσα στις εικόνες. Έτσι μέχρι κάποιο σημείο η τιμή ενός pixel είναι προβλέψιμη αν έχουμε τις τιμές των γειτονικών pixels.

Ψυχο-εικονική επανάληψη πληροφορίας: Το ανθρώπινο μάτι έχει μειωμένη απόκριση σε τέλειες χωρικές λεπτομέρειες και είναι λιγότερο ευαίσθητο σε λεπτομέρειες κοντά στις άκρες του αντικειμένου ή γύρω από αλλαγές πλάνου (shot-

changes). Συνεπώς, ελεγχόμενες εξασθενήσεις που εισάγονται στην αποκωδικοποιημένη εικόνα, με την κατάλληλη διαδικασία μείωσης του ρυθμού ψηφίων, δεν γίνονται αντιληπτές από τον ανθρώπινο παρατηρητή.

Δύο βασικές τεχνικές μείωσης του ρυθμού ψηφίων που υπάρχουν μέσα στο MPEG codec είναι : α)η intra-frame διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου(Discrete Cosine Transform) κωδικοποίηση και β)η αντισταθμισμένης κίνησης(motion-compensated) inter-frame πρόβλεψη.

Intra-frame DCT κωδικοποίηση

DCT:Ένας 2-διαστάσεων διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου εκτελείται σε μικρά μπλοκ (8 εικονοστοιχεία σε 8 γραμμές) για κάθε στοιχείο της εικόνας έτσι ώστε να παράγει μπλοκ από DCT συντελεστές(Εικόνα 1). Το μέγεθος του κάθε DCT συντελεστή δηλώνει την συνεισφορά ενός συγκεκριμένου συνδυασμού από οριζόντιες και κάθετες χωρικές συχνότητες του αρχικού μπλοκ εικόνας(original picture block). Ο συντελεστής που αντιπροσωπεύει την μηδενική οριζόντια και κάθετη συχνότητα ονομάζεται DC συντελεστής.

Ο $N \times N$ 2 διαστάσεων ορίζεται ως:

$$F(u, v) = \frac{2}{N} C(u) C(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$$

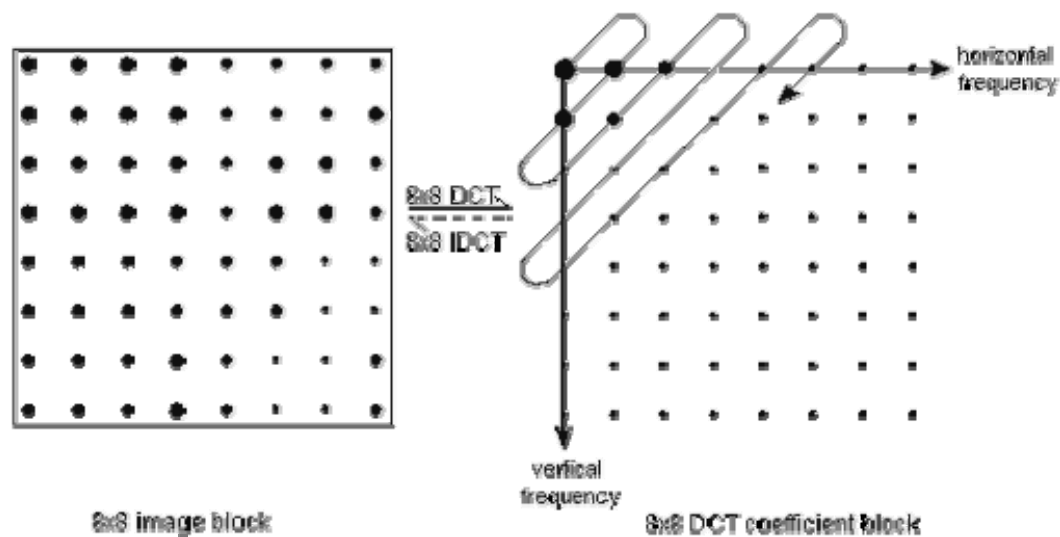
$$C(u), \quad C(v) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{για } u, v=0 \\ 1 & \text{σε διαφορετική περίπτωση} \end{cases}$$

Ο αντίστροφος μετασχηματισμός (IDCT) ορίζεται ως:

$$f(x,y) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} C(u)C(v)F(u,v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$$

όπου : x,y είναι χωρικά ζεύγη στο μπλόκ εικόνας

: u,v είναι ζεύγη στο μπλόκ των DCT συντελεστών



Εικόνα 1.2-Ο Διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου. Η τιμή του εικονοστοιχείου και του DCT συντελεστή αναπαριστάται με το μέγεθος της κουκκίδας.

Ο DCT δεν μειώνει άμεσα τον αριθμό των ψηφίων που χρειάζονται για την αναπαράσταση του μπλοκ. Στην πραγματικότητα για ένα 8x8 μπλόκ από 8-bit εικονοστοιχεία ο DCT παράγει ένα 8x8 μπλόκ από συντελεστές 11-ψηφίων (η περιοχή των τιμών των συντελεστών είναι μεγαλύτερη από την περιοχή των pixel τιμών). Η μείωση του αριθμού των ψηφίων επιτυγχάνεται από την παρατήρηση ότι για τυπικά μπλόκ από φυσικές εικόνες η κατανομή (distribution) των συντελεστών είναι μη-ομοιόμορφη (non-uniform). Ο μετασχηματισμός τείνει να συγκεντρώνει την ενέργεια στους συντελεστές χαμηλής-συχνότητας και πολλοί από τους άλλους συντελεστές να είναι κοντά στο μηδέν. Η μείωση του ρυθμού ψηφίων επιτυγχάνεται με την μη μετάδοση των συντελεστών κοντά στο μηδέν καθώς και με την κβαντικοποίηση και κωδικοποίηση των συντελεστών που απομένουν. Η μη-

ομοιόμορφη κατανομή συντελεστών είναι αποτέλεσμα της χωρικής επανάληψης πληροφορίας που υπάρχει στο αρχικό μπλόκ εικόνας (image block) .

Κβαντικοποίηση:Η λειτουργία του κωδικοποιητή είναι να μεταφέρει το DCT μπλόκ στον αποκωδικοποιητή με ένα ,αποτελεσματικού ρυθμού ψηφίων ,τρόπο έτσι ώστε να μπορεί με την σειρά του να εκτελέσει αντίστροφο μετασχηματισμό για την ανακατασκευή της εικόνας.Έχει παρατηρηθεί ότι η αριθμητική ακρίβεια των DCT συντελεστών μπορεί να μειωθεί με παράλληλη παραμονή της καλής ποιότητας της εικόνας στον αποκωδικοποιητή.Η κβαντικοποίηση χρησιμοποιείται για να μειώσει τον αριθμό των πιθανών τιμών που μεταδίδονται με συνέπεια την μείωση του απαιτούμενου αριθμού των ψηφίων (number of bits) .

Ο βαθμός της κβαντικοποίησης που εφαρμόζεται σε κάθε συντελεστή υπολογίζεται σύμφωνα με την ορατότητα του τελικού θορύβου κβαντικοποίησης ενός ανθρώπινου παρατηρητή.Πρακτικά,αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στους υψηλής-συχνότητας συντελεστές να είναι πιο ‘έντονη’ η κβαντικοποίηση σε σχέση με τους χαμηλής-συχνότητας συντελεστές.Ο θόρυβος κβαντικοποίησης που εισάγεται στον κωδικοποιητή δεν είναι αντιστρεπτός στον αποκωδικοποιητή κάνοντας την διαδικασία κωδικοποίησης / αποκωδικοποίησης να χάνει πληροφορίες (lossy).

Κωδικοποίηση:Η σειριοποίηση (serialization) και κωδικοποίηση των κβαντικοποιημένων DCT συντελεστών εκμεταλεύεται την πιθανή ομαδοποίηση της ενέργειας στους χαμηλής-συχνότητας συντελεστές και την συχνότητα εμφάνισης των συντελεστών μηδενικής-τιμής . Το μπλόκ «σαρώνεται» με ένα διαγώνιο zig-zag τρόπο που αρχίζει από τον DC συντελεστή έτσι ώστε να παράγει μια λίστα από τιμές κβαντικοποιημένων συντελεστών τοποθετημένες σύμφωνα με τον τρόπο σαρώματος.

Η λίστα των τιμών που παράγεται από την σάρωση κωδικοποιείται (entropy coding) χρησιμοποιώντας μεταβλητού-μήκους κώδικα (variable-length code-VLC).Κάθε VLC κωδική λέξη δηλώνει μια σειρά μηδενικών που ακολουθούνται από ένα μη-μηδενικό συντελεστή σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο.Η VLC κωδικοποίηση αναγνωρίζει ότι οι ‘μικρές’ σειρές μηδενικών είναι πιο πιθανές από τις ‘μακριές’ και οι μικροί συντελεστές πιο πιθανοί από τους μεγάλους.Ο κώδικας μεταβλητού μήκους κατανέμει κωδικές λέξεις που έχουν διαφορετικά μήκη εξαρτώμενα από την πιθανότητα εμφάνισης τους.Για να βοηθήσει τον αποκωδικοποιητή να διαχωρίσει

πότε ένας κώδικας τελειώνει και τότε ο επόμενος αρχίζει, ο VLC έχει την ιδιότητα ότι ένας μη τελειωμένος κώδικας είναι πρόθεμα οποιοδήποτε άλλου.

Η εικόνα 1.2 δείχνει την zig-zag διαδικασία σάρωματος χρησιμοποιώντας ένα τρόπο σάρωσης κοινό στο MPEG-1 και MPEG-2. Το MPEG-2 έχει ένα πρόσθετο 'εναλλακτικό' τρόπο σάρωσης που προορίζεται για σάρωμα των κβαντικοποιημένων συντελεστών τα οποία προέρχονται από πεπλεγμένες πηγαίες εικόνες (interlaced source pictures).

Για περισσότερη επεξήγηση της μεταβλητού-μήκους κωδικοποίησης είναι χρήσιμο το επόμενο παράδειγμα. Μια λίστα από τιμές παράγεται από σάρωση των κβαντικοποιημένων συντελεστών ενός μετασχηματισμένου μπλοκ :

12, 6, 6, 0, 4, 3, 0, 0, 0...0

Το πρώτο βήμα είναι να ομαδοποιηθούν οι τιμές σε σειρές από μηδενικά τα οποία ακολουθούνται από μια μη-μηδενική τιμή. Επιπροσθέτως, η τελική σειρά από μηδενικά αντικαταστάται με ένα σημειωτή που δείχνει το τέλος του μπλοκ (EOB marker). Χρησιμοποιώντας παρενθέσεις για να φαίνονται οι ομάδες έχουμε:

(12), (6), (6), (0, 4), (3) EOB

Το δεύτερο βήμα είναι να δημιουργηθούν μεταβλητού μήκους λέξεις κώδικα που αντιστοιχούν σε κάθε ομάδα (μια σειρά με μηδενικά που ακολουθούνται από μια μη μηδενική τιμή) και ένα EOB σημειωτή. Ο Πίνακας 1 δείχνει ένα απόσπασμα από ένα DCT συντελεστών VLC πίνακα κοινό στο MPEG-1 και MPEG-2 πρότυπο. Το MPEG-2 περιέχει ένα επιπλέον 'intra' VLC πίνακα βελτιστοποιημένο για κωδικοποίηση ενδιάμεσων μπλοκ. Με την χρησιμοποίηση του μεταβλητού μήκους κώδικα από τον πίνακα 1 και με την προσθήκη κενών καθώς και κομμάτων για αναγνωσιμότητα, η τελική κωδικοποιημένη αναπαράσταση του μπλοκ είναι: [4]

0000 0000 1101 00, 0010 0001 0, 0010 0001 0, 0000 0011 000, 0010 10, 10

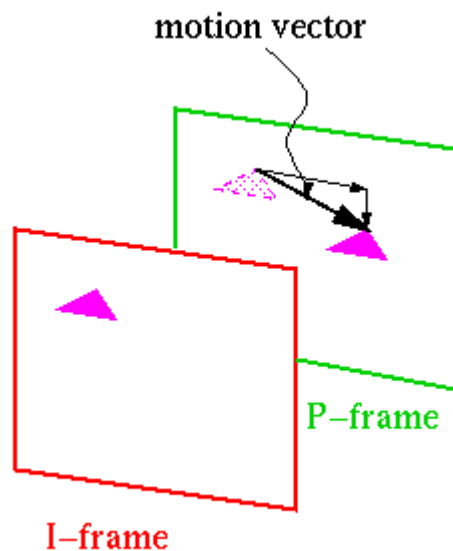
Μήκος σειράς μηδενικών	Τιμή του μη μηδενικού συντελεστή	Μεταβλητού- μήκους κώδικας
------------------------------	--	-------------------------------

0	12	0000 0000 1101 00
0	6	0010 0001 0
1	4	0000 0011 000
0	3	0010 10
EOB	-	10

Πίνακας 1.3-Απόσπασμα από ένα MPEG-2 VLC πίνακα DCT συντελεστών

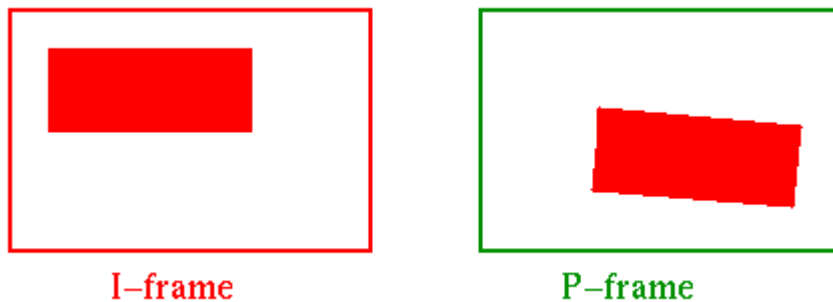
Αντισταθμισμένης κίνησης inter-frame πρόβλεψη

Αυτή η τεχνική εκμεταλεύεται την χρονική επανάληψη πληροφορίας με την προσπάθεια πρόβλεψης μιας εικόνας που πρόκειται να κωδικοποιηθεί από μια προηγούμενη εικόνα ‘αναφοράς’. Η πρόβλεψη δεν μπορεί να βασιστεί στην πηγαία εικόνα διότι πρέπει να είναι επαναλαμβανόμενη στον αποκωδικοποιητή όπου οι πηγαίες εικόνες δεν είναι διαθέσιμες (οι αποκωδικοποιημένες εικόνες δεν είναι ίδιες με τις πηγαίες εικόνες διότι η μείωση του ρυθμού ψηφίων εισάγει αποκλίσεις στην αποκωδικοποιημένη εικόνα). Συνεπώς, ο κωδικοποιητής περιέχει ένα τοπικό αποκωδικοποιητή που ανακατασκευάζει εικόνες από όπου γίνονται οι προβλέψεις.



Εικόνα 1.3– Λειτουργία πρόβλεψης με την χρήση διανυσμάτων κίνησης στην inter frame μέθοδο

Η απλούστερη inter-frame πρόβλεψη ενός μπλόκ ,που είναι έτοιμο για κωδικοποίηση, είναι εκείνη που γίνεται με βάση το μπλόκ της ίδιας θέσης στην εικόνα αναφοράς .Φυσικά αυτό κάνει μια καλή πρόβλεψη για σταθερές περιοχές της εικόνας αλλά είναι φτωχό για μετακινούμενες περιοχές.Μια πιο πολύπλοκη μέθοδος ,γνωστή ως αντισταθμισμένης κίνησης πρόβλεψη μεταξύ των εικόνων ,είναι η αντιστάθμιση οποιασδήποτε μετατρεπόμενης κίνησης που έχει συμβεί μεταξύ του μπλόκ που θα κωδικοποιηθεί και της εικόνας αναφοράς ,έτσι ώστε να γίνει χρήση ενός μετατοπισμένου μπλόκ από την εικόνα αναφοράς σαν πρόβλεψη.



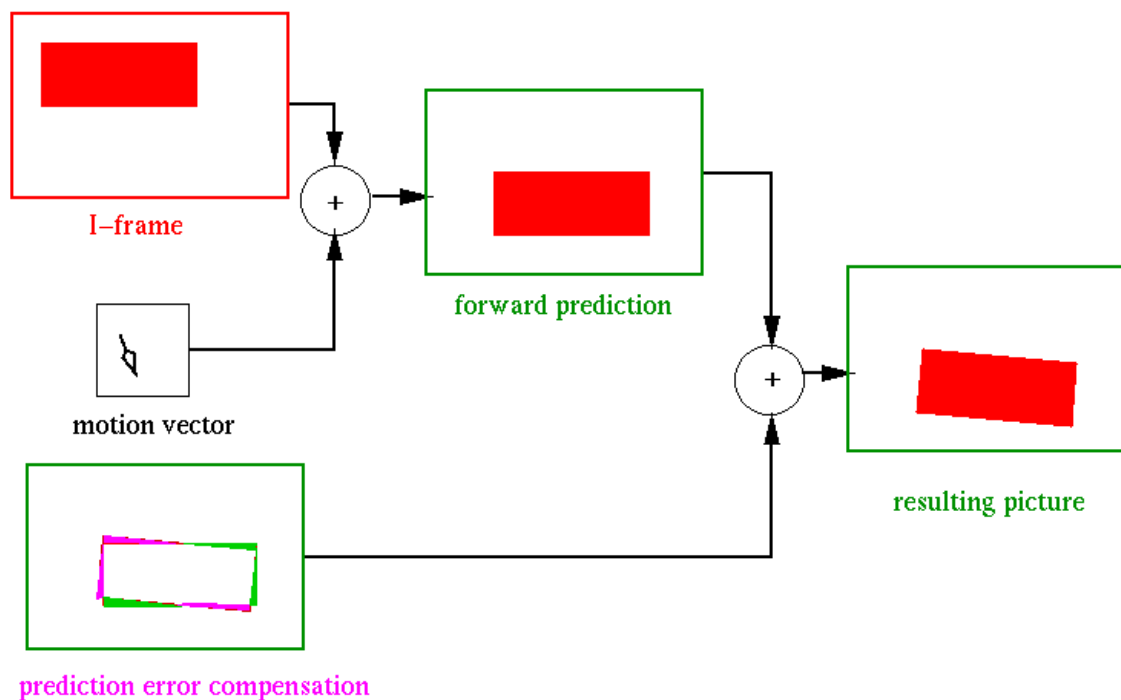
Εικόνα 1.4– Παράδειγμα μετακίνησης αντικειμένου σε μια ακολουθία βίντεο

Αυτό το μοντέλο υποθέτει ότι κάθε αλλαγή μεταξύ των πλαισίων μπορεί να εκφραστεί σαν απλή μετατόπιση των εικονοστοιχείων(pixels).Αλλά το σχήμα στα δεξιά δείχνει ότι αυτό δεν είναι αληθές.Το κόκκινο ορθογώνιο έχει μετατοπιστεί και περιστραφεί κατά 5 μοίρες στα δεξιά.Έτσι μια απλή μετατόπιση του κόκκινου ορθογωνίου θα προκαλούσε σφάλμα πρόβλεψης(prediction error).Η MPEG-ροή περιέχει πίνακα για αντιστάθμιση αυτού του σφάλματος πρόβλεψης.[5]

Επομένως,η ανακατασκευή των inter coded πλαισίων προχωράει σε 2 βήματα :

- 1)Εφαρμογή του διανύσματος κίνησης στο αναφερόμενο πλαίσιο.
- 2)Προσθήκη του αντισταθμιστή σφάλματος πρόβλεψης στο αποτέλεσμα.

Παρακάτω,φαίνονται σχηματικά αυτά τα 2 βήματα:



Εικόνα 1.5– Περίπτωση ανακατασκευής *inter coded* πλαισίων

Το «ταίριασμα μπλόκ» (block matching) είναι μια μέθοδος που καθορίζει την κίνηση που έχει συμβεί μεταξύ του μπλόκ που είναι για κωδικοποίηση και της εικόνας αναφοράς. Σε αυτή την μέθοδο ένας μεγάλος αριθμός από πειραματικές μετατοπίσεις εξετάζεται από τον κωδικοποιητή χρησιμοποιώντας το στοιχείο φωτεινότητας της εικόνας. Η 'καλύτερη' μετατόπιση επιλέγεται με βάση το ελάχιστο σφάλμα μεταξύ του μπλόκ που είναι έτοιμο για κωδικοποίηση και της πρόβλεψης.

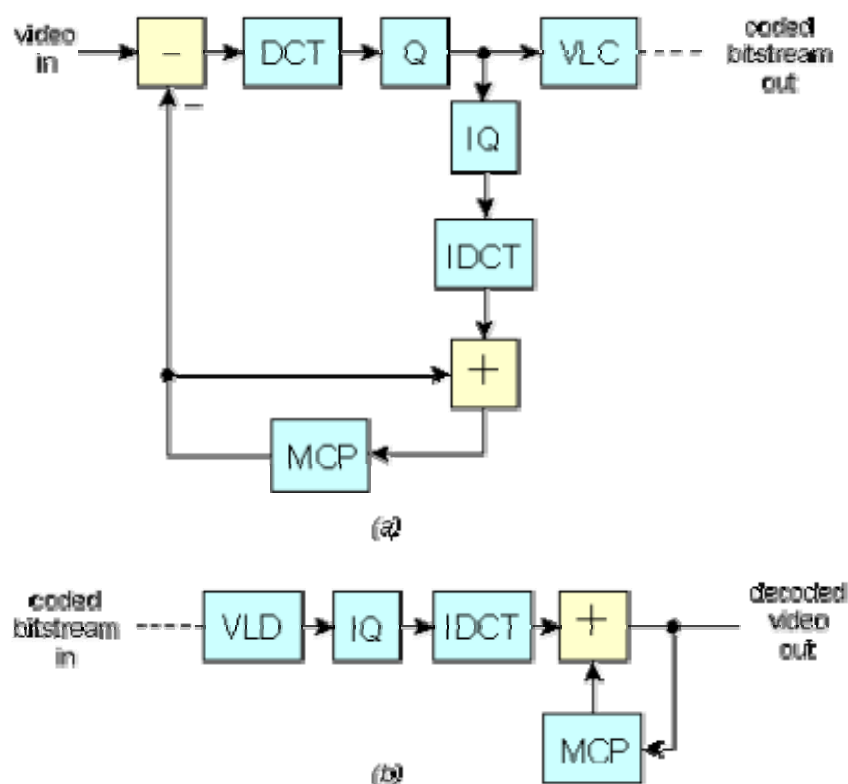
Το συνολικό κόστος σε ρυθμό ψηφίων για την χρήση αντισταθμισμένης-κίνησης πρόβλεψης είναι στην ουσία η ανάγκη να οδηγηθούν τα διανύσματα κίνησης, που απαιτούνται από τον αποκωδικοποιητή, για την πρόβλεψη κάθε μπλόκ. Για παράδειγμα, εάν χρησιμοποιούμε το MPEG-2 πρότυπο για την συμπίεση βίντεο κανονικής ευκρίνειας στα 6 Mbit/s, το συνολικό κόστος των διανυσμάτων κίνησης ανέρχεται στα 2 Mbit/s σε μια εικόνα που κάνει εκτεταμένη χρήση της αντισταθμισμένης-κίνησης πρόβλεψης. [4]

Η υλοποίηση μας χρησιμοποιεί μόνο την intra frame DCT κωδικοποίηση

1.4.4 Λεπτομέρειες του MPEG-2

Δομή του codec

Σε ένα MPEG-2 σύστημα ,ο διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου (DCT) και η αντισταθμισμένης κίνησης πρόβλεψη μεταξύ των εικόνων συνδυάζονται όπως φαίνεται στην εικόνα 2.Ο κωδικοποιητής αφαιρεί την πρόβλεψη από την πηγαία εικόνα για να σχηματίσει μια εικόνα ‘πρόβλεψης σφάλματος’(prediction error picture).Το σφάλμα πρόβλεψης μετασχηματίζεται με τον DCT,οι συντελεστές κβαντικοποιούνται και στην συνέχεια κωδικοποιούνται με μεταβλητού μήκους κώδικες.Το κωδικοποιημένο σφάλμα πρόβλεψης της χρωμικότητας και της φωτεινότητας συνδυάζεται με επιπρόσθετες πληροφορίες που απαιτούνται από τον αποκωδικοποιητή,όπως τα διανύσματα κίνησης και πληροφορίες συγχρονισμού,με αποτέλεσμα την δημιουργία ρόης ψηφίων (bitstream) για μετάδοση.



(I)DCT = (inverse) discrete cosine transform

(I)Q = (inverse) quantisation

MCP = motion-compensated prediction

VLC = variable-length coder

VLD = variable-length decoder

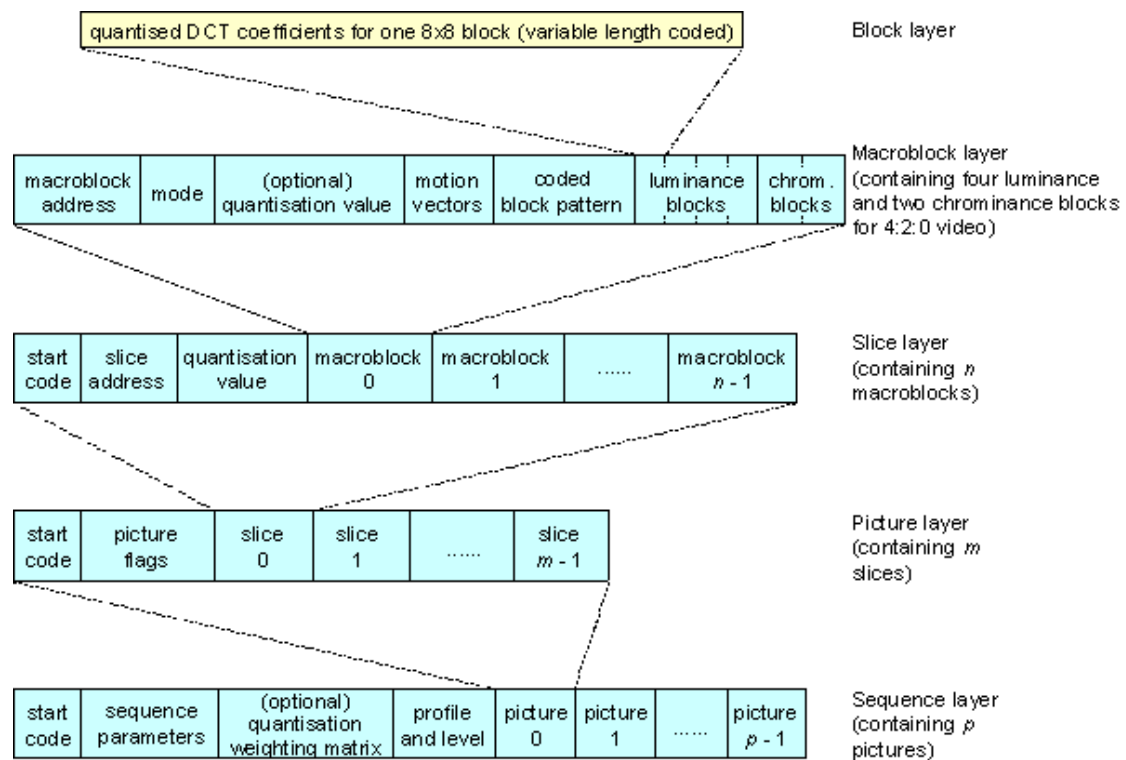
Εικόνα 1.6 - (a)Αντισταθμισμένης κίνησης DCT κωδικοποιητής (b)Αντισταθμισμένης κίνησης DCT αποκωδικοποιητής

Στον αποκωδικοποιητή οι κβαντικοποιημένοι DCT συντελεστές ανακατασκευάζονται και αντιστρόφως μετασχηματίζονται για να παράγουν το σφάλμα πρόβλεψης. Αυτό προστείνεται στην αντισταθμισμένης κίνησης πρόβλεψη που δημιουργήθηκε από προηγούμενα αποκωδικοποιημένες εικόνες για την παραγωγή της αποκωδικοποιημένης εξόδου.

Στο MPEG-2 codec, το σύστημα αντισταθμισμένης κίνησης πρόβλεψης που υπάρχει στην εικόνα 1.6 υποστηρίζει πολλές μεθόδους για την δημιουργία πρόβλεψης. Για παράδειγμα, το μπλόκ μπορεί να υποστεί πρόβλεψη (forward prediction) από προηγούμενη εικόνα, πρόβλεψη (backward prediction) από μελλοντική εικόνα ή δύο διευθύνσεων πρόβλεψη από τον μέσο όρο της πρώτης και της δεύτερης περίπτωσης. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη ενός μπλόκ μπορεί να αλλάξει από το ένα μπλοκ στο επόμενο. Επίσης, τα 2 πεδία μέσα στο μπλόκ μπορεί να προβλέπονται ξεχωριστά με τα δικά τους διανύσματα κίνησης ή μαζί χρησιμοποιώντας κοινό διάνυσμα κίνησης. Μια άλλη επιλογή είναι η δημιουργία μηδενικής-τιμής πρόβλεψης τέτοιας ώστε το πηγαίο μπλόκ εικόνας και όχι το σφάλμα πρόβλεψης να κωδικοποιείται με βάση τον διακριτό μετασχηματισμό συνημιτόνου. Για κάθε μπλόκ, που είναι έτοιμο για κωδικοποίηση, ο κωδικοποιητής επιλέγει μεταξύ αυτών των μεθόδων πρόβλεψης με σκοπό την μεγιστοποίηση της ποιότητας των αποκωδικοποιημένων εικόνων μέσα στους περιορισμούς του ρυθμού ψηφίων. Η επιλογή της μεθόδου πρόβλεψης μεταφέρεται στον αποκωδικοποιητή μαζί με το σφάλμα πρόβλεψης για να μπορέσει να επαναδημιουργήσει την σωστή πρόβλεψη. [4]

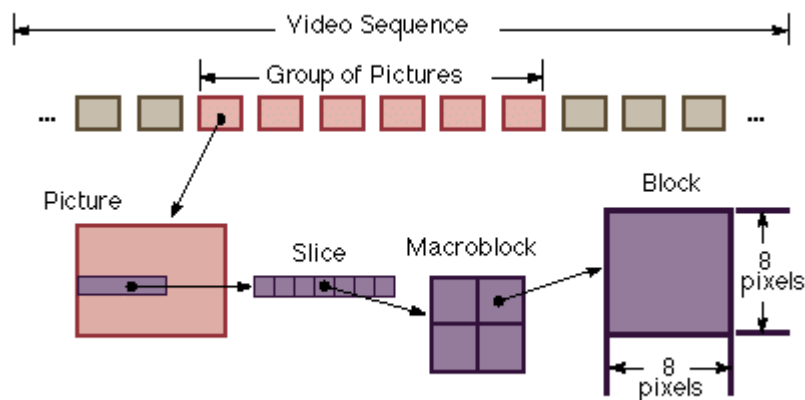
Ιεραρχία δεδομένων της ροής βίντεο στο MPEG-2 πρότυπο

Η ροή ψηφίων του βίντεο στο MPEG-2 πρότυπο αποτελείται από 6 στρώματα (η εικόνα 1.7 περιέχει την περιγραφή αυτών): α) Ακολουθία εικόνων, β) Ομάδα εικόνων, γ) Εικόνες, δ) Κομμάτια εικόνων, ε) Μακρομπλόκ, στ) Μπλόκ. Ακολουθεί στην συνέχεια ανάλυση αυτών των στρωμάτων.



Each picture is divided into m horizontal slices, each comprising n macroblocks. For 4:2:0 video, each macroblock contains four luminance and two chrominance 8x8 blocks of quantised DCT coefficients.

Εικόνα 1.7-Περιγραφή της MPEG-2 video bitstream δομής



Εικόνα 1.8-Γραφική απεικόνιση των στρωμάτων της MPEG-2 video bitstream δομής

Ακολουθία βίντεο

Η ακολουθία βίντεο αρχίζει πάντα με μια επικεφαλίδα ακολουθίας (μπορεί βέβαια να περιέχει επιπλέον επικεφαλίδα ακολουθίας) και περιέχει μια ή περισσότερες ομάδες

εικόνων. Τερματίζεται με ένα κωδικό τέλους της ακολουθίας (καθορίζεται από την προδιαγραφή).

Ομάδα Εικόνων (GOP)

Η ομάδα εικόνων αποτελείται από μια επικεφαλίδα και μια σειρά από μια ή περισσότερες εικόνες κάτι που επιτρέπει την τυχαία πρόσβαση εικόνων μέσα στην ακολουθία .

Εικόνα

Η εικόνα είναι η πρωταρχική μονάδα κωδικοποίησης μέσα στην ακολουθία βίντεο .Μια εικόνα αποτελείται από τρεις ορθογώνιους πίνακες που αντιπροσωπεύουν τιμές φωτεινότητας (Y) και δύο ξεχωριστές τιμές χρωμικότητας (Cb και Cr) .Ο Y πίνακας έχει άρτιο αριθμό γραμμών και στηλών .Οι Cb και Cr πίνακες είναι οι μισοί σε σχέση με το μέγεθος του Y πίνακα και στις δύο διαστάσεις (οριζόντια και κάθετη) .

Κομμάτι Εικόνας (Slice)

Το κάθε κομμάτι εικόνας αποτελείται από ένα ή περισσότερα συνεχόμενα μακρομπλόκ .Η σειρά των μακρομπλόκ μέσα σε ένα κομμάτι εικόνας είναι από αριστερά προς τα δεξιά και από πάνω προς τα κάτω .Τα κομμάτια εικόνας είναι σημαντικά στην διαχείριση των σφαλμάτων μέσα σε μια ακολουθία .Εάν η ροή ψηφίων περιέχει σφάλμα , τότε ο αποκωδικοποιητής μπορεί να παράλειψει το κομμάτι εικόνας που το παρουσίασε και να προχωρήσει στην αρχή του επόμενου κομματιού .Η παρουσία περισσότερων κομματιών εικόνας επιτρέπει καλύτερη διόρθωση σφαλμάτων αλλά από την άλλη μεριά χρησιμοποιεί ψηφία που μπορούν σε διαφορετική περίπτωση να βελτιώσουν την συνολική ποιότητα εικόνας .

Μακρομπλόκ

Το μακρομπλόκ είναι η βασική μονάδα κωδικοποίησης στον αλγόριθμο του MPEG .Το μακρομπλόκ είναι ένας πίνακας εικονοστοιχείων διαστάσεων 16x16 μέσα σε μια εικόνα.Από την στιγμή που κάθε στοιχείο χρωμικότητας έχει την μισή κάθετη και οριζόντια ανάλυση σε σχέση με το στοιχείο φωτεινότητας , ένα μακρομπλόκ αποτελείται από 4 Y ,ένα Cr και ένα Cb μπλόκ.

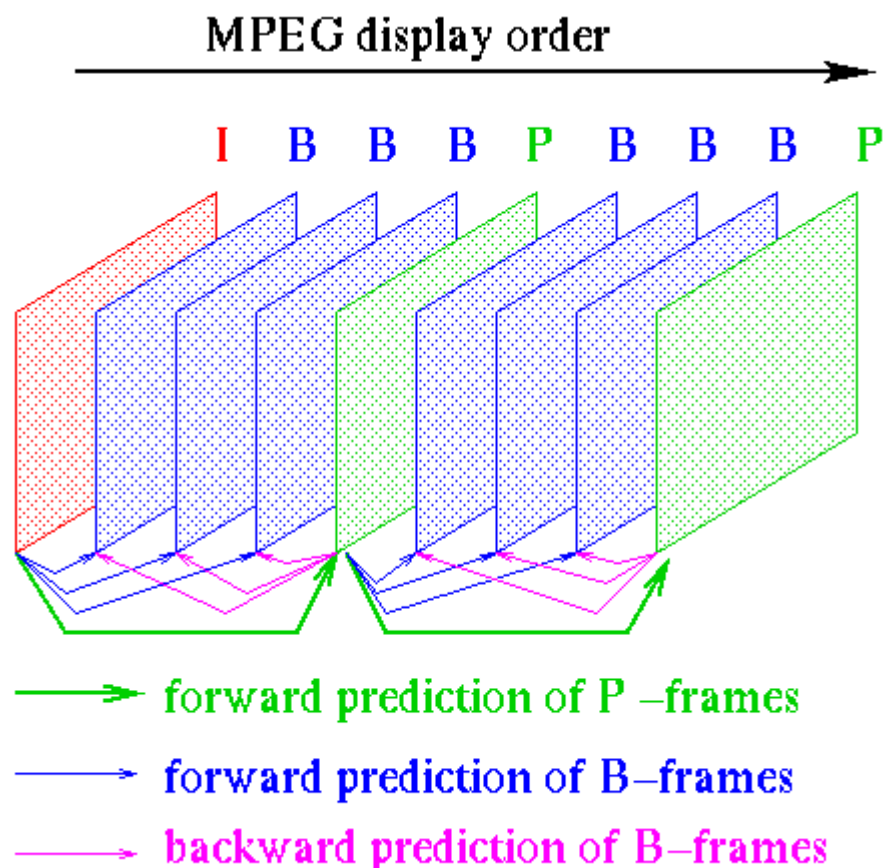
Μπλόκ

Το μπλόκ αποτελεί την μικρότερη μονάδα κωδικοποίησης μέσα στον αλγόριθμο του MPEG. Είναι ένας πίνακας 8x8 εικονοστοιχείων ο οποίος μπορεί να ανήκει σε ένα από τους παρακάτω τύπος : α)Φωτεινότητας (Y) , β)Κόκκινης χρωμικότητας (Cr) ή γ)Μπλέ χρωμικότητας (Cb) .Το μπλόκ είναι η βασική μονάδα στην κωδικοποίηση ανεξάρτητων εικόνων (intra frame coding) .Η οποία είναι και η περίπτωση που θα μας απασχολήσει στην υλοποίηση μας . [6]

Η τιμή κβαντικοποίησης που υπάρχει στο επίπεδο του μακρομπλόκ καθορίζει τον βαθμό συμπίεσης της Intra DCT κωδικοποίησης που εφαρμόζουμε

Τύποι εικόνων

Στο MPEG-2 τρεις τύποι εικόνων ορίζονται.Ο τύπος εικόνας καθορίζει ποιά μέθοδο πρόβλεψης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κωδικοποίηση του κάθε μπλόκ. Ένα MPEG "film" είναι μια ακολουθία από 3 είδη πλαισίων (frames):



Εικόνα 1.9-Συνήθης συσχετισμός των τύπων εικόνων σε μια βίντεο ακολουθία

Intra εικόνες(I-pictures) κωδικοποιούνται χωρίς αναφορά σε άλλες εικόνες.Μέτρια συμπίεση επιτυγχάνεται με την μείωση της χωρικής επανάληψης πληροφορίας αλλά όχι και της χρονικής.Αυτές μπορούν να χρησιμοποιούνται περιοδικά για να παρέχουν σημεία πρόσβασης στην ροή ψηφίων από όπου η αποκωδικοποίηση μπορεί να ξεκινήσει.

Προβλέψιμες εικόνες(P-pictures) μπορούν να χρησιμοποιήσουν προηγούμενη I- ή P-εικόνα για αντιστάθμιση κίνησης και ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν σαν αναφορά για επιπλέον πρόβλεψη.Κάθε μπλόκ σε μια P-εικόνα μπορεί είτε να προβλεφτεί είτε να intra-κωδικοποιηθεί.Με την μείωση της χρονικής και χωρικής επανάληψης πληροφορίας,οι P-εικόνες προσφέρουν αυξημένη συμπίεση σε σχέση με τις I-εικόνες.

Δύο διευθύνσεων προβλέψιμες εικόνες (B-pictures) μπορούν να χρησιμοποιήσουν προηγούμενες και επόμενες I- ή P-εικόνες για αντιστάθμιση κίνησης και προσφέρουν τον υψηλότερο βαθμό συμπίεσης.Κάθε μπλόκ σε μια B-εικόνα μπορεί να ακολουθήσει όλες τις μεθόδους πρόβλεψης ή να κωδικοποιηθεί ανεξάρτητα από άλλα μπλόκ .Για την ενεργοποίηση πρόβλεψης από μια μελλοντική εικόνα ο κωδικοποιητής επανατοποθετεί τις εικόνες από φυσική σειρά ‘αναπαράστασης’ σε ‘bitstream’ σειρά έτσι ώστε η B-εικόνα να μεταδίδεται μετά τις προηγούμενες και τις επόμενες εικόνες που αναφέρει.Αυτό εισάγει καθυστέρηση επανατοποθέτησης που εξαρτάται από τον αριθμό των συνεχόμενων B-εικόνων.

Οι διαφορετικοί τύποι εικόνων τυπικά συμβαίνουν σε επαναληπτική ακολουθία που ονομάζεται «Ομάδα εικόνων» (Group of Pictures-GOP).Μια τυπική ομάδα εικόνων σε σειρά αναπαράστασης είναι:

B₁ B₂ I₃ B₄ B₅ P₆ B₇ B₈ P₉ B₁₀ B₁₁ P₁₂

Η αντίστοιχη σειρά δυαδικής ροής (bitstream order) είναι:

I₃ B₁ B₂ P₆ B₄ B₅ P₉ B₇ B₈ P₁₂ B₁₀ B₁₁

Μια συνηθισμένη δομή ομάδας εικόνων μπορεί να περιγραφεί με 2 παραμέτρους: α) το N που είναι ο αριθμός των εικόνων μέσα σε μια ομάδα εικόνων και β) το M που είναι η απόσταση μεταξύ των P-εικόνων. Η ομάδα εικόνων εδώ περιγράφεται με $N=12$ και $M=3$. Το MPEG-2 δεν επιμένει σε μια συνηθισμένη δομή ομάδας εικόνων. Για παράδειγμα, μια P-εικόνα που ακολουθεί αλλαγή σκηνής μπορεί να υποστεί κακή πρόβλεψη αφού η εικόνα αναφοράς για πρόβλεψη είναι τελείως διαφορετική από την εικόνα που θα προβλεφτεί. Επομένως, είναι προτιμότερο να κωδικοποιηθεί σαν I-εικόνα.

Για δεδομένη ποιότητα αποκωδικοποιημένης εικόνας η κωδικοποίηση με την χρήση κάθε τύπου εικόνας παράγει διαφορετικό αριθμό από ψηφία. Σε μια τυπική ακολουθία μια κωδικοποιημένη I-εικόνα είναι 3 φορές μεγαλύτερη από μια κωδικοποιημένη P-εικόνα η οποία με την σειρά της είναι κατά 50% μεγαλύτερη από μια κωδικοποιημένη B-εικόνα. [4]

Ο κωδικοποιητής μας χρησιμοποιεί μόνο I-εικόνες
--

Έλεγχος buffer(προσωρινή περιογή αποθήκευσης)

Η μετακίνηση της περισσότερης πληροφορίας που επαναλαμβάνεται στις πηγαίες εικόνες δίνει την δυνατότητα στον κωδικοποιητή να βγάζει στην έξοδο μεταβλητό ρυθμό ψηφίων. Ο ρυθμός ψηφίων (bit rate) εξαρτάται από την πολυπλοκότητα και την προβλεψιμότητα της πηγαίας εικόνας καθώς και από την αποτελεσματικότητα της (αντισταθμισμένης-κίνησης) πρόβλεψης .

Για πολλές εφαρμογές η ροή ψηφίων πρέπει να μετακινείται σε κανάλια με σταθερό ρυθμό ψηφίων. Σε αυτές τις περιπτώσεις μια μονάδα προσωρινής αποθήκευσης τοποθετείται ανάμεσα στον κωδικοποιητή και στο κανάλι. Ο Buffer γεμίζεται με μεταβλητό ρυθμό ψηφίων από τον κωδικοποιητή και αδειάζεται με σταθερό ρυθμό ψηφίων από το κανάλι. Για να προστατεύσουμε τον buffer από φαινόμενα υπερχείλισης, υποχείλισης (overflow, underflow conditions) ένας μηχανισμός ανάδρασης ενεργεί για την προσαρμογή του μέσου κωδικοποιημένου ρυθμού

ψηφίων.Αυτός ο μηχανισμός αποτελεί συνάρτηση της πληρότητας του buffer.Για παράδειγμα,ο μέσος κωδικοποιημένος ρυθμός ψηφίων μπορεί να ελαττωθεί με την αύξηση του βαθμού κβαντικοποίησης που εφαρμόζεται στους DCT συντελεστές . Αυτό μειώνει τον αριθμό των ψηφίων που δημιουργούνται από την μεταβλητού μήκους κωδικοποίηση αλλά αυξάνει την απόκλιση στην αποκωδικοποιημένη εικόνα.Ο αποκωδικοποιητής πρέπει επίσης να έχει buffer μεταξύ του καναλιού και της μεταβλητού-βαθμού εισόδου κατά την διαδικασία της αποκωδικοποίησης.Το μέγεθος των buffer στον κωδικοποιητή και στον αποκωδικοποιητή πρέπει να είναι το ίδιο.

Το MPEG-2 ορίζει ένα μέγιστο μέγεθος buffer(αποκωδικοποιητή και κωδικοποιητή) αν και ο κωδικοποιητής πρέπει να χρησιμοποιήσει μόνο μέρος αυτού.Η καθυστέρηση μέσα στον buffer του κωδικοποιητή και του αποκωδικοποιητή είναι ίση με το μέγεθος του buffer διαιρεμένου με τον ρυθμό ψηφίων του καναλιού.Για παράδειγμα,ένας MPEG-2 κωδικοποιητής που λειτουργεί στα 6 Mbit/s με μέγεθος buffer 1.8 Mbits θα έχει συνολική καθυστέρηση , μέσα στους buffers ,γύρω στα 300 χιλιοστά του δευτερολέπτου .Η μείωση του μεγέθους του buffer θα μειώσει την καθυστέρηση αλλά μπορεί να έχει επίδραση στην ποιότητα της εικόνας αν ο buffer γίνει τόσο μικρός ώστε να μην μπορεί να χωρέσει την μεταβολή του ρυθμού ψηφίων από τον VLC κωδικοποιητή.

1.4.5 Προφίλ και επίπεδα (Profiles and levels)

Το MPEG-2 πρότυπο παρέχει επιπλέον αλγοριθμικά εργαλεία για αποτελεσματική κωδικοποίηση πεπλεγμένου βίντεο και υποστηρίζει μεγάλο εύρος τιμών ρυθμών ψηφίων.Το MPEG-2 επιπροσθέτως παρέχει εργαλεία για βαθμωτή (scalable) κωδικοποίηση όπου καλής ποιότητας βίντεο μπορεί να ανακατασκευαστεί από κομμάτια της συνολικής ροής ψηφίων .Η συνολική ροή ψηφίων μπορεί να δομηθεί σε στρώματα αρχίζοντας από το βασικό στρώμα και προσθέτοντας τελειοποιημένα στρώματα με σκοπό την μείωση της απόκλισης κβαντικοποίησης ή την βελτίωση της ανάλυσης.

Ένας μικρός αριθμός υποσυνόλων της πλήρης MPEG-2 εργαλειοθήκης έχει οριστεί , γνωστά ως προφίλ και επίπεδα. Ένα προφίλ είναι ένα υποσύνολο των αλγοριθμικών εργαλείων και ένα επίπεδο αναγνωρίζει ένα σύνολο περιορισμών στις τιμές παραμέτρων (όπως μέγεθος εικόνας ή ρυθμός ψηφίων) .Τα προφίλ και τα επίπεδα ορίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε ένα υψηλότερο προφίλ ή επίπεδο να αποτελεί υπερσύνολο ενός χαμηλότερου. Παρακάτω ακολουθούν αναλυτικά σε πίνακες τα προφίλ και τα επίπεδα που χρησιμοποιούνται στην MPEG-2 βίντεο κωδικοποίηση.

MPEG-2 Profiles	
Profile	Comments
Simple	Same as Main, only without B-pictures. Intended for software applications, perhaps CATV.
Main	Most decoder chips, CATV satellite. 95% of users.
Main+	Main with Spatial and SNR scalability.
Next	Main+ with 4:2:2 macroblocks.

Πίνακας 1.4-Προφίλ του MPEG-2 βίντεο προτύπου

MPEG-2 Levels				
Level	Max. Sampling dimensions fps	Pixels/sec	Max. bitrate	Significance
Low	352 x 240 x 30	3.05 M	4 Mb/s	CIF, consumer tape equiv.
Main	720 x 480 x 30	10.40 M	15 Mb/s	CCIR 601, studio TV
High 1440	1440 x 1152 x 30	47.00 M	60 Mb/s	4x 601, consumer HDTV
High	1920 x 1080 x 30	62.70 M	80 Mb/s	production SMPTE 240 std

Πίνακας 1.5-Επίπεδα του MPEG-2 βίντεο προτύπου

Λεπτομέρειες μη-βαθμωτών προφίλ(non-scalable profiles): Δύο μη βαθμωτά προφίλ ορίζονται στην MPEG-2 προδιαγραφή.

Το απλό προφίλ (simple profile) δεν χρησιμοποιεί B-εικόνες, επομένως δεν υπάρχει οπισθοδρομική ή παρεμβαλλόμενη (interpolated) πρόβλεψη. Συνεπώς, δεν απαιτείται επανατοποθέτηση εικόνων (υπολογίζεται ότι επανατοποθέτηση εικόνων προσθέτει περίπου 120 χιλιοστά του δευτερολέπτου στην καθυστέρηση κωδικοποίησης). Με μικρό buffer στον κωδικοποιητή αυτό το προφίλ είναι κατάλληλο για μικρής-καθυστέρησης εφαρμογές όπως video conferencing όπου η συνολική καθυστέρηση είναι περίπου 100 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Η κωδικοποίηση εκτελείται σε ένα βίντεο σήμα τύπου 4:2:0.

Το κύριο προφίλ (main profile) υποστηρίζει B-εικόνες και είναι το πιο ευρέως γνωστό προφίλ. Η χρησιμοποίηση αυτού του τύπου εικόνων αυξάνει την ποιότητα της εικόνας αλλά προσθέτει περίπου 120 χιλιοστά του δευτερολέπτου στην καθυστέρηση κωδικοποίησης από την επανατοποθέτηση (reordering) των εικόνων. Οι αποκωδικοποιητές στο κύριο προφίλ αποκωδικοποιούν και MPEG-1 βίντεο. Οι περισσότεροι MPEG-2 αποκωδικοποιητές βίντεο υποστηρίζουν το κύριο προφίλ στο κύριο επίπεδο (Main Profile-Main Level:MP@ML).

Λεπτομέρειες βαθμωτών προφίλ (scalable profiles) : Το SNR προφίλ είναι μια μέθοδος χωρικού πεδίου όπου τα κανάλια (τα οποία επεξεργάζονται τα επίπεδα των στρωμάτων σε μια ροή ψηφίων) κωδικοποιούνται με τον ίδιο ρυθμό δειγματοληψίας αλλά διαφέρουν στην ποιότητα της εικόνας που παράγουν στην έξοδο (αυτό γίνεται με την κατάλληλη ρύθμιση των βημάτων κβαντικοποίησης). Η ροή ψηφίων με την υψηλότερη προτεραιότητα περιέχει δεδομένα βασικού στρώματος τα οποία προστίθενται στο χαμηλής προτεραιότητας στρώμα 'βελτίωσης' (το οποίο έχει υποστεί μικρότερη κβαντικοποίηση) με σκοπό την κατασκευή καλύτερης ποιότητας εικόνας.

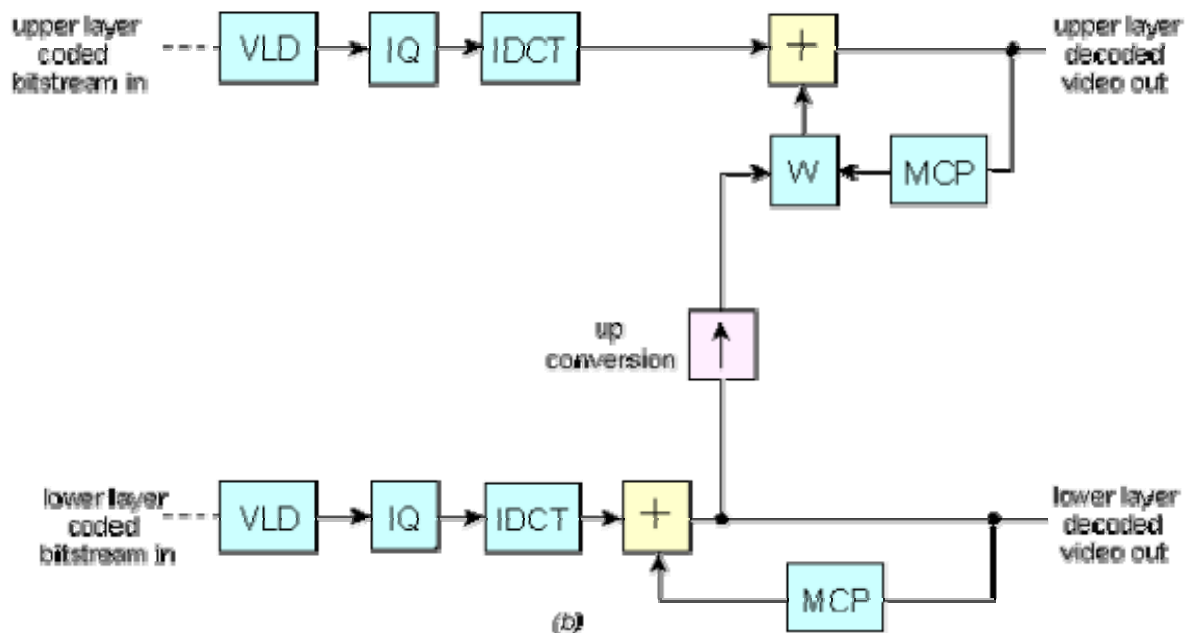
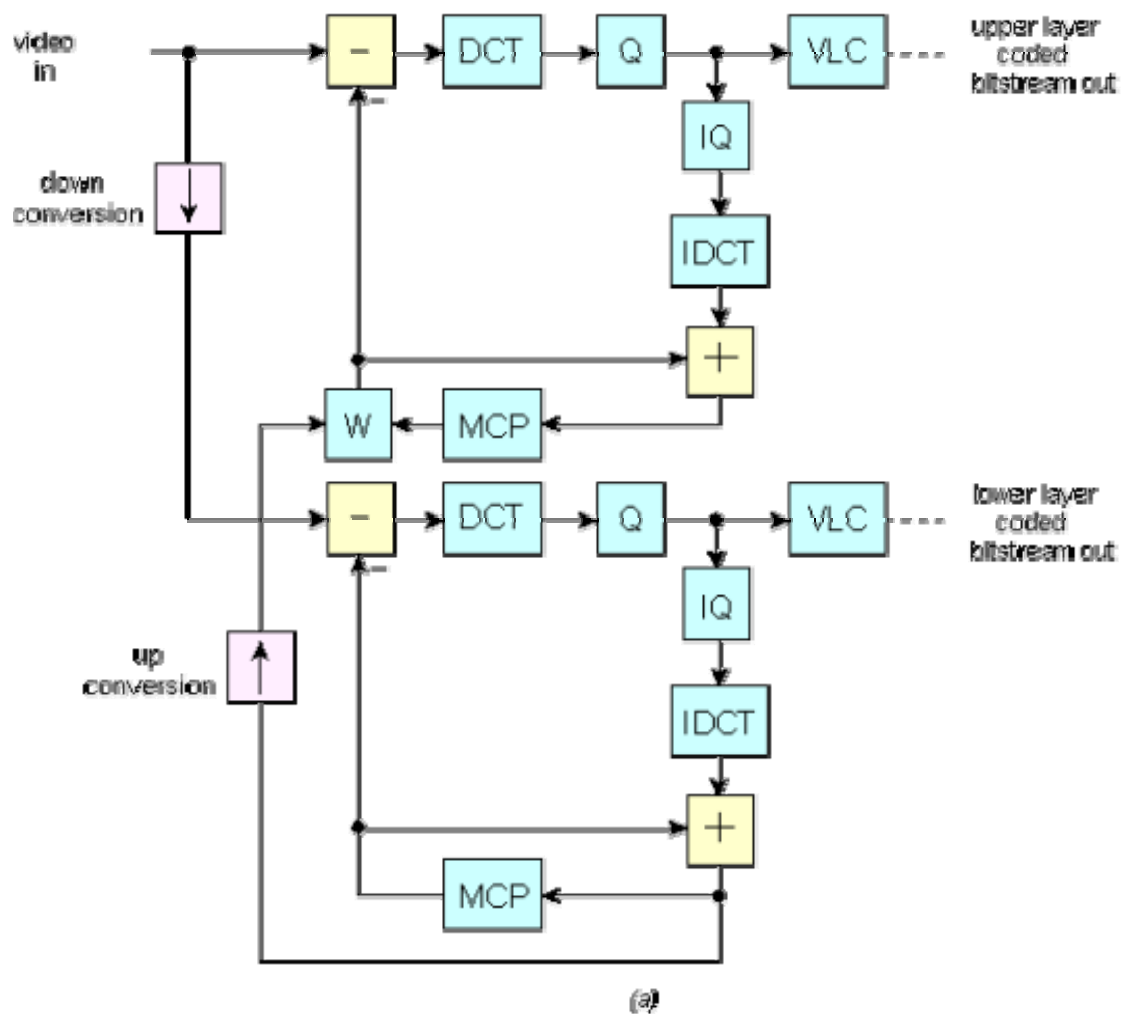
συνημιτόνου στην κατάλληλη ακρίβεια ,τους κωδικοποιεί με την χρήση της μεταβλητού μήκους κωδικοποίησης και τους μεταδίδει σαν χαμηλού επιπέδου (Lower level) ή βασικού επιπέδου (Base level) ροές ψηφίων .Το σφάλμα κβαντικοποίησης που εισάγεται στον πρώτο κβαντικοποιητή κβαντικοποιείται , κωδικοποιείται με βάση την μεταβλητού μήκους κωδικοποίηση και μεταδίδεται σαν υψηλού επίπεδο (Upper level) ή ενσωματωμένου επιπέδου (Enhancement level) ροή ψηφίων .Οι επιπλέον πληροφορίες που απαιτούνται από τον αποκωδικοποιητή , όπως τα διανύσματα κίνησης , μεταδίδονται μόνο στο βασικό στρώμα .

Η ροή ψηφίων του βασικού στρώματος μπορεί να αποκωδικοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως στην μη-βαθμωτή περίπτωση όπως φαίνεται στην εικόνα 2.Η αποκωδικοποίηση του συνδυασμού των βασικών και ενσωματωμένων γίνεται εφικτή με την ταυτόχρονη λήψη των στρωμάτων όπως φαίνεται στην εικόνα 4(b) .Οι βελτιώσεις των συντελεστών του ενσωματωμένου στρώματος προστίθενται στις τιμές των συντελεστών του βασικού στρώματος ακολουθώντας στην συνέχεια την διαδικασία της αντίστροφης κβαντικοποίησης .Μετάπειτα , οι συντελεστές που προκύπτουν αποκωδικοποιούνται ακριβώς όπως συμβαίνει στην μη-βαθμωτή περίπτωση .

Το χωρικό προφίλ(spatial profile) υποστηρίζει ενσωματωμένα στρώματα ,τα οποία υπάρχουν στην κωδικοποιημένη εικόνα,χρησιμοποιώντας το εργαλείο της ‘βαθμωτής χωρικότητας’(spatial scalability tool).Η εικόνα 5 δείχνει ένα παράδειγμα χωρικά-βαθμωτού κωδικοποιητή και αποκωδικοποιητή.Η βαθμωτή χωρικότητα (spatial scalability) χαρακτηρίζεται από την χρήση αποκωδικοποιημένων εικόνων από ένα κατώτερο στρώμα σαν πρόβλεψη για ένα υψηλότερο στρώμα.Εάν το υψηλότερο στρώμα μεταφέρει την εικόνα σε υψηλότερη ανάλυση,τότε οι αποκωδικοποιημένες εικόνες από το κατώτερο στρώμα πρέπει να μετατραπούν,με βάση τον ρυθμό δείγματος ,σε υψηλότερη ανάλυση.Δηλαδή έχουμε ένα φαινόμενο ‘μετατροπής προς τα πάνω’(up-converter).

Στον κωδικοποιητή που υπάρχει στην εικόνα 5(α) δύο βρόγχοι κωδικοποιητή λειτουργούν σε διαφορετικές αναλύσεις εικόνας με σκοπό να παράγουν το βασικό και τα ενσωματωμένα στρώματα.Ο κωδικοποιητής βασικού-στρώματος παράγει μια ροή ψηφίων η οποία μπορεί να αποκωδικοποιηθεί όπως στην μη-βαθμωτή περίπτωση.Ο κωδικοποιητής ενσωματωμένου-στρώματος προσφέρει τις ‘μετατρεπόμενες προς τα

πάνω' ,τοπικά-αποκωδικοποιημένες εικόνες από το βασικό στρώμα σαν πρόβλεψη για μπλόκ του ανώτερου στρώματος. Αυτή η πρόβλεψη στην συνέχεια προστίθεται στην αντισταθμισμένης κίνησης πρόβλεψη .Η προσαρμοσμένη συνάρτηση βαρύτητας , W στην εικόνα 5, επιλέγει μεταξύ της πρόβλεψης του ανώτερου στρώματος και αυτής του κατώτερου στρώματος. Όπως και στην SNR κλιμακότητα ,η ροή ψηφίων του κατώτερου-στρώματος μπορεί να αποκωδικοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως στην μη-βαθμωτή περίπτωση. Η αποκωδικοποίηση των ανώτερων και κατώτερων στρωμάτων γίνεται με ταυτόχρονη παραλαβή τους όπως φαίνεται στην εικόνα 5(b). Το κατώτερο στρώμα αποκωδικοποιείται πρώτο και οι 'μετατρεπόμενες προς τα πάνω' αποκωδικοποιημένες εικόνες προσφέρονται στον αποκωδικοποιητή ανώτερου στρώματος για πιθανή χρήση πρόβλεψης. Ο αποκωδικοποιητής ανώτερου στρώματος επιλέγει μεταξύ της δικιάς του αντισταθμισμένης-κίνησης πρόβλεψης και της 'μετατρεπόμενης προς τα πάνω' πρόβλεψης από το κατώτερο στρώμα. Αυτό γίνεται με χρήση τιμής για την συνάρτηση βαρύτητας, W , που μεταδίδεται στην ροή ψηφίων του ανώτερου στρώματος.



IDCT = (inverse) discrete cosine transform

IQ = (inverse) quantisation

MCP = motion-compensated prediction

VLC = variable-length coder

VLD = variable-length decoder

W = adaptive weighting function

Εικόνα 1.11-(α)Χωρικά βαθμωτός κωδικοποιητής βίντεο ,(b)Χωρικά βαθμωτός αποκωδικοποιητής βίντεο.

Το χωρικό προφίλ προτείνεται για την εκπομπή τηλεοπτικής υπηρεσίας υψηλής-ευκρίνειας με κύριο προφίλ συμβατό της υπηρεσίας κανονικής ευκρίνειας .

Το υψηλό προφίλ(high profile) υποστηρίζει την κωδικοποίηση 4:2:2 βίντεο σημάτων και περιέχει τα βαθμωτά εργαλεία του SNR και του χωρικού προφίλ.

Λεπτομέρειες των επιπέδων:Το MPEG-2 ορίζει 4 επίπεδα από περιορισμούς παραμέτρων κωδικοποίησης.Ο Πίνακας 1.5 περιέχει τους περιορισμούς στο μέγεθος εικόνας,στον ρυθμό εικόνων ,στον ρυθμό ψηφίων και στον αριθμό των εικονοστοιχείων ανά δευτερόλεπτο για κάθε ορισμένο επίπεδο.Οι περιορισμοί αποτελούν τα ανώτερα όρια με βάση τα οποία τα codecs πρέπει να λειτουργούν κάτω από αυτά. [4]

<p>Ο συνδυασμός Κύριου προφίλ στο Κύριο επίπεδο αποτέλεσε τον βασικό άξονα στην υλοποίηση μας</p>
--

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ(Σκοποί-Εφαρμογές του προτύπου)

Το MPEG-2 έχει γίνει πολύ πετυχημένη προδιαγραφή που εξυπηρετεί μια ποικιλία από εφαρμογές,ρυθμούς ψηφίων,ποιότητες και υπηρεσίες.Το βασικό ενδιαφέρον είναι στο κύριο προφίλ, στο κύριο επίπεδο(MP@ML) για εφαρμογές όπως εκπομπή ψηφιακής τηλεόρασης(terrestrial, satellite και cable), video-on-demand υπηρεσίες και desktop βίντεο συστήματα.Διάφορες εταιρείες έχουν ανακοινώσει MP@ML μεμονωμένου ολοκληρωμένου αποκωδικοποιητές και πολλαπλών ολοκληρωμένων κωδικοποιητές .Πρωτότυπος εξοπλισμός ,που υποστηρίζει τα SNR και χωρικά προφίλ,έχει κατασκευαστεί για χρήση σε broadcasting field trials.

Η προδιαγραφή ορίζει μόνο την σύνταξη της ροής ψηφίων στην έξοδο του κωδικοποιητή και την διαδικασία αποκωδικοποίησης.Γενικά,αυτό σημαίνει ότι οποιοσδήποτε αποκωδικοποιητής,που εκτελεί την προδιαγραφή,πρέπει να παράγει περίπου παρόμοιες εικόνες εξόδου.Εντούτοις,οι αποκωδικοποιητές μπορεί να

διαφέρουν στο πώς αυτοί ανταποκρίνονται σε λάθη που εισάγονται στο κανάλι μετάδοσης. Για παράδειγμα, ένα προχωρημένος αποκωδικοποιητής μπορεί να προσπαθήσει να ‘κρύψει’ λάθη στην αποκωδικοποιημένη εικόνα εάν παρατηρήσει λάθη στην ροή ψηφίων.

Η απαίτηση ενός κωδικοποιητή για να εκτελέσει την προδιαγραφή είναι να παράγει μια σωστή συντακτικά ροή ψηφίων (bitstream). Αυτή η συνθήκη από μόνη της δεν έχει σχέση με την ποιότητα της εικόνας στο codec και είναι πιθανό να υπάρχει μια απόκλιση στην απόδοση κωδικοποίησης μεταξύ διαφορετικών σχεδίων κωδικοποιητών. Για παράδειγμα, η απόδοση κωδικοποίησης μπορεί να διαφέρει εξαρτώμενη από την ποιότητα της μέτρησης των διανυσμάτων κίνησης (motion vectors), τις τεχνικές ελέγχου του ρυθμού ψηφίων, τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για επιλογή ανάμεσα σε διαφορετικές λειτουργίες πρόβλεψης, τον βαθμό της προεπεξεργασίας εικόνας και τον τρόπο με τον οποίο ο κβαντικοποιητής προσαρμόζεται σύμφωνα με το περιεχόμενο της εικόνας.

Η ποιότητα της εικόνας σε ένα MPEG-2 codec εξαρτάται από την πολυπλοκότητα και την προβλεψιμότητα των πηγαίων εικόνων. Οι πραγματικού-χρόνου κωδικοποιητές και αποκωδικοποιητές παρουσιάζουν γενικά καλής ποιότητας κανονικής ευκρίνειας εικόνες σε ρυθμούς ψηφίων γύρω στα 6Mbit/s. Καθώς η εμπειρία πάνω στην MPEG-2 κωδικοποίηση αυξάνεται, η ίδια ποιότητα εικόνας μπορεί να επιτευχθεί σε χαμηλότερους ρυθμούς ψηφίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ DSP **,ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ** **ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΟΔΕΥΟΥΝ ΤΟΝ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ DSP**

2.1-ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ DSP (Digital Signal Processors)

Ορισμός Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος :

Η ψηφιακή επεξεργασία σήματος είναι μια μέθοδος επεξεργασίας σημάτων πραγματικού κόσμου(παριστάνονται από ακολουθία αριθμών),η οποία χρησιμοποιεί μαθηματικές τεχνικές για την εκτέλεση μετασχηματισμών ή εξαγωγής πληροφορίας.

Γενικές αναφορές στα αναλογικά,ψηφιακά σήματα-Διαδικασία Συσχέτισης

Ένα ψηφιακό σήμα είναι μια γλώσσα που σαν στοιχεία έχει τους δύο αριθμούς του δυαδικού συστήματος (0 και 1 δηλαδή) και που σαν βασική ιδιότητα του είναι ότι μπορεί κάποιος να το επεξεργαστεί μαθηματικά..Τα αναλογικά σήματα είναι πραγματικού κόσμου σήματα τα οποία όλοι μας συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή (όπως π.χ ήχος , φως , θερμοκρασία,πίεση) .Ένα ψηφιακό σήμα είναι μια αριθμητική αναπαράσταση ενός αναλογικού σήματος .Είναι πιο εύκολο και περισσότερο αποτελεσματικό, σε σχέση με το κόστος ,να επεξεργαζόμαστε αυτά τα σήματα στον ψηφιακό κόσμο.Για να γίνει αυτό εφικτό στον πραγματικό κόσμο εμείς μπορούμε να μετατρέψουμε αυτά τα σήματα (αναλογικά) σε ψηφιακά σήματα μέσω μιας διαδικασίας μετατροπής αναλογικού-σε-ψηφιακό ,να επεξεργαστούμε αυτά τα σήματα που προκύπτουν και εάν χρειαστεί να φέρουμε τα σήματα ξανά πίσω στην αναλογική τους μορφή μέσω ενός ψηφιακού-σε-αναλογικό μετατροπέα.

Αναφορά στις τεχνολογίες της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος.

Εάν η λύση στο πρόβλημα της εύρεσης κατάλληλης τεχνολογίας για την ψηφιακή επεξεργασία σήματος ήταν ένας καθολικός μικροεπεξεργαστής (universal microprocessor) ο οποίος θα μπορούσε να υλοποιήσει οποιοδήποτε σχεδιασμό,τότε η ηλεκτρονική βιομηχανία δεν θα ήταν πολύ ανταγωνιστική .Για το λόγο αυτό ,τυπικά

στους περισσότερους ηλεκτρονικούς σχεδιασμούς , περισσότερες από μια τεχνολογίες επεξεργαστών χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση των απαιτούμενων συναρτήσεων.Ο στόχος είναι να επιλέξουμε αυτή η οποία επιτυγχάνει καλύτερη επεξεργαστική δύναμη, μέγεθος , κατανάλωση ισχύος , χαρακτηριστικά,λογισμικό και εργαλεία βελτιστοποίησης για να κάνουν την δουλειά πιο γρήγορα- κάτω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό (budget) .Μετά από σχεδόν 2 δεκαετίες ανάπτυξης , οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος εκπληρώνουν σε μεγάλο βαθμό τις παραπάνω απαιτήσεις.Οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος είναι το κέντρο της επεξεργασίας σήματος.

Αναφορά στους επεξεργαστές ψηφιακού σήματος

Ένας επεξεργαστής ψηφιακού σήματος (Digital Signal Processor-DSP) είναι ένας τύπος μικροεπεξεργαστή ο οποίος είναι απίστευτα γρήγορος και αποτελεσματικός.Ένας DSP είναι μοναδικός γιατί επεξεργάζεται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.Αυτή η πραγματικού-χρόνου ικανότητα κάνει τον επεξεργαστή αυτό ιδανικό για εφαρμογές οι οποίες δεν μπορούν να ανεχτούν οποιαδήποτε καθυστέρηση .Για παράδειγμα ,υπάρχουν φορές που όταν χρησιμοποιούμε κυτταρικό τηλέφωνο δεν μπορούμε να μιλάμε με τον άλλο ταυτόχρονα .Θα πρέπει να περιμένουμε μέχρι ο συνομιλητής μας να τελειώσει την ομιλία του.Εάν και οι 2 μιλάμε ταυτόχρονα ,το σήμα κόβεται και έτσι δεν ακούμε τον άλλο.Με τα σημερινά ψηφιακά κυτταρικά τηλέφωνα ,τα οποία χρησιμοποιούν DSP,εμείς μπορούμε να μιλάμε κανονικά.Οι DSP επεξεργαστές μέσα στα κυτταρικά τηλέφωνα επεξεργάζονται τόσο γρήγορα τους ήχους ,που τους ακούμε σχεδόν ταυτόχρονα με την ομιλία μας-σε πραγματικό χρόνο.Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα πλεονεκτήματα που έχει η σχεδίαση με DSP σε σχέση με άλλους μικροεπεξεργαστές:

-Ενός κύκλου λειτουργίες πολ/σμού-άθροισης.

-Πραγματικού-χρόνου εκτέλεση,προσομοίωση και εξομοίωση.

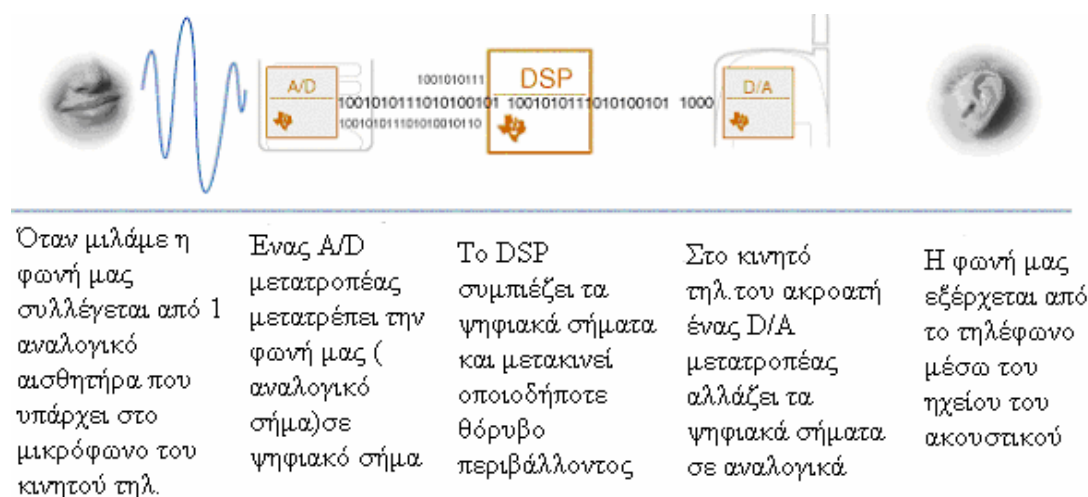
-Ανθεκτικότητα.

-Αξιοπιστία.

-Αυξημένη απόδοση συστήματος.

-Μειωμένο κόστος συστήματος.

Ακολουθεί μια γραφική αναπαράσταση της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος βασισμένη σε ένα επεξεργαστή ψηφιακού σήματος.



Εικόνα 2.1-Παράδειγμα εφαρμογής ενός DSP σε κυτταρικό τηλέφωνο

Το αποτέλεσμα είναι ένας κρυσταλλικά καθαρός ήχος χωρίς ενοχλητικές αντηχήσεις. Αυτή είναι μια βασική εξήγηση για το τι μπορεί να κάνει ένα DSP, παίρνει ένα ψηφιακό σήμα και το επεξεργάζεται σκοπεύοντας να το βελτιώσει. Αυτή η βελτίωση μπορεί να είναι καθαρότερος ήχος, εικόνες με ακρίβεια ή πιο γρήγορη μετάδοση δεδομένων. Η δυνατότητα να βελτιστοποιεί σήματα έχει δημιουργήσει σημαντικά βήματα προόδου όπως η μετάδοση μουσικής σε ψηφιακή μορφή στο δυαδίκτυο. Οι DSP αποτελούν ένα γρήγορα-αναπτυσσόμενο κομμάτι στην αγορά των ημιαγωγών και συγκεκριμένα μπορούν κάλλιστα να χειρίζονται τις απαιτήσεις στην επεξεργασία πληροφοριών, είτε σαν μηχανή σε τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές με το να αποτελεί την πλατφόρμα επεξεργασίας για την σύγκλιση των δυαδικτυακών εφαρμογών και των ασύρματων εφαρμογών, είτε με το να βοηθάει να υπάρξει πρόοδος σε ιατρικές εικόνες ή στην απόδοση των ηχητικών (audio) εφαρμογών.

2.2-ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΤΩΝ TMS320™ DSP

Γενικά

Ο κόσμος μας γίνεται ψηφιακός και οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος (DSPs) αποτελούν την ‘καρδιά’ αυτής της ψηφιακής επανάστασης. Αυτοί οι πραγματικού-χρόνου επεξεργαστές αποτελούν το κομμάτι με την γρηγορότερη ανάπτυξη στην αγορά των ημιαγωγών και είναι ιδιαίτερα ικανοί να ακολουθήσουν τις απαιτήσεις της επεξεργασίας πληροφοριών, είτε σαν επεξεργαστές στο 70 τοις εκατό όλων των ψηφιακών κυτταρικών τηλεφώνων, είτε βελτιώνοντας την απόδοση των αυτοκινήτων, ή με το να μας εξασφαλίζουν καλύτερες δικτυακές συνδέσεις. Οι DSPs είναι οι μοναδικοί μικροεπεξεργαστές που είναι προγραμματιζόμενοι και λειτουργούν σε πραγματικό-χρόνο περισσότερο γρήγοροι από γενικού σκοπού μικροεπεξεργαστές. Η ικανότητα να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες αριθμών ενώ δουλεύουν με ένα ρολόι είναι ο λόγος που οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος βρίσκονται σε περίοπτη θέση στην αγορά των ηλεκτρονικών.

Συγκεκριμένες αναφορές στην TMS320 οικογένεια DSP's της Texas Instruments

Η TMS320 DSP οικογένεια προσφέρει την ευρύτερη συλλογή από DSPs, με μια θαυμαστή ισορροπία των γενικού-σκοπού και ειδικής-εφαρμογής επεξεργασιών. Υπάρχουν 3 ξεχωριστές αρχιτεκτονικές συνόλου εντολών που είναι απολύτως συμβατού κώδικα μέσα στις ακόλουθες πλατφόρμες.

Υψηλής απόδοσης : TMS320C6000™ DSP πλατφόρμα

Η TMS320C6000 DSP πλατφόρμα είναι βελτιστοποιημένη για υψηλή απόδοση και ευκολία στην χρήση μέσα σε υψηλού-επιπέδου προγραμματιστικές γλώσσες. Τα C6000™ σταθερής και κινητής υποδιαστολής DSPs προσεγγίζουν την πολλαπλών-υπηρεσιών ευρείας ζώνης υποδομή όπως τα 3G (τρίτης γενιάς) ασύρματα, DSL και καλωδιακές συνδέσεις όπως και άλλες εφαρμογές όπως η προχωρημένη ψηφιοποίηση εικόνων. Η TMS320C64x™ DSP γενιά μετράει λειτουργικά συστήματα με επεξεργαστική ισχύ που ξεπερνά το 1 GHz και επιτυγχάνει πάνω από δέκα φορές

βελτίωση της απόδοσης σε σχέση με την πρώτη γενιά των TMS320C62x™ επεξεργαστών ψηφιακού σήματος .

Βέλτιστης εκμετάλλευσης ισχύος: TMS320C5000™ DSP πλατφόρμα

Η TMS320C5000™ DSP πλατφόρμα είναι βελτιστοποιημένη για την μεγαλύτερη ψηφιακή καταναλωτική αγορά ,την σύνδεση της κινητής τηλεφωνίας με το δυαδίκτυο .Οι επεξεργαστές αυτής της γενιάς επιτυγχάνουν βέλτιστο συνδυασμό επεξεργαστικής απόδοσης,περιφερειακών,εξοικονόμησης χώρου καθώς και την αποτελεσματικότερη κατανάλωση ισχύος για προσωπικές ,φορητές δυαδικτυακές και ασύρματες εφαρμογές που κυμαίνεται στα 0.33mA / MHz . Περιλαμβάνει τις γενιές των C54x,C55x και C52x επεξεργαστών οι οποίοι είναι DSP's σταθερής-υποδιαστολής και αποτελούν τις βέλτιστες λύσεις για προσωπικά και φορητά προϊόντα όπως συσκευές εκτέλεσης ψηφιακής μουσικής , GPS αποδέκτες , φορητούς φαρμακευτικούς εξοπλισμούς , 3G κυτταρικά τηλέφωνα , ψηφιακές κάμερες καθώς και εξαιρετικά αποδοτικού-κόστους μονού και πολλαπλού-καναλιού εφαρμογές.

Βασισμένο στο C55x DSP τμήμα,ο OMAP5910 επεξεργαστής ολοκληρώνει ένα C55x DSP τμήμα με ένα TI-enhanced ARM925 σε ένα απλό ολοκληρωμένο για βέλτιστο συνδυασμό της υψηλής απόδοσης με χαμηλή κατανάλωση ισχύος.Αυτή η μοναδική αρχιτεκτονική αποτελεί μια ελκυστική λύση σε DSP και ARM αναπτυξιακά,σε περίπτωση που η χαμηλής ισχύος ικανότητες επεξεργασίας σήματος ενός DSP συνδυάζονται με την λειτουργικότητα εντολής και ελέγχου ενός ARM .Ο OMAP5910 είναι βελτιστοποιημένος για κινητές δυαδικτυακές συσκευές και προσαρμογείς πολυμέσων.

Βελτιστοποιημένου ελέγχου: TMS320C2000™ DSP πλατφόρμα

Η TMS320C2000™ DSP πλατφόρμα εφοδιάζει την βιομηχανία ψηφιακού ελέγχου με το υψηλότερο επίπεδο ολοκλήρωσης και υπολογιστικές ικανότητες που παρέχουν ασύγκριτες βελτιώσεις στην εκμετάλλευση ενέργειας . Η TMS320C28x™ DSP γενιά είναι η καλύτερη λύση στον ψηφιακό έλεγχο . Η TMS320C24x™ DSP γενιά είναι η θεμελίωση για αυτή την πλατφόρμα.Αυτή η γενιά επιτυγχάνει πλεονεκτήματα ισχύος

και ελέγχου που επιτρέπει σε σχεδιαστές να υλοποιούν προχωρημένα,αποδοτικού κόστους συστήματα ελέγχου.[7]

2.3-ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ TMS320C54X

Ο TMS320C54x DSP είναι ένας επεξεργαστής ψηφιακού σήματος σταθερής υποδιαστολής της TMS320 DSP οικογένειας .Παρακάτω , αναφέρουμε τα χαρακτηριστικά που έχουν σχέση με την αρχιτεκτονική αυτής της οικογένειας των επεξεργαστών .

Εισαγωγή

Ο C54x DSP ικανοποιεί συγκεκριμένες απαιτήσεις πάνω στις πραγματικού-χρόνου ,ενσωματωμένες εφαρμογές όπως είναι αυτές των τηλεπικοινωνιών .Η κεντρική επεξεργαστική μονάδα (CPU) της σειράς των C54x επεξεργαστών , με την τροποποιημένη Harvard αρχιτεκτονική , χαρακτηρίζεται από την κατανάλωση ισχύος και τον υψηλό βαθμό παραλληλισμού .Εκτός από τα παραπάνω , οι ευμετάβλητες λειτουργίες διευθυνσιοδοτήσεων και το σύνολο εντολών του C54x παίζουν επιπλέον ρόλο στην βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος .

2.3.1 Περίληψη της TMS320 οικογένειας των επεξεργαστών ψηφιακού σήματος

Η TMS320 οικογένεια των DSP αποτελείται από σταθερής υποδιαστολής , κινητής υποδιαστολής καθώς και πολλαπλών στοιχείων επεξεργαστές ψηφιακού σήματος .Η TMS320 DSP αρχιτεκτονική είναι σχεδιασμένη ειδικά για πραγματικού χρόνου επεξεργασία σήματος .Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά καθιστούν αυτή την οικογένεια των επεξεργαστών σαν την ιδανική επιλογή για ευρεία περιοχή επεξεργαστικών εφαρμογών :

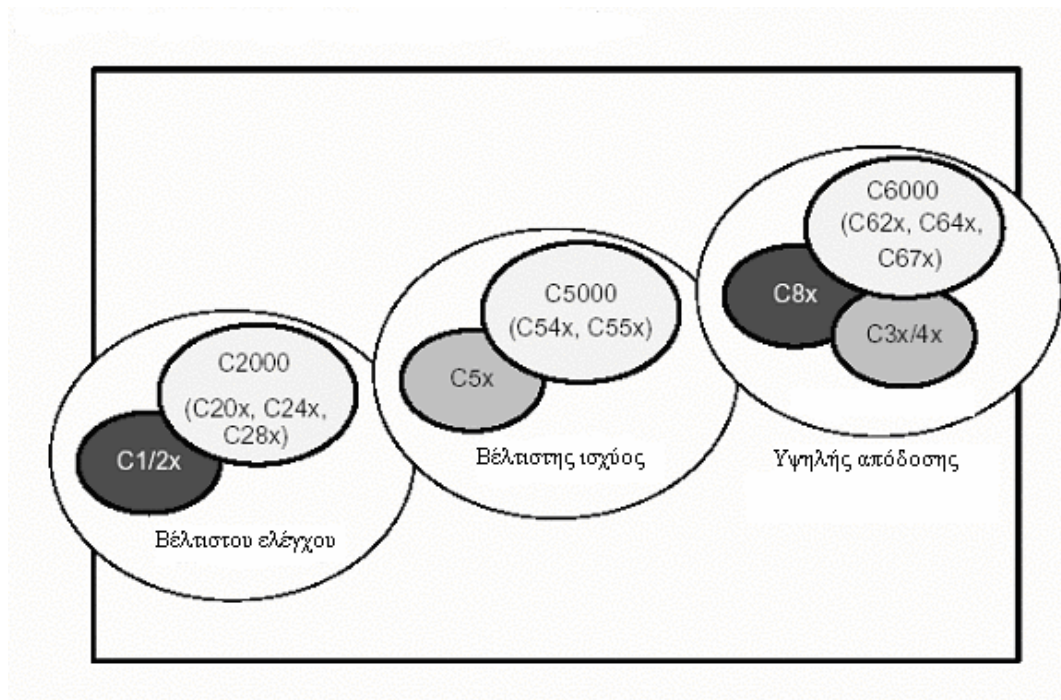
- Πολύ ευέλικτο σύνολο εντολών
- Έμφυτη λειτουργική ευελιξία
- Υψηλής ταχύτητας εκτέλεση
- Καινοτομική παράλληλη αρχιτεκτονική αποτελεσματική σε κόστος

- Αρχιτεκτονική φιλική προς την γλώσσα προγραμματισμού C

Ιστορία ,ανάπτυξη και πλεονεκτήματα των TMS320 DSPs

Το 1982 η εταιρεία Texas Instruments εισήγαγε το TMS32010 ,τον πρώτο σταθερής υποδιαστολής επεξεργαστή ψηφιακού σήματος της TMS320 DSP οικογένειας .Πρίν το τέλος εκείνης της χρονιάς το περιοδικό ηλεκτρονικών προϊόντων (Electronic Products magazine) βράβευσε τον TMS32010 με τον τίτλο του « προϊόντος της χρονιάς » .Ο TMS32010 έγινε το μοντέλο για τις μελλοντικές TMS320 DSP γενιές .Σήμερα , η TMS320 DSP οικογένεια αποτελείται από τρεις υποστηριζόμενες DSP πλατφόρμες : την TMS320C2000 , την TMS320C5000 και την TMS320C6000 πλατφόρμα .Η C5000 DSP πλατφόρμα περιέχει τρεις γενιές , την TMS320C5x ,την TMS320C54x και την TMS320C55x γενιά .

Οι συσκευές μέσα στην C5000 DSP πλατφόρμα χρησιμοποιούν παρόμοια δομή κεντρικής επεξεργαστικής μονάδας η οποία συνδυάζεται με μια ποικιλία μνημονικών και περιφερειακών διαμορφώσεων .Αυτές οι ποικίλες διαμορφώσεις ικανοποιούν ευρεία περιοχή απαιτήσεων στην παγκόσμια αγορά των ηλεκτρονικών .Όταν η μνήμη και τα περιφερειακά ενσωματώνονται με την κεντρική επεξεργαστική μονάδα σε ένα απλό ολοκληρωμένο , τόσο το συνολικό κόστος συστήματος όσο και ο ελεύθερος χώρος στο κύκλωμα μειώνονται σημαντικά .Η εικόνα 1-1 δείχνει τα οφέλη απόδοσης της TMS320 DSP οικογένειας συσκευών . [14]



Εικόνα 2.2-Εξέλιξη της TMS320 DSP οικογένειας

2.3.2 Περίληψη της γενιάς των TMS320C54x επεξεργαστών ψηφιακού σήματος

Η γενιά των C54x DSP έχει υψηλού βαθμού λειτουργική ευελιξία και ταχύτητα . Η συγκεκριμένη γενιά επεξεργαστών ψηφιακού σήματος συνδυάζει μια προχωρημένη και συνάμα τροποποιημένη Harvard αρχιτεκτονική (με ένα δίαυλο μνήμης προγράμματος ,τρεις δίαυλους μνήμης δεδομένων και τέσσερις δίαυλους διευθύνσεων) , μια κεντρική επεξεργαστική μονάδα με ειδικής-εφαρμογής λογική υλικού , μνήμη πάνω στο ολοκληρωμένο , περιφερειακά πάνω στο ολοκληρωμένο και ένα υψηλά εξειδικευμένο σύνολο εντολών .Οι συσκευές Spinoff οι οποίες συνδυάζουν την κεντρική επεξεργαστική μονάδα των C54x επεξεργαστών με προσαρμοσμένη πάνω στο ολοκληρωμένο μνήμη και περιφερειακές διαμορφώσεις , έχουν αναπτυχθεί για συγκεκριμένες περιοχές στην αγορά των ηλεκτρονικών ειδών .

Οι C54x συσκευές προσφέρουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα [14] :

- ✓ Ενσωματωμένη Harvard αρχιτεκτονική υλοποιημένη γύρω από ένα δίαυλο προγράμματος , τρεις δίαυλους δεδομένων και τέσσερις δίαυλους διευθύνσεων για αυξημένη απόδοση και προσαρμοστικότητα .
- ✓ Προχωρημένη σχεδίαση της κεντρικής επεξεργαστικής μονάδας με υψηλού βαθμού παραλληλισμό και ειδικής-εφαρμογής λογική υλικού για αυξημένη απόδοση .
- ✓ Ένα πολύ εξειδικευμένο σύνολο εντολών για γρηγορότερους αλγόριθμους και για βελτιστοποιημένη , υψηλού επιπέδου γλώσσας , λειτουργία .
- ✓ Αρθρωτό (modular) αρχιτεκτονικό σχέδιο με σκοπό την γρήγορη ανάπτυξη των spinoff συσκευών .
- ✓ Προχωρημένη τεχνολογία ολοκληρωμένου για αυξημένη απόδοση και χαμηλή κατανάλωση ισχύος .
- ✓ Χαμηλή κατανάλωση ισχύος και έντονη εκπομπή ακτινοβολίας λόγω των νέων τεχνικών στατικής σχεδίασης .

2.3.3 Βασικά χαρακτηριστικά της γενιάς των TMS320C54x επεξεργαστών ψηφιακού σήματος

Παρακάτω , παραθέτουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των C54x DSPs [14].

- Κεντρική επεξεργαστική μονάδα (CPU)
 - Προχωρημένη πολλαπλών διαύλων αρχιτεκτονική με ένα δίαυλο προγράμματος , τρεις δίαυλους δεδομένων και τέσσερις δίαυλους διευθύνσεων .
 - 40-bit αριθμητική λογική μονάδα (ALU) που περιλαμβάνει ένα 40-bit barrel shifter και δύο ανεξάρτητους 40-bit αθροιστές .
 - 17-bit X 17-bit παράλληλο πολλαπλασιαστή συζευγμένο με ένα 40-bit εξειδικευμένο αθροιστή για nonpipelined ενός κύκλου λειτουργία πολλαπλασιασμού/άθροισης (MAC) .
 - Μονάδα σύγκρισης , επιλογής και αποθήκευσης (CSSU) για την επιλογή πρόσθεσης /σύγκρισης του Viterbi τελεστή .
 - Εκθετικός κωδικοποιητής για τον υπολογισμό του εκθέτη της τιμής του 40-bit αθροιστή σε ένα μόνο κύκλο .

- Δύο γεννήτριες διευθύνσεων που περιέχουν 8 βοηθητικούς καταχωρητές και 2 βοηθητικές αριθμητικές μονάδες καταχωρητή .
- Πολλαπλής κεντρικής επεξεργαστικής μονάδας αρχιτεκτονική σε ορισμένες συσκευές .

ο Μνήμη

- 192k words X 16-bit διευθυνσιοδοτούμενη περιοχή μνήμης (64k words προγράμματος , 64k words δεδομένων και 64k words εισόδου/εξόδου) με εκτεταμένη μνήμη προγράμματος σε ορισμένες συσκευές .

ο Σύνολο εντολών

- Μιας εντολής λειτουργίες επανάληψης και επανάληψης μπλόκ .
- Εντολές μετακίνησης της μπλόκ μνήμης για καλύτερη διαχείριση του προγράμματος και των δεδομένων .
- Εντολές με τον 32-bit long τελεστή .
- Εντολές με δύο ή τριών τελεστών ταυτόχρονα διαβάσματα .
- Αριθμητικές εντολές με παράλληλη αποθήκευση και παράλληλη φόρτωση.
- Εντολές υποθετικής αποθήκευσης .
- Γρήγορη επιστροφή από διακοπή (interrupt) .

ο Περιφερειακά πάνω στο ολοκληρωμένο

- Λογισμικά προγραμματιζόμενη γεννήτρια καταστάσεων αναμονής (wait-state generator) .
- Προγραμματιζόμενη bank-switching λογική .
- Πάνω στο ολοκληρωμένο κλειδωμένης-φάσης (phase-locked) γεννήτρια χρονιστή με εσωτερικό ταλαντωτή ή εξωτερική πηγή χρονιστή .
- Εξωτερικός bus-off έλεγχος για την απενεργοποίηση του εξωτερικού διαύλου δεδομένων , του διαύλου διευθύνσεων και των σημάτων ελέγχου.
- Προγραμματιζόμενος χρονοδιακόπτης .

- ο Ταχύτητα : Ο χρόνος εκτέλεσης για ενός κύκλου ,σταθερής υποδιαστολής εντολή κυμαίνεται γύρω στα 25/20/15/12.5/10 nsec ανάλογα με τον επεξεργαστή που χρησιμοποιούμε .
- ο Ισχύς
 - Έλεγχος της κατανάλωσης ισχύος με τις IDLE 1 ,IDLE 2 και IDLE 3 εντολές για power-down καταστάσεις .
 - Έλεγχος για την απενεργοποίηση του CLKOUT σήματος .
- ο Εξομοίωση : IEEE Standard 1149.1 λογική περιορισμένου σαρώματος διασυνδεμένη με μια πάνω στο ολοκληρωμένο εξομοιωμένη λογική .

2.4-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΥ TMS320VC5416

Το αναπτυξιακό που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση του προτύπου βασίζεται στον TMS320VC5416 επεξεργαστή ψηφιακού σήματος της εταιρείας Texas Instruments .Είναι μια κάρτα επιτραπέζιας πλατφόρμας η οποία επιτρέπει σε μηχανικούς και σε σχεδιαστές λογισμικού να εκτιμούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του TMS320VC5416 έτσι ώστε στην συνέχεια να καθορίζουν εάν ο επεξεργαστής ικανοποιεί τις απαιτήσεις των εφαρμογών τους .

Παρακάτω , παρουσιάζουμε μια γενική περιγραφή του αναπτυξιακού μαζί με βασικά χαρακτηριστικά και το μπλόκ διάγραμμα του κυκλώματος .

2.4.1 Περίληψη του TMS320VC5416 DSK

Το TMS320VC5416 αναπτυξιακό είναι ένα ανεξάρτητο εργαλείο ανάπτυξης και αποτίμησης .Η λειτουργία του επιτρέπει την λεπτομερή εξέταση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του C5416 επεξεργαστή ψηφιακού σήματος με σκοπό τον καθορισμό συμβατότητας με απαιτήσεις διαφόρων εφαρμογών .Επιπροσθέτως ,αποτελεί μια άριστη πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού για την TMS320VC5416 οικογένεια των επεξεργαστών της Texas Instruments .Η διπλωματική μας βασίζεται

στο δεύτερο βασικό χαρακτηριστικό του αναπτυξιακού .Το DSK επιτρέπει πολύ γρήγορη επαλήθευση του VC5416 κώδικα .Το αναπτυξιακό περιέχει 64k words on-board RAM μνήμη ,256k words on-board Flash ROM και ένα Burr Brown PCM 3002 stereo codec κάτι που μας δείχνει ότι με τις προδιαγραφές που έχει μπορεί να εξυπηρετήσει μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών .Εκτός από τα παραπάνω παρέχεται μια ειδική έκδοση προγραμματιστικού περιβάλλοντος η οποία απλοποιεί την ανάπτυξη κώδικα και μειώνει σημαντικά τον χρόνο εκσφαλμάτωσης .Είναι το Code Composer Studio για το οποίο θα μιλήσουμε στην συνέχεια .

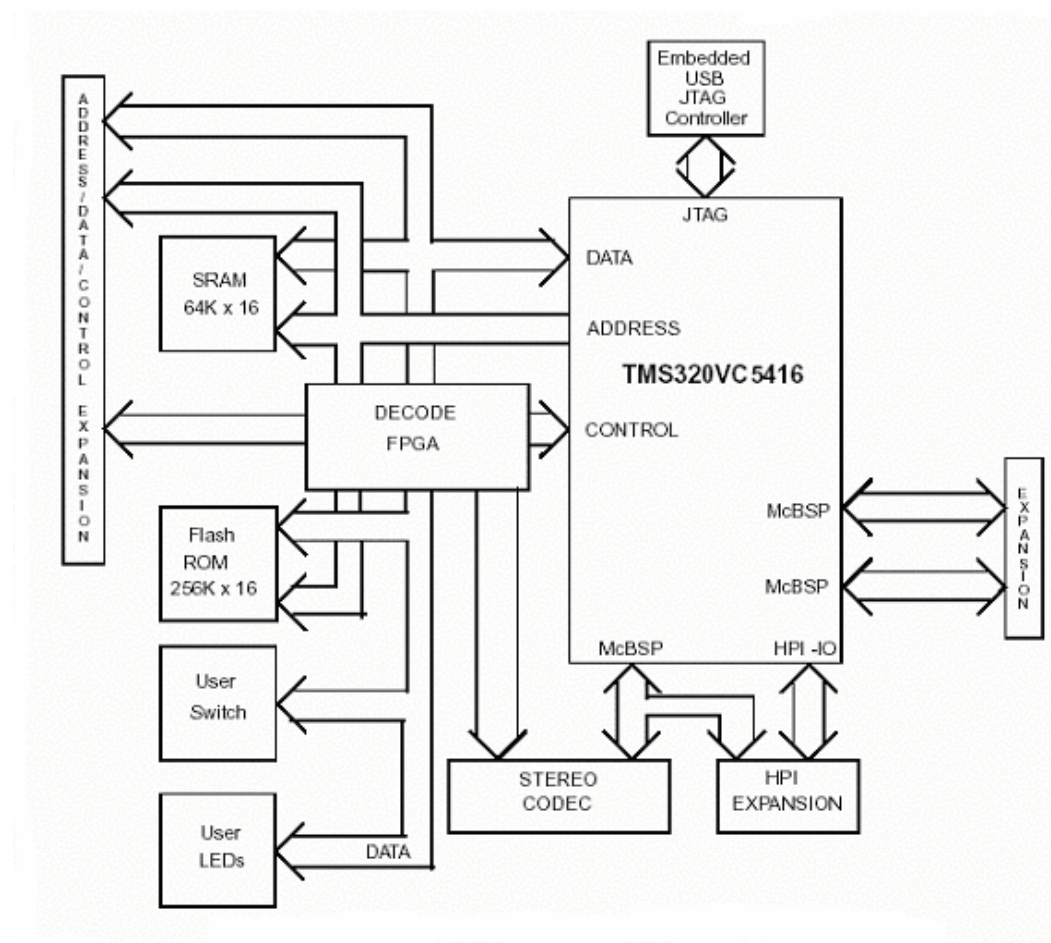
2.4.2 Βασικά χαρακτηριστικά του TMS320VC5416 αναπτυξιακού

Το VC5416 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά [15]:

- Το VC5416 λειτουργεί στα 16-160 Mhz
- Περιέχει on board USB JTAG controller με plug-and-play drivers
- 64k words on-board μνήμης RAM
- 256k words on-board μνήμης Flash ROM
- 3 επεκταμένους συνδετές
- IEEE 1149.1 JTAG σύνδεση για προαιρετική εκσφαλμάτωση προσομοίωσης
- Burr Brown PCM 3002 Stereo Codec
- +5 Volt λειτουργία

2.4.3 Λειτουργική περίληψη του TMS320VC5416 DSK

Η εικόνα 1 δείχνει το μπλόκ διάγραμμα της βασικής διάταξης του VC5416 DSK .Τα κυριότερα interfaces του DSK περιλαμβάνουν το target RAM και ROM interface , το FPGA interface , το Codec interface και ένα interface επέκτασης .Το VC5416 διασυνδέεται με 64k words RAM και 256k words Flash ROM μνήμης .Ένα εξωτερικό interface εισόδου/εξόδου υποστηρίζει παράλληλες θύρες εισόδου/εξόδου και πολλαπλών καναλιών σύγχρονες σειριακές θύρες .Ένα Flash Boot Rom καθορίζει την περιοχή της μνήμης δεδομένων και τέσσερα stereo jacks παρέχουν εισόδους και εξόδους στο codec [15] .



Εικόνα 2.3-Μπλόκ διάγραμμα του TMS320VC5416 DSK αναπτυξιακού

2.5-ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ DSP ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΣΚΟΠΟΥ (PC –GENERAL PURPOSE PROCESSORS)

Εισαγωγή :

Η επικέντρωση μας στην εφαρμογή των DSP προέκυψε ύστερα από την μελέτη των λειτουργικών δυνατοτήτων αυτών των επεξεργαστών .Η προσέγγιση αυτή έγινε σύμφωνα με την σύγκριση των DSP με επεξεργαστές γενικού σκοπού , δηλαδή με επεξεργαστές που αποτελούν την βάση των κοινών υπολογιστών .Παρακάτω , αναφέρουμε αυτές τις διαφορές που υπάρχουν και σίγουρα επιδεικνύουν την σπουδαιότητα των επεξεργαστών ψηφιακού σήματος σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών το οποίο περιλαμβάνει και την δική μας .Οι περισσότεροι DSP εμφανίζουν ένα σύνολο κοινών χαρακτηριστικών τα οποία παρουσιάζονται ακολούθως .

Χαρακτηριστικά κοινά στους περισσότερους DSP επεξεργαστές

- ✓ Σχηματοποιημένο μονοπάτι δεδομένων (data path) για DSP
- ✓ Ειδικευμένο σύνολο εντολών (instruction set)
- ✓ Πολλαπλοί καταθέτες μνήμης (memory banks) και δίαυλοι
- ✓ Ειδικευμένες λειτουργίες διευθυνσιοδότησης
- ✓ Εξειδικευμένος έλεγχος εκτέλεσης
- ✓ Εξειδικευμένα περιφερειακά για DSP

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά αναλύουμε εκτενέστερα τις διαφορές ανάμεσα στους DSP επεξεργαστές και στους επεξεργαστές γενικού σκοπού .

1^ο Πεδίο Σύγκρισης :Μονοπάτι Δεδομένων

DSP Επεξεργαστές

- Ειδικευμένο υλικό εκτελεί όλες τις βασικές αριθμητικές λειτουργίες σε 1 κύκλο

DSP Επεξεργαστές (Συνέχεια)

- Υποστήριξη υλικού για την διαχείριση αριθμητικής ακρίβειας
- Μετατοπιστές
 - ο Ψηφία Προστασίας
 - ο Κορεσμός-Υπερχείλιση

Επεξεργαστές Γενικού Σκοπού

- Οι πολλαπλασιασμοί συνήθως εκτελούνται σε περισσότερους από 1 κύκλους

Επεξεργαστές Γενικού Σκοπού(Συνέχεια)

- Οι μετατοπίσεις (shifting) εκτελούνται σε περισσότερους από 1 κύκλους
- Άλλοι υπολογισμοί (στρογγυλοποίησης , υπερχείλισης) τυπικά διαρκούν πολλαπλούς κύκλους

2^ο Πεδίο Σύγκρισης :Σύνολο Εντολών

DSP Επεξεργαστές

- Υποστηρίζουν εξειδικευμένες ,πολύπλοκες εντολές

Επεξεργαστές Γενικού Σκοπού

- Υποστηρίζουν Γενικού σκοπού εντολές

-Πολλαπλές λειτουργίες ανά εντολή

- Τυπικά μόνο μια λειτουργία ανά εντολή

3^ο Πεδίο Σύγκρισης :Αρχιτεκτονική Μνήμης

DSP Επεξεργαστές

- Harvard αρχιτεκτονική
- 2 με 4 προσβάσεις μνήμης/κύκλο
- Μη χρησιμοποίηση caches –μόνο μονής πρόσβασης RAM (SRAM)

Επεξεργαστές Γενικού Σκοπού

- Von Neumann αρχιτεκτονική
- Τυπικά 1 πρόσβαση μνήμης/κύκλο
- Χρησιμοποίηση των caches (οι λεγόμενες ‘γρήγορες’ μνήμες)

4^ο Πεδίο Σύγκρισης :Διευθυνσιοδότηση

DSP Επεξεργαστές

- Εξειδικευμένες μονάδες δημιουργίας διευθύνσεων
- Ειδικευμένες λειτουργίες διευθυνσιοδότησης
 - ο Αυτόματη αύξηση
 - ο Υπολογισμός υπολοίπου
 - ο Αντιστροφή ψηφίων (για τον μετασχηματισμό Fourier)
- Καλή ενδιάμεση υποστήριξη δεδομένων

Επεξεργαστές Γενικού Σκοπού

- Συνήθως δεν υπάρχει ξεχωριστή μονάδα δημιουργίας διευθύνσεων
- Γενικού σκοπού λειτουργίες διευθυνσιοδότησης

Εκτός από τα παραπάνω οι DSP διακρίνονται για τα ακόλουθα χαρακτηριστικά τα οποία δεν συναντώνται σε επεξεργαστές γενικού σκοπού γι' αυτό δεν αναγράφεται η πλευρά αυτών .

5^ο Πεδίο Σύγκρισης :Έλεγχος εκτέλεσης των DSP

- Υλικό για γρήγορη βρόχων προγραμμάτων (looping)
- 'Γρήγορες' διακοπές (interrupts) για την διαχείριση εισόδου/εξόδου
- Υποστήριξη πραγματικού χρόνου εκσφαλμάτωσης (real-time debugging)

6^ο Πεδίο Σύγκρισης :Ειδικευμένα περιφερειακά των DSP

Οι DSP επεξεργαστές στηρίζουν κάποια ειδικευμένα περιφερειακά τα οποία αναλύονται παρακάτω

- Σύγχρονες σειριακές θύρες
- Παράλληλες θύρες
- Χρονιστές (Timers)
- A/D και D/A μετατροπείς
- Θύρες ψηφίων εισόδου/εξόδου
- Πάνω στο ολοκληρωμένο ελεγκτές άμεσης πρόσβασης μνήμης

Τα περιφερειακά πάνω στο ολοκληρωμένο είναι σχεδιασμένα για λειτουργία σε 'βάθος' ακόμα και αν ο πυρήνας του επεξεργαστή είναι εκτός λειτουργίας .

Οι παραπάνω διαφορές καταδεικνύουν τα πλεονεκτήματα των DSP σε σχέση με τους επεξεργαστές Γενικού Σκοπού για συγκεκριμένες εφαρμογές ψηφιακού σήματος .Γι' αυτό τον λόγο οι Γενικού Σκοπού επεξεργαστές προσπαθούν να προσαρτήσουν δυνατότητες των DSP .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ MPEG-2 ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΤΟΝ DSP

3.1-ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΤΟ DSP

Α' Στάδιο:Επεξεργασία πηγαίου κώδικα που αναφέρεται στο πρότυπο σε Win-32 ANSI C μεταγλωττιστή.

Η ομάδα ειδικών κινούμενης εικόνας (Moving Picture Experts Group) διαθέτει για ελεύθερη χρήση ένα σύνολο πηγαίων αρχείων ANSI-C γλώσσας τα οποία αποτελούν σημείο αναφοράς για την επέκταση-ανάπτυξη της κωδικοποίησης του MPEG-2 βίντεο προτύπου αλλά και την ενσωμάτωση του σε διάφορες εφαρμογές .Ο κώδικας είναι κατασκευασμένος για περιβάλλον LINUX γι' αυτό και η μεταφορά του σε περιβάλλον Windows έγινε με την συνοδεία κάποιων μετατροπών .Οι μετατροπές αφορούσαν κυρίως κάποιες ονοματολογίες ή συγκεκριμένες βιβλιοθήκες που ήταν ειδικές στο περιβάλλον LINUX .Η τελική επεξεργασία έγινε με βάση τα αποτελέσματα που περιμέναμε να δούμε σε μια δοκιμαστική ακολουθία εικόνων που ήταν μαζί με τον πηγαίο κώδικα .

Β' Στάδιο:Μετατροπή του κώδικα που επεξεργαστήκαμε , ο οποίος βασίζεται σε 32-bit ακεραίους , έτσι ώστε να υποστηρίζει 16-bit ακεραίους .

Στον ANSI-C μεταγλωττιστή υλοποιήσαμε την MPEG-2 εφαρμογή με 16-bit ακεραίους (μεταβλητή int16_t στον ANSI-C compiler μας) .Υπήρξαν προβλήματα με υπερχειλίσεις τιμών σε κάποια κομμάτια .Αυτά τα προβλήματα αντιμετωπίστηκαν με μείωση της ακρίβειας και του εύρους τιμών των αποτελεσμάτων (μετά από παρατηρήσεις στο τέλος κάθε σταδίου που υπάρχει στο πρότυπο) κάτι που είχε αντίκτυπο στην ποιότητα των εικόνων της ακολουθίας εξόδου (αρχείο με κατάληξη .m2v) .Αυτό το συμπέρασμα αποτελεί την βάση της συμπεριφοράς της υλοποίησης του MPEG-2 προτύπου στο DSP .

Γ' Στάδιο:Μεταφορά του κώδικα των 16-bit ακεραίων στον DSP για εφαρμογή του προτύπου.

Η μεταφορά του κώδικα των 16-bit που δημιουργήσαμε πριν στο DSP εμφάνισε δυσκολίες προσαρμογής. Και αυτό γιατί παρουσιάστηκαν κάποια βασικά προβλήματα. Τα οποία είναι κατηγοριοποιημένα παρακάτω :

Α) Προβλήματα με την μεταγλώττιση βασικών συναρτήσεων προτύπων βιβλιοθηκών της ANSI-C που υπήρχαν στον κώδικα .

Β) Προβλήματα σύνδεσης κώδικα με το DSP (κάτι που γινόταν αυτόματα στον προηγούμενο μεταγλωττιστή)

Γ) Πολύ μικρή εσωτερική μνήμη στο DSP (ενώ ο WIN-32 μεταγλωττιστής υποστηριζόμενος από τον H/Y είχε πολύ μεγαλύτερη)

Δ) Χαμηλή επεξεργαστική ισχύς του DSP (μόλις 160MHz)

Ε) Η 16-bit αρχιτεκτονική του μηχανήματος

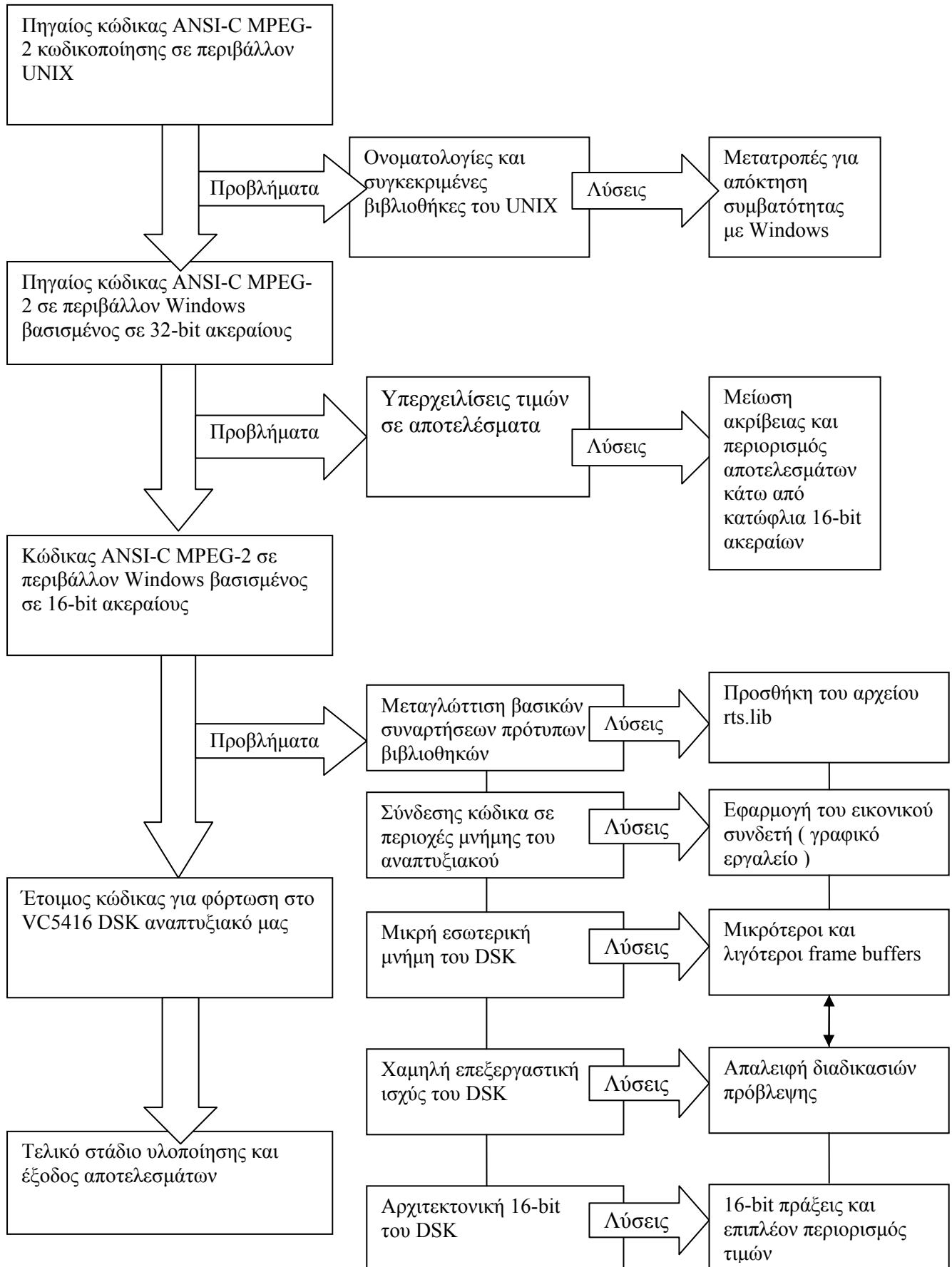
Με βάση τα προβλήματα προέκυψαν και οι λύσεις που αποτελούν τον γενικό άξονα στην πορεία υλοποίησης .

Το α) πρόβλημα επιλύθηκε με την προσθήκη στον κώδικα του rts.lib αρχείου (run-time support βιβλιοθήκη) . Με αυτό τον τρόπο όλες οι άγνωστες για το DSP συναρτήσεις προσαρμόστηκαν αμέσως στο προγραμματιστικό περιβάλλον του επεξεργαστή. Το β) πρόβλημα παρουσιάστηκε λόγω πολυπλοκότητας του πηγαίου κώδικα και της διαδικασίας κατανομής μνήμης που χρησιμοποιείται παραδοσιακά στο DSP (η κατανομή γίνεται με την δημιουργία του Linker Command File το οποίο χρησιμοποιεί στην σύνταξη του γλώσσα μηχανής η οποία είναι δυσνόητη). Η επίλυση του βασίστηκε στην εφαρμογή του Visual Linker που παρέχεται μαζί με το Code Composer Studio (προγραμματιστικό περιβάλλον του DSP) . Η εφαρμογή αυτή συνδέει τον πηγαίο κώδικα μέσω ταυτόχρονης οπτικής απεικόνισης της μνήμης του DSP . Παράλληλα κάναμε βέλτιστη κατανομή μνήμης (π.χ κομμάτια που χρησιμοποιούμε συχνά τα τοποθετήσαμε στην DRAM η οποία είναι διπλής πρόσβασης μνήμη RAM , ενώ τα υπόλοιπα στην SRAM η οποία είναι απλής πρόσβασης μνήμη RAM σαφώς πιο αργή από την προηγούμενη) .

Τα δύο επόμενα προβλήματα αποτελούν τα βασικότερα στην πορεία υλοποίησης . Ειδικότερα η χαμηλή μνήμη του DSP είχε σαν συνέπεια τη κατανομή δυναμικής

μνήμης σε μικρότερους frame buffers (είναι περιοχές προσωρινής μνήμης οι οποίες περιέχουν τα δεδομένα των εικόνων που επεξεργάζονται) σε σχέση με αυτούς που χρησιμοποιούσαμε στον προηγούμενο μεταγλωττιστή (έχει σχέση με την Heap-μνήμη που παρέχει την μνήμη για δυναμική καταχώρηση αντικειμένων) .Για αυτό το λόγο η εικόνες της ακολουθίας μας για να μπορέσουν να ‘χωρέσουν’ στους frame buffers πρέπει να είναι σχετικά μικρών διαστάσεων (64x64 pixels) .Ο περιορισμός της μνήμης όμως δεν είχε μόνο επίδραση στο μέγεθος των buffers αλλά και στην ποσότητα αυτών .Μόνο 2 frame buffers χωράει η μνήμη του DSP .Σαν αποτέλεσμα αυτού ήταν ο προσανατολισμός μας σε Intra-frame κωδικοποίηση (δηλαδή κωδικοποίηση ανεξάρτητων εικόνων) .Για την πλήρη υποστήριξη του προτύπου χρειαζόμασταν πάνω από 2 frame buffers κάτι που δεν ήταν εφικτό .Αυτό σημαίνει πως οτιδήποτε είχε σχέση με πρόβλεψη στο πρότυπο έπρεπε να εξαλειφθεί .Με συνέπεια ,οι λειτουργίες εκτίμησης και αντιστάθμισης κίνησης να εξαλειφθούν από την υλοποίηση .Οι παραπάνω 2 διαδικασίες πιάνουν και τον περισσότερο χρόνο εκτέλεσης στο πρότυπο .Άλλωστε , η επεξεργαστική ισχύς του DSP δεν αντέχει αυτές τις λειτουργίες λόγω απαιτήσεων (πολύ αργό σύστημα για τόσο πολύπλοκες συναρτήσεις) .Με την ταυτόχρονη απόλεια των διαδικασιών πρόβλεψης επιλύθηκε (σε ικανοποιητικό επίπεδο) το ζήτημα που αφορούσε την χαμηλή επεξεργαστική ισχύ του DSP (τέταρτο πρόβλημα στην σειρά αναφοράς) γιατί ο επεξεργαστής δεν είχε να αντιμετωπίσει τις παραπάνω ‘βαριές’ υπολογιστικά αλγοριθμικές εφαρμογές .

Το τελευταίο πρόβλημα είναι η 16-bit αρχιτεκτονική του DSP .Η συμπεριφορά του DSP π.χ σε Long τιμές (οι οποίες είναι 32-bit) παρουσίασε ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα .Περιμέναμε αύξηση ακρίβειας και εύρους τιμών και αντί για αυτά πέραμε τελείως προβληματικά αποτελέσματα γιατί δεν υποστηριζόταν πράξεις μεταξύ 32-bit ακεραίων .Αυτό επιλύθηκε με όλες τις πράξεις να υπακούουν σε 16-bit ακεραίους και όπου υπήρχε υπερχείλιση (overflow) έμπαινε το κατάλληλο κατώφλι (threshold) για περιορισμό των τιμών μέχρι κάποιο όριο .Τα παραπάνω αποτελούν τους γενικούς άξονες της υλοποίησης .Στην συνέχεια αναφερόμαστε πιο αναλυτικά σε συγκεκριμένα προγραμματιστικά κομμάτια αυτής .



Εικόνα 3.1-Μπλόκ διάγραμμα υλοποίησης/πορείας προβλήματων και λύσεων αυτών

Υλοποίηση του DSP

Ο κώδικας βασίζεται σε 3 γενικά κομμάτια :

- Διάβασμα αρχείου παραμέτρων και πινάκων κβαντικοποίησης
- Αρχικοποίηση καθολικών μεταβλητών του προγράμματος
- Ρουτίνες στο επίπεδο της ακολουθίας των εικόνων

Το πρώτο κομμάτι αναφέρεται στο διάβασμα του αρχείου παραμέτρων του mpeg-2 προτύπου βίντεο συμπίεσης που περιέχει τις κυριότερες μεταβλητές που χρησιμοποιεί το πρότυπο για την λειτουργία του όπως π.χ μέγεθος εικόνας ,αριθμός εικόνων ,προφίλ-επίπεδο ακολουθίας κτλ.Γίνεται με διάβασμα τιμών ανά γραμμή του αρχείου κειμένου test.dat .Εξίσου σημαντικοί είναι και οι πίνακες κβαντικοποίησης που θα χρησιμεύσουν στο κομμάτι της κβαντικοποίησης που θα αναφέρουμε αργότερα .Το δεύτερο κομμάτι έχει σκοπό την αρχικοποίηση μεταβλητών που έχουν άμεση σχέση με τις μεταβλητές που υπάρχουν στο αρχείο παραμέτρων καθώς και με τους frame buffers που αναφέραμε νωρίτερα (εδώ γίνεται η δυναμική κατανομή μνήμης) .Το τρίτο κομμάτι είναι το πιο βασικό γιατί περιέχει τις συναρτήσεις που χρησιμοποιούμε για την επεξεργαστική λειτουργία της κωδικοποίησης .Οι διαδικασίες που υπάρχουν σε αυτό είναι οι ακόλουθες :

- DCT μετασχηματισμός εικόνας
- Κβαντικοποίηση των DCT-συντελεστών που προκύπτουν
- Run-Length κωδικοποίηση των κβαντικοποιημένων συντελεστών
- Rate control αλγόριθμος

Ο DCT μετασχηματισμός μεταφέρει τα δεδομένα των εικόνων από το χωρικό πεδίο στο πεδίο της συχνότητας .Επιπλέον ,μέσω αυτού του μετασχηματισμού οι μεγαλύτερες χωρικές τιμές των μπλόκ συγκεντρώνονται στις χαμηλές συχνότητες αυτών .Οι χαμηλές συχνότητες είναι πιο διακριτές στο ανθρώπινο οπτικό σύστημα σε σχέση με τις υψηλές που ουσιαστικά υποβαθμίζονται .Ο διακριτός αυτός μετασχηματισμός βασικά αποτελεί την μεταφορά από το χωρικό (spatial) πεδίο στο πεδίο της συχνότητας .Οι τιμές που προκύπτουν κβαντικοποιούνται (εδώ

χρησιμοποιούνται οι πίνακες κβάντισης που προαναφέραμε) και στην συνέχεια κωδικοποιούνται μέσω της run-length μεθόδου με σκοπό την αποθήκευση όσο το δυνατόν λιγότερων bits στο αρχείο εξόδου (παίζει βασικό ρόλο στον συνολικό βαθμό συμπίεσης) . Το rate control κομμάτι έχει πιο καθολικό ρόλο σε σχέση με τα προηγούμενα . Σε μια ομάδα εικόνων , με βάση το ρυθμό ψηφίων (bit_rate) , το ρυθμό εικόνας ($frame_rate$) αλλά και την πολυπλοκότητα της κάθε εικόνας , υπολογίζεται ο αριθμός bits που απαιτείται για την κωδικοποίηση των εικόνων που ανήκουν σε αυτή . Ο γενικός ρόλος του είναι ο ακόλουθος : Εάν έχουμε έλλειμα ψηφίων σε σχέση με την τιμή που εκτιμάει ο rate control αλγόριθμος (κάτι που επιβάλλουν π.χ περιορισμοί στο ρυθμό ψηφίων που δέχεται ένα κανάλι επικοινωνίας , το bit_rate δηλαδή) παρέχεται επιπλέον συμπίεση σε κάθε εικόνα της ομάδας (μέσω της κβαντικοποίησης) . Σε διαφορετική περίπτωση ακολουθείται κανονικά η διαδικασία κωδικοποίησης για αυτή την ομάδα εικόνων . Εκτός από την επιπλέον συμπίεση , για την ικανοποίηση συγκεκριμένων περιορισμών του ρυθμού ψηφίων , βοηθάει στην διατήρηση της ποιότητας εικόνας σε σημεία όπου χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όπως π.χ η περίμετρος ενός αντικειμένου ή τα αντικείμενα που βρίσκονται στην περίμετρο μιας εικόνας . Αυτό γίνεται για κάθε μια ομάδα εικόνων μέσα στην ακολουθία . Το bit_rate είναι ο ρυθμός ψηφίων (bits) που μεταδίδεται το bistream εξόδου σε ένα κανάλι επικοινωνίας ενώ το $frame_rate$ είναι ο αριθμός των εικόνων που αναπαριστώνται ανά δευτερόλεπτο στον αποκωδικοποιητή (π.χ 25 frames / sec) .

3.2-ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΥ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟΝ DSP

3.2.1 Πρώτη Μέθοδος

Η πρώτη μέθοδος αποτελεί την βάση της MPEG-2 κωδικοποίησης ανεξάρτητων εικόνων (Intra frames) . Χρησιμοποιούνται όλα τα βασικά εργαλεία της MPEG-2 κωδικοποίησης εκτός από αυτά που αναφέρονται σε εκτίμηση και αντιστάθμιση κίνησης (motion estimation-motion compensation) . Δηλαδή η μέθοδος αυτή δεν περιέχει μηχανισμούς πρόβλεψης . Ο rate control αλγόριθμος που χρησιμοποιείται είναι ο ίδιος με αυτόν που υπάρχει στο μοντέλο δοκιμής του κωδικοποιητή (η ανάλυση του βρίσκεται σε επόμενη ενότητα του κεφαλαίου) . Το αποτέλεσμα αυτής

της μεθόδου είναι κωδικοποιημένο βίντεο με καλή ποιότητα και με συνολικό βαθμό συμπίεσης που κυμαίνεται κοντά στο 10:1 .Αυτή η υλοποίηση αποτελεί ουσιαστικά μια παραλλαγή της MJPEG συμπίεσης όμως επειδή χρησιμοποιούνται MPEG-2 εργαλεία (π.χ υπάρχουν διαφορές στους πίνακες κβαντικοποίησης) είναι αποκλειστικά κωδικοποίηση MPEG-2 ανεξάρτητων εικόνων .

3.2.2 Δεύτερη Μέθοδος

Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιεί τις περισσότερες λειτουργίες της πρώτης μεθόδου αλλά διαφέρει σε κάποια σημαντικά σημεία .Ένα από αυτά είναι ο αλγόριθμος ελέγχου ρυθμού που χρησιμοποιείται εδώ ο οποίος είναι τροποποιημένος σε σχέση με αυτόν που υπάρχει στο μοντέλο δοκιμής του προτύπου (η ανάλυση του τροποποιημένου αλγορίθμου βρίσκεται σε επόμενη ενότητα).Η μέθοδος αυτή υλοποιεί μηχανισμό σύγκρισης δύο διαδοχικών εικόνων .Στις περιοχές ,ανάμεσα στις δύο αυτές εικόνες , όπου παρατηρείται κοινή πληροφορία εκτελείται επιπλέον συμπίεση ενώ σε διαφορετική περίπτωση ακολουθείται η ίδια διαδικασία με αυτήν της πρώτης μεθόδου .Ακολουθεί στην εικόνα 3.2 ο αλγόριθμος σύγκρισης και συμπίεσης μεταξύ δύο εικόνων . Εύκολα ανακύπτει το ερώτημα εάν είναι κωδικοποίηση ανεξάρτητων εικόνων καθώς υπάρχει σύγκριση μεταξύ αυτών .Η απάντηση βασίζεται στο γεγονός ότι αυτή η μέθοδος μπορεί να συγκρίνει δύο διαδοχικές εικόνες αλλά δεν χρησιμοποιεί τα εργαλεία πρόβλεψης που θα καθιστούσαν αυτές τις εικόνες σαν προβλέψιμες (predicted) .Άλλωστε ο μηχανισμός πρόβλεψης του MPEG-2 βασίζεται στην κωδικοποίηση της διαφοράς μεταξύ της εικόνας αναφοράς και της εικόνας για την οποία γίνεται η πρόβλεψη .Η δεύτερη μέθοδος κωδικοποιεί ολόκληρη την εικόνα απλά περιοχές που είναι κοινές μεταξύ των δύο διαδοχικών εικόνων που συγκρίνονται είναι περισσότερο συμπιεσμένες .Μπορούμε να την χαρακτηρίσουμε σαν κωδικοποίηση intra εικόνων με προσαρμοσμένη συμπίεση που βασίζεται στην πληροφορία διαδοχικών εικόνων .Το αποτέλεσμα είναι υψηλότερος βαθμός συμπίεσης σε σχέση με την πρώτη μέθοδο αλλά υπάρχουν απώλειες ποιότητας λόγω της επιπλέον συμπίεσης .

3.2.3 Τρίτη Μέθοδος

Η τρίτη μέθοδος βασίζεται στην λογική της δεύτερης μεθόδου .Επιπλέον ,χρησιμοποιεί κοινά αλγοριθμικά εργαλεία με αυτήν όπως τον rate control αλγόριθμο .Η διαφορά μεταξύ των δύο έγκειται στον τρόπο σύγκρισης των εικόνων .Η δεύτερη μέθοδος συγκρίνει διαδοχικές εικόνες ενώ η τρίτη συγκρίνει όλες τις εικόνες τις ακολουθίας με την πρώτη εικόνα .Σαν παραδοχή έχουμε ότι η πρώτη εικόνα αποτελεί το background ,δηλαδή το περιβάλλον της ακολουθίας όπου δεν υπάρχει κίνηση .Με αυτό τον τρόπο όλα τα αντικείμενα που εισάγονται στην σκηνή του background κωδικοποιούνται κανονικά (χωρίς επιπλέον συμπίεση) .Το αποτέλεσμα είναι βαθμός συμπίεσης καλύτερος από την πρώτη μέθοδο αλλά λίγο μικρότερος ή ίσος σε σχέση με την δεύτερη μέθοδο .Η ποιότητα είναι καλύτερη από την δεύτερη αλλά χειρότερη της πρώτης λόγω της επιπλέον συμπίεσης του background .

Διάβασε τα στοιχεία ενός μπλόκ της πρώτης εικόνας σύγκρισης

Έστω αυτά : $\text{pix}[i]$

Διάβασε τα στοιχεία του μπλόκ αντίστοιχης θέσης στην δεύτερη εικόνα σύγκρισης

Έστω αυτά : $\text{pix}'[i]$

Αν $\text{pix}[i] = \text{pix}'[i]$ Τότε

$\text{pix}'[i] = \text{pix}'[i]/\alpha$, όπου $\alpha > 1$, θετικός ακέραιος

Σε διαφορετική περίπτωση

$\text{pix}'[i] = \text{pix}'[i]$

Εικόνα 3.2-Αλγόριθμος σύγκρισης και συμπίεσης δεύτερης και τρίτης μεθόδου

3.2.4 Τέταρτη Μέθοδος

Η τέταρτη μέθοδος στηρίζεται σε διαφορετική φιλοσοφία σε σχέση με την τελική κωδικοποίηση της εικόνας .Υποστηρίζει όλα τα βασικά εργαλεία της πρώτης μεθόδου (όπως π.χ τον rate control αλγόριθμο) αλλά έχουμε κωδικοποίηση διαφοράς εικόνων και όχι ολόκληρων των εικόνων όπως γινόταν στις υπόλοιπες τρεις μεθόδους .Η διαφορά είναι αποτέλεσμα της αφαίρεσης κάθε εικόνας της ακολουθίας με το background , που έχουμε σαν παραδοχή ότι είναι η πρώτη εικόνα .Αντικειμενικός σκοπός αυτής της μεθόδου είναι αρχικά η μετάδοση του background και στην συνέχεια της διαφοράς των εικόνων έτσι ώστε όσο το δυνατόν λιγότερα bits να μεταδίδονται στο κανάλι επικοινωνίας μεταξύ του κωδικοποιητή και του αποκωδικοποιητή .Αυτή η δυνατότητα προσφέρει πολύ υψηλούς βαθμούς συμπίεσης και παρόμοια ποιότητα με αυτή της πρώτης μεθόδου κάτι που αποτελεί την βέλτιστη λύση,σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους .Είναι στην ευθύνη του αποκωδικοποιητή να προσθέσει τις διαφορές αυτές με το background με σκοπό την αναπαραγωγή ολόκληρων των εικόνων της ακολουθίας .

<u>Όνομα Μεθόδου</u>	<u>Περιγραφή Μεθόδου</u>
<u>Μέθοδος 1^η</u> : Κωδικοποίηση Intra Εικόνων	Κωδικοποίηση ανεξάρτητων εικόνων με την χρήση όλων των βασικών εργαλείων κωδικοποίησης του MPEG-2 προτύπου εκτός των διαδικασιών πρόβλεψης
<u>Μέθοδος 2^η</u> : Κωδικοποίηση εικόνων με προσαρμοσμένη συμπίεση βάση σύγκρισης τύπου A	Κωδικοποίηση ολόκληρων εικόνων με προσαρμοσμένη επιπλέον συμπίεση στα σημεία όπου έχουμε κοινή πληροφορία (βάση σύγκρισης) .Η σύγκριση γίνεται ανάμεσα σε αντίστοιχα μπλόκ διαδοχικών εικόνων .Χρησιμοποιείται τροποποιημένος rate control αλγόριθμος .
<u>Μέθοδος 3^η</u> : Κωδικοποίηση εικόνων με προσαρμοσμένη συμπίεση βάση σύγκρισης τύπου B	Κωδικοποίηση ολόκληρων εικόνων με προσαρμοσμένη επιπλέον συμπίεση στα σημεία όπου έχουμε κοινή πληροφορία (βάση σύγκρισης) .Η σύγκριση γίνεται ανάμεσα σε αντίστοιχα μπλόκ πάντα της πρώτης εικόνας και των επόμενων της ακολουθίας .Χρησιμοποιείται τροποποιημένος rate control αλγόριθμος .
<u>Μέθοδος 4^η</u> : Κωδικοποίηση διαφοράς εικόνων βάση σύγκρισης τύπου B	Κωδικοποίηση διαφοράς των εικόνων (εκτός της πρώτης) Η διαφορά βασίζεται στον τρόπο σύγκρισης της τρίτης μεθόδου . Όλα τα βασικά εργαλεία της πρώτης μεθόδου χρησιμοποιούνται .

Πίνακας 3.1-Συνοπτική ανάλυση μεθόδων υλοποίησης

3.3-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ MPEG-2 ΒΙΝΤΕΟ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Εισαγωγή

Η υλοποίηση του MPEG-2 κωδικοποιητή έχει σκοπό την μετατροπή ενός συστηματοποιημένου συνόλου από μη-συμπίεσμένες εικόνες (αποτελούν την είσοδο του συστήματος) σε συμπίεσμένη ροή ψηφίων η οποία είναι να είναι συμβατή με το MPEG-2 πρότυπο .Η γενική λειτουργία του είναι παρόμοια και στις 4 μεθόδους γ'αυτό η ενότητα αυτή αποτελεί ένα ενιαίο πλαίσιο που ισχύει σε όλες τις εφαρμογές μας . Παρακάτω αναφέρουμε πολύ σημαντικές λεπτομέρειες που έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς που υπάρχουν και στις τρεις μεθόδους της υλοποίησης του MPEG-2 κωδικοποιητή .

3.3.1 Χαρακτηριστικά

- Δημιουργεί ροές σταθερού ρυθμού ψηφίων
- Το μοντέλο κωδικοποίησης βασίζεται σε ένα κομμάτι του MPEG-2 μοντέλου δοκιμής (test model-TM5)
- Υποστηρίζει προοδευτικό και πεπλεγμένο βίντεο
- Δημιουργεί MPEG-1 ακολουθίες
- Τύποι εισόδου :Ξεχωριστά YUV αρχεία ,συνδυασμένα YUV, PPM αρχεία
- Έξοδος στατιστικών στοιχείων
- Επιβεβαιώνει τις ρυθμίσεις παραμέτρων του χρήστη εάν είναι κατάλληλες μέσα σε ένα προφίλ και μέσα σε ένα επίπεδο

3.3.2 Περιορισμοί

Ο κωδικοποιητής δεν υποστηρίζει :

- Βαθμωτές επεκτάσεις
- MPEG-1 διανύσματα ακέραιων στοιχείων και D ακολουθίες πλαισίων
- Έλεγχο για μέγιστο αριθμό από δημιουργούμενα ψηφία ανά μακρομπλόκ
- P και B εικόνες
- Διανύσματα κίνησης

- Μεθόδους εκτίμησης και αντιστάθμισης κίνησης
- Διαδικασίες απόφασης μακρομπλόκ (κάτι που υπάρχει στην πλήρη υλοποίηση του προτύπου)
- Μικρής καθυστέρησης μέθοδο ελέγχου του ρυθμού
- Επέμβαση στο κωδικοποιημένο βίντεο
- Κωδικοποίηση μεταβλητού ρυθμού ψηφίων
- Έλεγχο ρυθμού σε αλλαγές σκηνών

3.4-ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ο κωδικοποιητής προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά της κάθε ακολουθίας βίντεο μέσω των παραμέτρων κωδικοποίησης . Οι παράμετροι κωδικοποίησης αποτελούν τα στοιχεία εκείνα που καθορίζουν την χρήση του κωδικοποιητή ανάλογα με τα απαιτήσεις της κάθε ακολουθίας βίντεο που θέλουμε να κωδικοποιήσουμε .Η αποθήκευση των παραμέτρων γίνεται μέσα σε καθολικές μεταβλητές του προγράμματος .Με αυτόν τον τρόπο ,όλα τα στάδια κωδικοποίησης των υλοποιήσεων μας μπορούν να τις ‘βλέπουν’ και να τις χρησιμοποιούν όποτε αυτό κρίνεται αναγκαίο . Η τροποποίηση αυτών γίνεται με παρέμβαση στο αρχείο παραμέτρων . Τα στοιχεία που αποτελούν τις παραμέτρους κωδικοποίησης αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.Αξίζει να σημειωθεί ότι κάθε παράμετρος καταλαμβάνει ξεχωριστή γραμμή στο αρχείο παραμέτρων (Για αυτό το λόγο το διάβασμα τιμών γίνεται με διαδοχικές fread ξεχωριστά σε κάθε γραμμή του αρχείου παραμέτρων) [18].

1^η Παράμετρος : Όνομα των αρχείων που αποτελούν τα πλαίσια εισόδου

Είναι μια συμβολοσειρά που ορίζει το όνομα των αρχείων εισόδου. Ο κωδικοποιητής προσθέτει μια επέκταση (.yuv, .ppm κτλ) η οποία εξαρτάται από τον τύπο του αρχείου εισόδου.Μέσα στον κώδικα μας έχουμε ενώσει το όνομα αυτό με ένα αριθμητικό περιγραφητή (π.χ το %d για ακεραίους) .Έτσι , αν σαν είσοδο αρχείων έχουμε το frame%d , ο κωδικοποιητής ‘ψάχνει’ για τα αρχεία frame0 , frame1 ...Τα αρχεία εισόδου είναι εικόνες που περιέχουν 2 διαστρωματοποιημένα (interleaved) πεδία (για πεπλεγμένο βίντεο) ή εικόνες χωρίς τον διαχωρισμό των πεδίων (για προοδευτικό βίντεο) .

2^η Παράμετρος :Όνομα των ανακατασκευασμένων αρχείων πλαισίου

Αυτή η παράμετρος χρήστη καθορίζει στον κωδικοποιητή τι όνομα να δώσει στα ανακατασκευασμένα πλαίσια .Η διαδικασία επεξεργασίας αρχείων που ισχύει στην πρώτη παράμετρο (με τον αριθμητικό περιγραφητή) βρίσκει εφαρμογή και σε αυτήν .Τα πλαίσια είναι όμοια με τα ανακατασκευασμένα πλαίσια που δίνει σαν έξοδο ο αποκωδικοποιητής.Εάν τοποθετηθεί μια παύλα σε αυτή την παράμετρο τότε δεν έχουμε έξοδο ανακατασκευασμένων πλαισίων από τον κωδικοποιητή.Τα ανακατασκευασμένα πλαίσια αποθηκεύονται πάντα με τον Y,U,V τύπο ανεξάρτητα από τον τύπο των αρχείων εισόδου.Αξίζει να σημειωθεί ότι στην εφαρμογή των μεθόδων μας δεν χρησιμοποιούμε ανακατασκευασμένα αρχεία γι'αυτό τοποθετούμε πάντα την παύλα ('-') σε αυτή την παράμετρο .

3^η Παράμετρος :Όνομα του αρχείου πίνακα που χρησιμοποιείται στην intra κωδικοποίηση .

Εάν η παράμετρος αυτή δεχτεί σαν τιμή την παύλα τότε ο κωδικοποιητής χρησιμοποιεί ένα προκαθορισμένο πίνακα για τις ανάγκες του MPEG-2 προτύπου.Σε διαφορετική περίπτωση καθορίζεται ένα αρχείο που περιέχει ένα προσαρμοσμένο πίνακα κβαντικοποίησης που χρησιμοποιείται αντί του προκαθορισμένου για το πρότυπο.Αυτός ο πίνακας είναι 2 διαστάσεων όπου περιέχονται 64 ακέραιες τιμές (περιοχή τιμών 1...255) διαχωρισμένες με λευκό διάστημα (κενό,στηλογνώμονα ή νέα γραμμή),οι οποίες αντιστοιχούν στους DCT συντελεστές. Δεν είναι αναγκαίο να αλλάξει ο προκαθορισμένος πίνακας.Μεγάλες τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερου βαθμού κβαντικοποίηση με συνέπεια την παρουσία περισσότερου θορύβου σε συγκεκριμένες χωρικές συχνότητες.Για τον πίνακα της intra κβαντικοποίησης η πρώτη τιμή του αρχείου(αντιστοιχεί στην DC τιμή) παραλείπεται.Η χρήση της intra_dc_precision παραμέτρου (θα συναντηθεί παρακάτω) ορίζει την κβαντικοποίηση της DC τιμής.

4^η Παράμετρος :Όνομα του αρχείου στατιστικών

Η έξοδος των στατιστικών αποθηκεύεται στο συγκεκριμένο αρχείο. Εάν γίνει χρήση της παύλας τότε τα στατιστικά εμφανίζονται απευθείας στην οθόνη (δηλαδή στην πρότυπη έξοδο-standard output) .

5^η Παράμετρος : Τύπος αρχείου των εικόνων εισόδου

Είναι ένας αριθμός που ορίζει τον τύπο των πηγαίων πλαισίων εισόδου. Παρακάτω αναφέρεται λεπτομερώς ο κωδικός και η περιγραφή του τύπου που αντιστοιχεί σε αυτόν :

0 → Ξεχωριστά αρχεία για φωτεινότητα (.Y κατάληξη) και χρωμικότητα (.U,.V). Όλα τα αρχεία περιέχουν 8 ψηφία ανά εικονοστοιχείο. Τα αρχεία με κατάληξη .U .V πρέπει να ανταποκρίνονται στον επιλεγμένο τύπο χρώματος

1 → Παρόμοιο με το 0 αλλά συνδεδεμένα τα ξεχωριστά αρχεία σε ένα αρχείο (.yuv κατάληξη)

2 → PPM, Portable PixMap

6η Παράμετρος : Αριθμός των εικόνων

Η παράμετρος αυτή ορίζει το μήκος της ακολουθίας σε ακέραιο αριθμό εικόνων .

7η Παράμετρος : Αριθμός του πρώτου πλαισίου

Συνήθως παίρνει τιμή 0 ή 1 αλλά και οποιαδήποτε (θετική) τιμή είναι αποδεκτή.

8η Παράμετρος : Κωδικός χρόνου του πρώτου πλαισίου

Αυτή η παράμετρος χρησιμοποιείται για τον καθορισμό του κωδικού χρόνου που κωδικοποιείται και τοποθετείται στην επικεφαλίδα της πρώτης ομάδας εικόνων (group of pictures). Ο τύπος είναι βασισμένος στο SMPTE στύλ [19]:

hh : mm: ss: ff (hh=ώρα , mm=λεπτό , ss=δευτερόλεπτο , ff=αριθμός πλαισίου (0..ρυθμός_εικόνας-1)

9η Παράμετρος :N-Αριθμός των πλαισίων σε μια ομάδα εικόνων

Η παράμετρος αυτή ορίζει τον αριθμό των πλαισίων (στην περίπτωση της intra κωδικοποίησης μόνο των I εικόνων) σε μια ομάδα εικόνων .

10η Παράμετρος : Υποστήριξη ISO/IEC 11172-2 Ροής (MPEG-1 πρότυπο)

Η παράμετρος αυτή εάν πάρει τιμή 1 τότε ο κωδικοποιητής παράγει μια MPEG-1 ακολουθία.Σε αυτή την περίπτωση μερικές από τις υπο-ακολουθιακές τιμές ,συγκεκριμένες πάνω στο MPEG-2 πρότυπο,παραλείπονται .

11^η Παράμετρος :Τύπος εικόνας

Η τιμή 0 σε αυτή την μεταβλητή επιλέγει κωδικοποίηση εικόνας πλαισίου όπου τα πεδία (υπάρχουν 2 σε κάθε πλαίσιο) ενός πλαισίου κωδικοποιούνται ταυτόχρονα.Ενώ η τιμή 1 επιλέγει κωδικοποίηση εικόνας πεδίου όπου τα πεδία κωδικοποιούνται ξεχωριστά .Η δεύτερη περίπτωση επιτρέπεται μόνο σε πεπλεγμένο βίντεο.Στην υλοποίηση μας έχουμε πάντα αυτή την τιμή ίση με 0 .Δηλαδή εκτελούμε πάντα κωδικοποίηση ταυτόχρονα όλης της εικόνας .

12^η Παράμετρος :Οριζόντια διάσταση

Η παράμετρος αυτή είναι το μέγεθος του πλάτους των εικονοστοιχείων (pixels) μέσα στα πλαίσια.Δεν χρειάζεται να είναι πολλαπλάσιο του 16.Λόγω περιορισμών η μέγιστη τιμή που μπορούμε να έχουμε (στην υλοποίηση μας) σε αυτή την παράμετρο είναι 64 .

13^η Παράμετρος :Κάθετη διάσταση

Είναι το μέγεθος του ύψους των εικονοστοιχείων μέσα στα πλαίσια .Δεν χρειάζεται να είναι πολλαπλάσιο του 16 . Λόγω περιορισμών η μέγιστη τιμή που μπορούμε να έχουμε (στην υλοποίηση μας) σε αυτή την παράμετρο είναι 64 .

14^η Παράμετρος :Πληροφορίες για τον λόγο των 2 διαστάσεων

Ορίζει τον λόγο 2 της οριζόντιας προς την κάθετη διάσταση (δηλαδή τον λόγο των διαστάσεων αναπαράστασης σε οθόνη) .Οι τιμές που χρησιμοποιούνται σε αυτή την μεταβλητή καθώς και η σημασιολογία τους αναλύονται παρακάτω:

Κωδικός Έννοια

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | square pels |
| 2 | 4:3 αναπαράσταση |
| 3 | 16:9 αναπαράσταση |
| 4 | 2.21:1 αναπαράσταση |

15^η Παράμετρος :Κωδικός προσδιορισμού του ρυθμού εικόνων

Ορίζει τον ρυθμό πλαισίων .Οι τιμές που παίρνει αυτή η παράμετρος είναι οι εξής [19]:

Κωδικός Πλαίσια/δευτερόλεπτο Σημασία

- | | | |
|---|------------|---|
| 1 | 24000/1001 | 23.976 fps -- NTSC συμπτυκνωμένος ρυθμός φιλμ |
| 2 | 24 | Αναγνωρισμένος διεθνής ρυθμός φιλμ |
| 3 | 25 | PAL (625/50) ρυθμός πλαισίων βίντεο |
| 4 | 30000/1001 | 29.97 -- NTSC ρυθμός πλαισίων βίντεο |
| 5 | 30 | NTSC drop-frame (525/60) ρυθμός πλαισίων βίντεο |
| 6 | 50 | διπλάσιος ρυθμός πλαισίων /προοδευτική PAL |
| 7 | 60000/1001 | διπλάσιος ρυθμός πλαισίων NTSC |
| 8 | 60 | διπλάσιος ρυθμός πλαισίων drop-frame NTSC |

16^η Παράμετρος :Ρυθμός ψηφίων

Είναι μια θετική , κινητής υποδιαστολής ,τιμή που καθορίζει τον ρυθμό ψηφίων με τον οποίο η ροή ψηφίων που βγαίνει σαν έξοδος από τον κωδικοποιητή πηγαίνει στον αποκωδικοποιητή.Η μονάδα που χρησιμοποιείται είναι ψηφία/δευτερόλεπτο.

17^η Παράμετρος :Μέγεθος ενδιάμεσης μνήμης (Σε πολλαπλάσια των 16kbit)

Η παράμετρος καθορίζει το μέγεθος της ενδιάμεσης μνήμης, η οποία αποτελεί μέρος του αποκωδικοποιητή, που θα δεχτεί σαν είσοδο την ροή ψηφίων του κωδικοποιητή. Έτσι η ακολουθία μπορεί να αποκωδικοποιείται χωρίς υπερχειλίσεις ή υποχειλίσεις [19].

18^η Παράμετρος : Παράμετρος μικρής καθυστέρησης

Όταν παίρνει τιμή 1 αυτή η σημαία καθορίζεται τότε ο κωδικοποιητής ενεργεί σε μικρής καθυστέρησης λειτουργία. Ουσιαστικά δεν κωδικοποιούνται Β εικόνες και ακολουθείται διαφορετική στρατηγική ελέγχου του ρυθμού (rate control strategy). Στην παρούσα υλοποίηση δεν υπάρχει αυτή η λειτουργία οπότε αυτή η σημαία παίρνει πάντα τιμή 0 .

19^η Παράμετρος : Σημαία περιορισμένων παραμέτρων

Αυτή η παράμετρος παίρνει πάντα τιμή 0 για το MPEG-2 πρότυπο. Για MPEG-1 κωδικοποίηση (όπου απαιτούνται συγκεκριμένοι περιορισμοί παραμέτρων) η σημαία αυτή παίρνει τιμή 1.

Παρακάτω αναφέρονται οι περιορισμοί που υπάρχουν για το MPEG-1 πρότυπο:

Οριζόντια διάσταση ≤ 768

Κάθετη διάσταση ≤ 576

Περιοχή εικόνας ≤ 396 μακρομπλόκ

Ρυθμός εικονοστοιχείων $\leq 396 \times 25$ μακρομπλόκ το δευτερόλεπτο

Μέγεθος βίντεο καταχωρητή $\leq 20 \times 16384$ ψηφία

Ρυθμός ψηφίων ≤ 1856000 ψηφία/δευτερόλεπτο

Περιοχή διανυσμάτων κίνησης $\leq -64 \dots 63.5$

20^η Παράμετρος : Αναγνωριστικό του προφίλ

Η μεταβλητή αυτή καθορίζει το υποσύνολο της MPEG-2 σύνταξης που απαιτείται για την αποκωδικοποίηση μιας ακολουθίας. Η συγκεκριμένη υλοποίηση παράγει κύριου προφίλ (main profile) ή απλού προφίλ (simple profile) ακολουθίες [19].

Κωδικός	Σημασία	Τυπική Χρήση
1	Υψηλό προφίλ	παραγωγή εξοπλισμού που απαιτεί 4:2:2
2	Χωρικά βαθμωτό προφίλ	πολλαπλή εκπομπή
3	SNR βαθμωτό προφίλ	πολλαπλή εκπομπή
4	Κύριο προφίλ	95% των τηλεοράσεων, VCR's, καλωδιακών εφαρμογών
5	Απλό προφίλ	χαμηλού κόστους μνήμη π.χ μη παρουσία B εικόνων

21^η Παράμετρος :Αναγνωριστικό του επιπέδου

Καθορίζει περιορισμούς των παραμέτρων κωδικοποίησης όπως τον ρυθμό ψηφίων και τον ρυθμό δείγματος [19].

Κωδικός	Σημασία	Τυπική χρήση
4	Υψηλό επίπεδο	HDTV ρυθμοί παραγωγής
6	Υψηλό 1440 επίπεδο	HDTV ρυθμοί κατανάλωσης
8	Κύριο επίπεδο	CCIR 601 ρυθμοί
10	Χαμηλό επίπεδο	SIF βίντεο ρυθμός

22^η Παράμετρος :Προοδευτική ακολουθία

Παίρνει τιμή 0 στην περίπτωση που ακολουθίες περιέχουν πεπλεγμένο βίντεο(π.χ βίντεο κάμερα) και 1 για προοδευτικό βίντεο(π.χ πηγή φιλμ).

23^η Παράμετρος :Τύπος χρώματος

Καθορίζει την ανάλυση των δεδομένων χρωμικότητας [19]

Κωδικός	Σημασία
1	4:2:0 Μισή ανάλυση και στις 2 διαστάσεις (πιο κοινός τύπος)
2	4:2:2 Μισή ανάλυση στην οριζόντια κατεύθυνση (μόνο το υψηλό προφίλ)

3 4:4:4 Πλήρης ανάλυση και στις 2 διαστάσεις (δεν επιτρέπεται σε οποιοδήποτε ορισμένο προφίλ)

24^η Παράμετρος :Τύπος βίντεο

Οι τύποι βίντεο που υποστηρίζει αυτή η παράμετρος είναι :α)Σύνθετο βίντεο,β)PAL βίντεο ,γ)NTSC βίντεο δ)SECAM βίντεο,ε)MAC βίντεο,στ)Μη καθορισμένο βίντεο [19] .

25^η Παράμετρος :Βασικοί χρωματισμοί

Καθορίζει τις x,y συντεταγμένες χρωμικότητας των βασικών χρωμάτων [19].

Κωδικός Σημασία

- 1 ITU-R Rec. 709 (1990)
- 2 Μη καθορισμένο
- 4 ITU-R Rec. 624-4 System M
- 5 ITU-R Rec. 624-4 System B, G
- 6 SMPTE 170M
- 7 SMPTE 240M

26^η Παράμετρος :Χαρακτηριστικά Μεταφοράς

Καθορίζει τα οπτο-ηλεκτρονικά χαρακτηριστικά μεταφοράς των πηγαιών εικόνων [19].

Κωδικός Σημασία

- 1 ITU-R Rec. 709
- 2 Μη καθορισμένα
- 4 ITU-R Rec. 624-4 System M
- 5 ITU-R Rec. 624-4 System B, G
- 6 SMPTE 170M
- 7 SMPTE 240M (1987)
- 8 γραμμικά χαρακτηριστικά μεταφοράς

27^η Παράμετρος :Συντελεστές πίνακα

Καθορίζει του συντελεστές πίνακα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή χρωμικών και φωτεινών σημάτων από τα θεμελιώδη χρώματα (πράσινο,μπλέ και κόκκινο)[19].

Κωδικός Σημασία

- 1 ITU-R Rec. 709 (1990)
- 2 Μη καθορισμένο
- 4 FCC
- 5 ITU-R Rec. 624-4 System B, G
- 6 SMPTE 170M
- 7 SMPTE 240M

28^η Παράμετρος :Οριζόντια διάσταση αναπαράστασης

29^η Παράμετρος :Κάθετη διάσταση αναπαράστασης

Η οριζόντια και η κάθετη διάσταση αναπαράστασης καθορίζουν την ενεργή περιοχή προβολής (σε οθόνη) των ανακατασκευασμένων πλαισίων που παίρνουμε από την έξοδο του αποκωδικοποιητή.

30^η Παράμετρος :Intra dc ακρίβεια

Η παράμετρος αυτή καθορίζει την αποτελεσματική ακρίβεια του DC συντελεστή στα MPEG-2 intra κωδικοποιημένα μακρομπλόκ [19].

Κωδικός Σημασία

- 0 8 ψηφία
- 1 9 ψηφία
- 2 10 ψηφία
- 3 11 ψηφία

31^η Παράμετρος : intra_vlc format (I)

Επιλέγει έναν από τους 2 πίνακες κωδικοποίησης μεταβλητού μήκους για τα intra κωδικοποιημένα μπλόκ.

Κωδικός Σημασία

0 Πίνακας 0 (= MPEG-1)

1 Πίνακας 1

32^η Παράμετρος :Εναλλακτική σάρωση

Επιλέγει 1 από τα 2 δείγματα σάρωσης (βασίζονται στην εντροπία) που ορίζουν την σειρά με την οποία οι κβαντικοποιημένοι DCT συντελεστές κωδικοποιούνται (εφαρμόζεται run-length κωδικοποίηση).Το εναλλακτικό δείγμα σαρώματος ταιριάζει περισσότερο σε πεπλεγμένο βίντεο όπου ο κωδικοποιητής δεν εφαρμόζει πολύπλοκη κβαντικοποίηση[19].

Κωδικός Σημασία

0 Zig-Zag σάρωση (Χρησιμοποιείται πάντα στο MPEG-1 πρότυπο)

1 Εναλλακτική σάρωση

33^η Παράμετρος :Προοδευτικό πλαίσιο

Καθορίζει πότε τα πλαίσια είναι πεπλεγμένα (0) ή προοδευτικά (1).Το MPEG-2 πρότυπο επιτρέπει συνδυασμό πεπλεγμένου και προοδευτικού βίντεο αλλά η παρούσα υλοποίηση του κωδικοποιητή υποστηρίζει μόνο πεπλεγμένο ή μόνο προοδευτικό βίντεο.Επομένως η παράμετρος είναι σταθερή για όλα τα πλαίσια.

34^η Παράμετρος :Έλεγχος Ρυθμού-τ(παράμετρος αντίδρασης)

35^η Παράμετρος :Έλεγχος Ρυθμού- avg_act (Μέση αρχική ενεργητικότητα)

36^η Παράμετρος :Έλεγχος Ρυθμού-Xi(Αρχική I πλαισίου ποσότητα καθολικής πολυπλοκότητας)

37^η Παράμετρος :Έλεγχος Ρυθμού-d0i(Αρχική Ι πλαισίου πληρότητα εικονικής ενδιάμεσης μνήμης)

Αυτοί οι παράμετροι (34-37) τροποποιούν την συμπεριφορά του σχήματος που ελέγχει τον ρυθμό (rate control scheme) .Συνήθως δέχονται σαν τιμή το μηδέν έτσι ώστε προκαθορισμένες τιμές υπολογίζονται από τον κωδικοποιητή .

Αρίθμηση Παραμέτρων	Όνομα Παραμέτρου
Παράμετρος 1 ^η	Όνομα αρχείων εικόνων εισόδου
Παράμετρος 2 ^η	Όνομα αρχείων ανακατασκευασμένων εικόνων
Παράμετρος 3 ^η	Όνομα αρχείου πίνακα της Intra κωδικοποίησης
Παράμετρος 4 ^η	Όνομα αρχείου στατιστικών
Παράμετρος 5 ^η	Τύπος αρχείου εικόνων εισόδου
Παράμετρος 6 ^η	Αριθμός εικόνων
Παράμετρος 7 ^η	Αριθμός του πρώτου πλαισίου
Παράμετρος 8 ^η	Κωδικός χρόνου του πρώτου πλαισίου
Παράμετρος 9 ^η	Αριθμός πλαισίων σε 1 ομάδα εικόνων (N)
Παράμετρος 10 ^η	Υποστήριξη MPEG-1 ροής ψηφίων
Παράμετρος 11 ^η	Τύπος εικόνας
Παράμετρος 12 ^η	Οριζόντια διάσταση εικόνων
Παράμετρος 13 ^η	Κάθετη διάσταση εικόνων
Παράμετρος 14 ^η	Λόγος των 2 διαστάσεων
Παράμετρος 15 ^η	Κωδικός προσδιορισμού ρυθμού εικόνων
Παράμετρος 16 ^η	Ρυθμός ψηφίων
Παράμετρος 17 ^η	Μέγεθος ενδιάμεσης μνήμης
Παράμετρος 18 ^η	Παράμετρος μικρής καθυστέρησης
Παράμετρος 19 ^η	Σημαία περιορισμένων παραμέτρων
Παράμετρος 20 ^η	Αναγνωριστικό του προφίλ
Παράμετρος 21 ^η	Αναγνωριστικό του επιπέδου
Παράμετρος 22 ^η	Υπόδειξη για ύπαρξη προοδευτικής ακολουθίας
Παράμετρος 23 ^η	Τύπος χρώματος
Παράμετρος 24 ^η	Τύπος βίντεο
Παράμετρος 25 ^η	Βασικοί χρωματισμοί
Παράμετρος 26 ^η	Χαρακτηριστικά μεταφοράς
Παράμετρος 27 ^η	Συντελεστές πίνακα θεμελιωδών χρωμάτων
Παράμετρος 28 ^η	Οριζόντια διάσταση ανακατασκευασμένων εικόνων
Παράμετρος 29 ^η	Κάθετη διάσταση ανακατασκευασμένων εικόνων
Παράμετρος 30 ^η	Ακρίβεια του DC στοιχείου
Παράμετρος 31 ^η	Επιλογή πίνακα κωδικοποίησης μεταβλητού μήκους
Παράμετρος 32 ^η	Επιλογή μεθόδου σάρωσης
Παράμετρος 33 ^η	Σήμανση τύπου πλαισίου σε μια ακολουθία
Παράμετρος 34 ^η	Παράμετρος αντίδρασης (rate control-r)
Παράμετρος 35 ^η	Μέση αρχική ενεργητικότητα (rate control-avg_act)
Παράμετρος 36 ^η	Ποσότητα αρχικής πολυπλοκότητας (rate control-Xi)
Παράμετρος 37 ^η	Αρχική πληρότητα buffer (rate control-d0i)

3.5-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΒΑΝΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DSP

Εισαγωγή :

Η κωδικοποίηση των μακρομπλόκ βασίζεται σε 2 λειτουργίες .Η πρώτη είναι ο διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου και η δεύτερη είναι η διαδικασία της κβαντικοποίησης (έχουμε αναφερθεί σε αυτές στο πρώτο κεφάλαιο) .Ο διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνου βασίζεται στον γρήγορο Chen-Wang 1984 αλγόριθμο.Η κβαντικοποίηση είναι ο ‘καθρέπτης’ του κανονιστικού αντίστροφου κβαντικοποιητή όπως καθορίζεται στο μοντέλο δοκιμής του MPEG-2 προτύπου .

Οι διαδικασίες του μετασχηματισμού και της κβαντικοποίησης βασίζονται στα 8*8 μπλόκ στοιχείων .Τα μπλόκ μετασχηματίζονται μέσω του διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου δύο διαστάσεων .Ο μετασχηματισμός αυτός έχει αναλυθεί στην αναφορά που έχουμε κάνει για την MPEG-2 συμπίεση βίντεο γι ‘ αυτό και δεν θα αναφερθεί καθόλου σε αυτό το κομμάτι .Το ενδιαφέρον μας εστιάζεται στην κβαντικοποίηση των μετασχηματισμένων DCT συντελεστών .Τα επόμενα μέρη αναφέρονται σε αυτή την διαδικασία .

Κβαντικοποίηση των μακρομπλόκ

Οι DCT συντελεστές intra εικόνων κβαντικοποιούνται με επιλεγμένους κβαντικοποιητές χωρίς κενή ζώνη (dead-zone) [20].

DC Συντελεστές

Το μέγεθος βήματος (step-size) του κβαντικοποιητή για τον DC συντελεστή (τιμή του στοιχείου θέσης [0,0] σε ένα μπλόκ στοιχείων) των στοιχείων φωτεινότητας και χρωμικότητας είναι 8 , 4 , 2 και 1 .Επομένως , η κβαντικοποιημένη DC τιμή , η QDC (Quantized – DC) , υπολογίζεται ως εξής :

$$QDC = dc // 8$$

$$QDC(9bit) = dc // 4$$

$$QDC(10bit) = dc // 2$$

Πίνακας 3.3-Επίπεδα κβαντικοποίησης του DC στοιχείου 1^{ης}-4^{ης} Μεθόδου

όπου το ‘dc’ είναι η μη κβαντικοποιημένη 11 ψηφίων τιμή του DC στοιχείου που προκύπτει από τον διακριτό μετασχηματισμό συνημιτόνου. Αυτό ισχύει στην πρώτη και στην τέταρτη μέθοδο. Στην δεύτερη και στην τρίτη μέθοδο έχουμε δύο κατευθύνσεις να ισχύουν.

1^η Κατεύθυνση :Εάν δεν υπάρχει κοινή πληροφορία μεταξύ των μπλόκ που συγκρίνονται ακολουθείται η παραπάνω διαδικασία .

2^η Κατεύθυνση :Εάν υπάρχει τότε το DC στοιχείο δίνεται από τον πίνακα :

$$QDC = dc // 8*a$$

$$QDC(9bit) = dc // 4*a$$

$$QDC(10bit) = dc // 2*a$$

Πίνακας 3.4-Επίπεδα κβαντικοποίησης του DC στοιχείου 2^{ης}-3^{ης} Μεθόδου

Όπου a είναι ο συντελεστής επιπλέον συμπίεσης που έχουμε εφαρμόσει στην δεύτερη και στην τρίτη μέθοδο .

AC Συντελεστές

Οι AC συντελεστές αρχικά κβαντικοποιούνται από ξεχωριστούς συντελεστές κβαντικοποίησης ,

$$ac\sim(i,j) = (16* ac(i,j)) // wI(i,j)$$

όπου το $wI(i,j)$ είναι το (i,j) στοιχείο του πίνακα της intra κβαντικοποίησης που υπάρχει στον πίνακα 3.1 .Η $ac\sim(i,j)$ τιμή περιορίζεται στην περιοχή $[-2048, 2047]$.

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

Πίνακας 3.5 – Πίνακας κβαντικοποίησης AC στοιχείων

Το μέγεθος βήματος για την κβαντικοποίηση των βαθμωτών DCT συντελεστών , $ac\sim(i,j)$, καθορίζεται από την παράμετρο κβαντικοποίησης , $quantizer_scale$.Η παράμετρος αυτή υπολογίζεται για κάθε μακρομπλόκ από τον αλγόριθμο ελέγχου ρυθμού (είναι ο γνωστός rate control αλγόριθμος) και αποθηκεύεται μέσα στην επικεφαλίδα ενός κομματιού (slice) στην ροή ψηφίων καθώς και ,προαιρετικά , σε κάθε μακρομπλόκ .

Το επίπεδο κβαντικοποίησης $QAC(i,j)$ δίνεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$QAC(i,j) = [ac\sim(i,j) + \text{sign}(ac\sim(i,j)) * ((p * quantizer_scale) // q)] / (2 * quantizer_scale)$$

Για το μοντέλο του κωδικοποιητή μας έχουμε ότι το p και το q είναι σταθερές και παίρνουν πάντα τις τιμές 3 και 4 αντίστοιχα ($p=3, q=4$) .

Η δεύτερη και τρίτη μέθοδος ακολουθεί (όπως και με τους DC συντελεστές) μια 2 δρόμων διαδικασία κβαντικοποίησης .Η επιλογή ενός από αυτούς εξαρτάται από το εάν υπάρχει ή όχι κοινή πληροφορία μεταξύ των μπλόκ των εικόνων που συγκρίνονται .

1^η Κατεύθυνση : Εάν δεν υπάρχει κοινή πληροφορία μεταξύ των μπλόκ που συγκρίνονται ακολουθείται η παραπάνω διαδικασία .

2^η Κατεύθυνση :Εάν υπάρχει τότε τα AC στοιχεία δίνονται από την σχέση :

$$ac'_{\sim}(i,j) = (16 * ac(i,j)) // a * wI(i,j)$$

Όπου a είναι ο συντελεστής επιπλέον συμπίεσης που έχουμε εφαρμόσει στην δεύτερη και στην τρίτη μέθοδο .

Το επίπεδο κβαντικοποίησης QAC(i,j) δίνεται από τον ακόλουθο τύπο :

$$QAC(i,j) = [ac'_{\sim}(i,j) + \text{sign}(ac'_{\sim}(i,j)) * ((p * \text{quantizer_scale}') // q)] / (2 * \text{quantizer_scale}')$$

Όπου ο συντελεστής quantizer_scale' έχει διαφορετική ονοματολογία από τον προηγούμενο λόγω της διαφορετικής διαδικασίας ελέγχου ρυθμού που ακολουθεί η δεύτερη και τρίτη μέθοδος .

3.6-ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΣΤΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DSP

Εισαγωγή

Σε αυτό το κομμάτι περιγράφουμε τις μεθόδους κωδικοποίησης που χρησιμοποιούμε για την κωδικοποίηση των χαρακτηριστικών επικεφαλίδας (header attributes) του μακρομπλόκ καθώς και τα δεδομένα σε κάθε μακρομπλόκ .Για το κύριο προφίλ (περίπτωση που υλοποιούμε) έχουμε τις ακόλουθες παραδοχές [20] :

- Εικόνες δομής πλαισίου
- Γραμμικός βαθμός κβαντικοποίησης μακρομπλόκ
- Zig-Zag σάρωμα
- Μετασχηματισμός συνημιτόνου αποκλειστικά για ολόκληρο το πλαίσιο (frame dct)

Αρχικά η σχετική οριζόντια χωρική θέση του κάθε μακρομπλόκ κωδικοποιείται με μεταβλητού μήκους κώδικες , είναι η λεγόμενη αύξηση διεύθυνσης μακρομπλόκ ή συντομογραφικά MBA (Macroblock Address Increment) .Η χρήση της διευθυνσιοδότησης μακρομπλόκ περιγράφεται στο πρώτο μέρος αυτής της ανάλυσης . Στην συνέχεια τα μακρομπλόκ ακολουθούν μια από τις λειτουργίες κωδικοποίησης .Οι λειτουργίες κωδικοποίησης εξαρτώνται από τον τύπο εικόνας (στην οποία βρίσκεται το μακρομπλόκ) και άλλες πληροφορίες υψηλού στρώματος που υπάρχουν στις επικεφαλίδες της ακολουθίας και των εικόνων αυτής .Η λειτουργία που επιλέγεται αναγνωρίζεται στην ροή ψηφίων με ένα μεταβλητού μήκους κώδικα που είναι γνωστός ως τύπος μακρομπλόκ (macroblock type) . Το δεύτερο και το τρίτο μέρος περιγράφουν την κωδικοποίηση των συντελεστών ενός μπλόκ , διαδικασία που βασίζεται σε πίνακες που περιέχουν μεταβλητού μήκους κώδικες .

3.6.1 Διευθυνσιοδότηση μακρομπλόκ

Η κωδικοποίηση της θέσης όλων των μακρομπλόκ σε όλες τις εικόνες γίνεται εφικτή με την σχετική διευθυνσιοδότηση .Τα μακρομπλόκ στα οποία δεν υπάρχει πληροφορία για να επεξεργαστούμε και κωδικοποιούνται με την χρήση του MBA (που περιγράψαμε νωρίτερα) ονομάζονται παραλειπόμενα μακρομπλόκ (skipped macroblocks) .Η διεύθυνση μακρομπλόκ (macroblock address) είναι μια μεταβλητού μήκους λέξη κώδικα που δείχνει την θέση του μακρομπλόκ σε ένα MB

– Slice (είναι το αμέσως ανώτερο επίπεδο σε σχέση με το μακρομπλόκ – ένα slice περιέχει πολλά μακρομπλόκ) .

Η σειρά των μακρομπλόκ είναι από πάνω αριστερά προς κάτω δεξιά .Το πρώτο μη παραλειπόμενο μακρομπλόκ σε ένα κομμάτι της εικόνας έχει σαν διεύθυνση τον μετρητή μακρομπλόκ από την αριστερή πλευρά της εικόνας .Τα υποακολουθιακά μακρομπλόκ έχουν σαν διεύθυνση την διαφορά μεταξύ των απόλυτων διευθύνσεων του μακρομπλόκ και του τελευταίου μη-παραλειπόμενου μακρομπλόκ .Όταν η διαφορά στην αύξηση της διεύθυνσης μακρομπλόκ (macroblock address increment) είναι μεγαλύτερη του 33 , τότε χρησιμοποιείται το στοιχείο διαφυγής μακρομπλόκ και το οποίο είναι μια σταθερή συμβολοσειρά ψηφίων με τιμή "0000 0001 000" .Αυτό το στοιχείο , όταν το συναντάμε , προκαλεί αύξηση του MBA κατά 33. Για παράδειγμα ,εάν υπάρχουν δύο κώδικες διαφυγής μακρομπλόκ πριν την αύξηση της διεύθυνσης μακρομπλόκ , τότε το 66 προστίθεται στην τιμή που δηλώνει την αύξηση διεύθυνσης του μακρομπλόκ .Μια επιπλέον κωδική λέξη είναι διαθέσιμη στον πίνακα για bit stuffing αμέσως μετά από την επικεφαλίδα ενός slice ή ενός κωδικοποιημένου μακρομπλόκ (MBA Stuffing) .Αυτός ο κώδικας πρέπει να απορρίπτεται από τους αποκωδικοποιητές .

3.6.2 Κωδικοποίηση συντελεστών στις εικόνες

Η κωδικοποίηση των DC στοιχείων διαφέρει με αυτήν των AC στοιχείων (υπόλοιπα στοιχεία του μπλόκ) .Παρακάτω αναλύουμε ξεχωριστά την κάθε μέθοδο κωδικοποίησης [21].

Κωδικοποίηση του DC στοιχείου

Η διαδικασία κωδικοποίησης του DC στοιχείου περιλαμβάνει τα παρακάτω πέντε βήματα :

α)Το DC στοιχείο του τωρινού μπλόκ μειώνεται από το DC στοιχείο του προηγούμενου μπλόκ , η τιμή που προκύπτει είναι η DC τιμή .Το αντίστροφο εκτελείται στον αποκωδικοποιητή .Ο κύριος λόγος που γίνεται αυτή η αφαίρεση είναι

ότι η μέση DC τιμή είναι συνήθως η ίδια για συνεχόμενα μπλόκ .Η διαφορά που προκύπτει έχει μειωμένο πλάτος σε σχέση με τις τυπικές τιμές του DC οπότε κωδικοποιείται μικρότερος αριθμός , άρα έχουμε μικρότερο μήκος κώδικα . (π.χ ας υποθέσουμε ότι η διαφορά είναι -10)

β)Υπολογίζεται η απόλυτη τιμή της διαφοράς (π.χ 10)

γ)Ένας απλός αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την εύρεση του μέγιστου αριθμού ψηφίων που αναπαριστάνει την παραπάνω διαφορά .Ας υποθέσουμε ότι αυτός ο αριθμός αποθηκεύεται στην μεταβλητή SIZE .(επομένως $SIZE = 4 \text{ bits}$)

δ)Χρησιμοποιώντας το SIZE σαν δείκτη αναφερόμαστε σε ένα πίνακα που καλείται πίνακας φωτεινότητας (ή χρωμικότητας) του DC στοιχείου ο οποίος έχει την ακόλουθη δομή :

```
typedef struct
{
unsigned short int code;
char len;
} DCvlctable;
static DCvlctable DClumtab[12]=
{
{0x0004,3}, {0x0000,2}, {0x0001,2}, {0x0005,3}, {0x0006,3}, {0x000e,4},
{0x001e,5}, {0x003e,6}, {0x007e,7}, {0x00fe,8}, {0x01fe,9}, {0x01ff,9}
};
```

Αυτός ο πίνακας περιέχει ένα κώδικα και τον αντίστοιχο αριθμό ψηφίων που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση του αρχικού κώδικα (Χρησιμοποιώντας $SIZE=4$ βρίσκουμε ότι ο κώδικας που χρειαζόμαστε είναι ο 6 και το μήκος του είναι 3 ψηφία , άρα είναι το 110) .Αξίζει να σημειωθεί ότι η αρίθμηση του πίνακα αρχίζει πάντα από το μηδέν .

ε)Τελικά προσαρτούμε την διαφορά (-10 σε αυτή την περίπτωση) στον παραπάνω κώδικα .Εάν η διαφορά είναι αρνητική προσαρτούμε την συμπληρωματική ως προς το ένα τιμή αυτού του αριθμού .(Στην περίπτωση μας πρέπει να προσαρτήσουμε το 0101 στον παραπάνω κώδικα .Έτσι η τελική τιμή είναι 1100101)

Κωδικοποίηση των AC στοιχείων

Η διαδικασία κωδικοποίησης ενός AC στοιχείου είναι τελείως διαφορετική σε σχέση με το DC στοιχείο .Τα AC στοιχεία , όπως είπαμε , είναι οι zig-zag (ή εναλλακτικά) σαρωμένοι κβαντικοποιημένοι DCT συντελεστές οι οποίοι καλύπτουν όλες τις θέσεις εκτός την θέση [0,0] σε ένα μπλόκ .Η διαδικασία περιέχει τα ακόλουθα στάδια :

α)Αρχικά γίνεται μέτρηση του πλήθους των ‘μηδενικών’ που προηγούνται ενός μη-μηδενικού AC στοιχείου .

β)Υπολογίζεται η απόλυτη τιμή αυτού του μη-μηδενικού AC στοιχείου

γ)Χρησιμοποιώντας το ζεύγος (αριθμός μηδενικών , απόλυτη τιμή του επόμενου AC στοιχείου) βρίσκουμε τον αντίστοιχο κώδικα και μήκος κώδικα από ένα πίνακα αναφοράς .

δ)Εάν το μη-μηδενικό AC στοιχείο είναι αρνητικό τότε προσαρτούμε ένα ‘1’ στον παραπάνω κώδικα .Σε διαφορετική περίπτωση προσαρτούμε ένα ‘0’ .

ε)Εάν δεν πάρουμε κανένα μη-μηδενικό στοιχείο τότε τοποθετείται μια ειδική ακολουθία ψηφίων που ισούται με ‘10’ , ‘με σκοπό την οροθέτηση αυτού του μπλόκ με τις 64 τιμές .

3.7-ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ DSP

Εισαγωγή :

Η πρώτη μέθοδος της κωδικοποίησης Intra εικόνων περιλαμβάνει τα βασικά εργαλεία του MPEG-2 προτύπου. Ένα από αυτά τα εργαλεία είναι ο rate control αλγόριθμος. Ο αλγόριθμος έχει σχεδιαστεί για τον έλεγχο του ρυθμού ψηφίων (είναι το bit_rate, ο ρυθμός των ψηφίων που μεταφέρεται το κωδικοποιημένο αρχείο μέσα από ένα κανάλι επικοινωνίας με προορισμό τον αποκωδικοποιητή) μέσω της προσαρμογής της παραμέτρου κβαντικοποίησης του κάθε μακρομπλόκ μιας εικόνας. Ο αλγόριθμος ενεργεί ξεχωριστά σε κάθε ομάδα εικόνων (επίπεδο GOP) και εκτελείται σε τρία στάδια [20]:

A)Κατανομή ψηφίων εικόνας (Target bit allocation) :Το πρώτο βήμα εκτιμάει τον αριθμό των ψηφίων που είναι διαθέσιμα για την κωδικοποίηση της επόμενης εικόνας. Η εκτίμηση γίνεται πριν την κωδικοποίηση της εικόνας.

B)Έλεγχος ρυθμού :Το δεύτερο βήμα ορίζει την τιμή αναφοράς της παραμέτρου κβαντικοποίησης για κάθε μακρομπλόκ. Αποτελεί ουσιαστικά εικονική προσωρινή αποθήκευση μνήμης (virtual buffer).

Γ)Προσαρμοσμένη κβαντικοποίηση :Το τρίτο βήμα μεταβάλλει την τιμή αναφοράς της παραμέτρου κβαντικοποίησης σύμφωνα με την χωρική ενεργητικότητα του μακρομπλόκ με σκοπό τον καθορισμό της τιμής της παραμέτρου κβαντικοποίησης που χρησιμοποιείται για την κβαντικοποίηση κάθε μακρομπλόκ.

Ο κωδικοποιητής υποστηρίζει την ενός-περάσματος φιλοσοφία κωδικοποίησης. Η κατανομή ψηφίων για την εικόνα που πρόκειται να κωδικοποιηθεί βασίζεται σε ένα καθολικό υπολογισμό ψηφίων για την ομάδα των εικόνων (ανεξάρτητα κωδικοποιημένη ακολουθία εικόνων) και στον λόγο των σχετικών σταθμικών πολυπλοκοτήτων κωδικοποίησης για κάθε είδος εικόνας. Η πολυπλοκότητα κωδικοποίησης εκτιμάται σαν ,μιας εικόνας, το γινόμενο του μέσου μεγέθους βήματος κβαντικοποίησης του μακρομπλοκ και του αριθμού των ψηφίων που δημιουργούνται με την κωδικοποίηση της εικόνας.

Η τοπική κατανομή ψηφίων βασίζεται σε δύο μετρήσεις:

- 1.Απόκλιση από την προσεγγιστική πληρότητα του μέσου ενδιάμεσης αποθήκευσης για το N-οστό μακρομπλόκ
- 2.Κανονικοποιημένη χωρική ενεργητικότητα

Η εικόνα προσεγγίζεται και εκτιμάται να έχει ομοιόμορφη κατανομή ψηφίων. Αν η γενική κατεύθυνση των δημιουργούμενων ψηφίων αρχίζει και ξεφεύγει από αυτή την εκτίμηση, τότε ένας συντελεστής αντιστάθμισης εμφανίζεται για να προσαρμόσει τον βαθμό κβαντικοποίησης του μακρομπλόκ. Ο συντελεστής αντιστάθμισης είναι η διαφορά μεταξύ της πληρότητας, που έχει προβλεφτεί, του μέσου ενδιάμεσης αποθήκευσης στο ν-οστό μακρομπλόκ και της πραγματικής πληρότητας του μέσου.

Η τοπική χωρική ενεργητικότητα εκτιμάται σαν η ελάχιστη μεταβολή των 4x8 μπλόκ πλαισίου φωτεινότητας και των αντίστοιχων 4x8 μπλόκ πεδίου φωτεινότητας της αρχικής εικόνας που κωδικοποιείται. Στην συνέχεια η μέτρηση της μεταβολής κανονικοποιείται σε σχέση με την μέση μεταβολή της ποσότητας στην πιο πρόσφατα κωδικοποιημένη εικόνα. Το βαθμωτό γινόμενο της μέτρησης τοπικής ενεργητικότητας και του συντελεστή αντιστάθμισης του μέσου ενδιάμεσης αποθήκευσης συνδυάζονται για να αλλάξουν την τελική quant τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στο στάδιο κβαντικοποίησης των υποακολουθιακών διαδικασιών της κωδικοποίησης μπλόκ.

Παρακάτω αναλύουμε πιο περιεκτικά τον rate control αλγόριθμο έτσι ώστε να γίνουν κατανοητά τα προβλήματα που εμφανίζονται στην δεύτερη και τρίτη μέθοδο καθώς και η λύση που ακολουθείται.

Ανάλυση του rate control αλγόριθμου της 1^{ης}-4^{ης} Μεθόδου

A) Κατανομή ψηφίων

Εκτίμηση πολυπλοκότητας

Η αντίστοιχη μέτρηση καθολικής πολυπλοκότητας μετά την κωδικοποίηση μιας εικόνας ανανεώνεται ως εξής :

$$X_i = S_i * Q_i$$

όπου το S_i είναι ο αριθμός των ψηφίων που δημιουργήθηκαν με την κωδικοποίηση αυτής της εικόνας και το Q_i είναι η μέση τιμή παραμέτρου κβαντικοποίησης που υπολογίζεται με τον μέσο όρο των πραγματικών τιμών κβαντικοποίησης που

χρησιμοποιούνται κατά την κωδικοποίηση όλων των μακρομπλόκ (ακόμα και τα παραλειπόμενα μακρομπλόκ).

Αρχικές τιμές :

$$X_i = (160 * \text{bit_rate}) / 115$$

Ο ρυθμός ψηφίων μετρίεται σε μονάδες ψηφία ανά δευτερόλεπτο .

Ρύθμιση του αριθμού ψηφίων της επόμενης εικόνας

Ο αριθμός ψηφίων για την επόμενη εικόνα σε μια ομάδα εικόνων υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο :

$$T_i = \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{2}{K_p} + \frac{2}{K_b}}, \frac{\text{bit_rate}}{8 \times \text{picture_rate}} \right\}$$

Όπου τα K_p και K_b είναι γενικές σταθερές που βασίζονται στους πίνακες κβαντικοποίησης .Οι σταθερές παίρνουν πάντα τις τιμές $K_p = 1.0$ και $K_b = 1.4$.Το R είναι υπολειπόμενος αριθμός ψηφίων σε μια ομάδα εικόνων .Η ανανέωση της τιμής του γίνεται με τον ακόλουθο τρόπο :

Μέτα την κωδικοποίηση μιας εικόνας $R = R - S_i$.

Όπου το S_i είναι ο αριθμός ψηφίων που δημιουργούνται από την εικόνα που μόλις κωδικοποιήθηκε .Πρίν την κωδικοποίηση της πρώτης εικόνας σε μια ομάδα εικόνων το R είναι :

$$R = G + R$$

$$G = \text{bit_rate} * N / \text{picture_rate}$$

Όπου bit_rate είναι ο ρυθμός ψηφίων και picture_rate είναι ο ρυθμός εικόνων και το N είναι ο αριθμός εικόνων σε μια ομάδα εικόνων .Στην αρχή της ακολουθίας ισχύει ότι $R=0$.Τα N_p και N_b είναι ο αριθμός των P και B εικόνων που απομένουν στην τρέχουσα ομάδα εικόνων σύμφωνα με την σειρά κωδικοποίησης .

Β)Έλεγχος ρυθμού

Πρίν την κωδικοποίηση του μακρομπλόκ j (όπου j>=1) υπολογίζεται η πληρότητα της κατάλληλης ενδιάμεσης μνήμης :

$$d_j^i = d_0^i + B_{j-1} - \left(\frac{T_i \times (j-1)}{MB_cnt} \right)$$

Όπου d_0^i είναι η αρχική πληρότητα της ενδιάμεσης μνήμης .Το B_j είναι ο αριθμός των ψηφίων που έχουν δημιουργηθεί με την κωδικοποίηση των μακρομπλόκ μέχρι το μακρομπλόκ j (συμπεριλαμβανομένου και του μακρομπλόκ j) .Το MB_cnt είναι ο αριθμός μακρομπλόκ μιας εικόνας .

Το d_j^i είναι η πληρότητα της εικονικής ενδιάμεσης μνήμης στο μακρομπλόκ j .Η τελική πληρότητα της εικονικής ενδιάμεσης μνήμης χρησιμοποιείται στην συνέχεια σαν αρχική για την κωδικοποίηση της επόμενης εικόνας .Στην συνέχεια υπολογίζεται ή παράμετρος κβαντικοποίησης ,που χρησιμοποιείται σαν αναφορά , για το μακρομπλόκ j με τον ακόλουθο τύπο :

$$Q_j = \left(\frac{d_j \times 31}{r} \right)$$

όπου η παράμετρος αντίδρασης r δίνεται από τον επόμενο τύπο :

$$r = 2 \times \frac{bit_rate}{picture_rate}$$

και d_j είναι η πληρότητα της κατάλληλης ενδιάμεσης μνήμης .

Η αρχική τιμή για την πληρότητα της ενδιάμεσης μνήμης είναι :

$$d_0^i = 10 * r/31$$

Γ)Προσαρμοσμένη κβαντικοποίηση

Αρχικά υπολογίζεται η χωρική ενεργητικότητα για το μακρομπλόκ j από τα τέσσερα υπο-μπλόκ φωτεινότητας που είναι οργανωμένα με βάση την εικόνα (n=1..4) και από

τα τέσσερα υπο-μπλόκ φωτεινότητας που είναι οργανωμένα με βάση πεδία της εικόνας (n=5..8) χρησιμοποιώντας αρχικές τιμές εικονοστοιχείων :

$$act_j = 1 + \min(vblk_1, vblk_2, \dots, vblk_8)$$

όπου

$$vblk_n = \frac{1}{64} \times \sum_{k=1}^{64} (P_k^n - P_mean_n)^2$$

και

$$P_mean_n = \frac{1}{64} \times \sum_{k=1}^{64} P_k^n$$

Τα P_k είναι οι τιμές δειγμάτων του n-οστού αρχικού 8*8 μπλόκ .

Στην συνέχεια κανονικοποιείται η τιμή της χωρικής ενεργητικότητας ως εξής :

$$N_act_j = \frac{(2 \times act_j) + avg_act}{act_j + (2 \times avg_act)}$$

Το avg_act είναι η μέση τιμή του act_j (μέτρο χωρικής ενεργητικότητας) της τελευταίας εικόνας που έχει κωδικοποιηθεί .Στην πρώτη εικόνα ισχύει ότι avg_act = 400.Τελικά η τιμή της παραμέτρου κβαντικοποίησης για κάθε μακρομπλόκ υπολογίζεται ακολούθως :

$$mquant_j = Q_j \times N_act_j$$

όπου το Q_j είναι η τιμή αναφοράς της παραμέτρου κβαντικοποίησης που υπάρχει στο δεύτερο βήμα .Η τελική τιμή της παραμέτρου κβαντικοποίησης περιορίζεται στην περιοχή [1..31].Στην συνέχεια χρησιμοποιείται και κωδικοποιείται ταυτόχρονα στο επίπεδο των μακρομπλόκ ή στο επίπεδο των κομματιών μιας εικόνας .

Ανάλυση του rate control αλγόριθμου της 2^{ης}-3^{ης} Μεθόδου

Μετά την ανάλυση του rate control αλγόριθμου περιγράφουμε την διαφορά που κάνει επιτακτική την αλλαγή της κωδικοποίησης στην 2^η και 3^η μέθοδο .Η 2^η και 3^η μέθοδος βασίζονται στην ακόλουθη λογική :Μετά την κωδικοποίηση της πρώτης

εικόνας (συνήθως είναι το background) και του διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου της επόμενης γίνεται σύγκριση των τιμών των μπλόκ κάθε μακρομπλόκ εκείνης της εικόνας με την προηγούμενη (η δεύτερη μέθοδος διατηρεί αυτή την λογική στην συνέχεια των εικόνων ενώ η τρίτη μέθοδος έχει σταθερό σημείο σύγκρισης το background) .Εάν υπάρχει κοινή πληροφορία ανάμεσα στα μπλόκ τότε υπάρχει επιπλέον συμπίεση , δηλαδή λιγότερα ψηφία παίρνουμε από εκείνα τα μπλόκ .Σε διαφορετική περίπτωση έχουμε κανονική-απλή συμπίεση .

Το πρόβλημα εστιάζεται στην μεταβλητή B_j που περιγράψαμε νωρίτερα . Καθώς κβαντικοποιούμε επιπλέον (συμπιέζουμε επιπλέον) π.χ τα μπλόκ του πρώτου μακρομπλόκ σε σχέση με τα μπλόκ του πρώτου μακρομπλόκ της προηγούμενης εικόνας , έχουμε λιγότερα ψηφία να αποθηκεύονται για την κωδικοποίηση εκείνου του μακρομπλόκ . Επομένως , ισχύει μια σχέση της μορφής **$B_j(\text{new}) = 0.6 \cdot B_j(\text{old})$** .Αυτή η τιμή καθώς μεταφέρεται στην σχέση του virtual buffer (d_j) έχει σαν συνέπεια ,εφόσον όλοι οι όροι είναι σταθεροί , την μείωση του όρου d_j και στην συνέχεια του Q_j .Εάν το Q_j είναι μικρό τότε και η τιμή m_{quant} είναι μικρή λειτουργώντας ως
αντισταθμιστής κβαντικοποίησης για το επόμενο μακρομπλόκ που θα κωδικοποιηθεί . Δηλαδή ενώ μειώνουμε τον αρχικό αριθμό από bits στο πρώτο μακρομπλόκ στην συνέχεια η μείωση του συντελεστή κβαντικοποίησης m_{quant} αντισταθμίζει την επιπλέον συμπίεση που προσπαθούμε να κάνουμε στα επόμενα μακρομπλόκ της εικόνας . Σαν αποτέλεσμα το τελικό κωδικοποιημένο αρχείο δεν
απέχει σε ποσότητα από αυτό της πρώτης μεθόδου με σαφή μείωση της ποιότητας των εικόνων .

Λύση που προτείνεται :

Η επίλυση του προβλήματος βασίζεται στα ακόλουθα στάδια :

A)Κατανομή ψηφίων (Είναι η ίδια με αυτή της 1^{ης} και 4^{ης} Μεθόδου γι'αυτό δεν αναλύεται) .

B) Έλεγχος ρυθμού

Στο κομμάτι του ελέγχου ρυθμού αρχίζουν οι διαφοροποιήσεις μας .Απαλείφουμε την λειτουργία του υπολογισμού της πληρότητας της ενδιάμεσης μνήμης για κάθε

μακρομπλόκ (της δεύτερης εικόνας και των επόμενων εικόνων) και θέτουμε σαν σταθερή τιμή , για όλα αυτά τα μακρομπλόκ , την τελική πληρότητα d_j της πρώτης εικόνας της ακολουθίας που είναι το background .Η πρώτη εικόνα στην δεύτερη και τρίτη μέθοδο κωδικοποιείται με την διαδικασία του αρχικού σχήματος ελέγχου ρυθμού που ισχύει πάντα στην πρώτη μέθοδο .

Επομένως , μόνο για την πρώτη εικόνα:

$$d_j^i = d_0^i + B_{j-1} - \left(\frac{T_i \times (j-1)}{MB_cnt} \right)$$

$$Q_j = \left(\frac{d_j \times 31}{r} \right)$$

Στις επόμενες εικόνες ισχύει :

$(d_j^i)' = d_j^i$ (Σταθερό και ίσο με την τελευταία τιμή που προκύπτει από την πρώτη εικόνα)

$$Q_j = \left(\frac{d_j \times 31}{r} \right)$$

$$(Q_j)' = ((d_j^i)' * 31) / r$$

Με αυτό τον τρόπο επιλέγουμε σαν προκαθορισμένη τιμή για όλα τα μακρομπλόκ σε όλες τις εικόνες (εκτός την πρώτη) της ακολουθίας την μέση τιμή αναφοράς της παραμέτρου κβαντικοποίησης που προκύπτει από την πρώτη εικόνα .

Γ)Προσαρμοσμένη κβαντικοποίηση

Το τρίτο μέρος του αλγορίθμου ελέγχου ρυθμού έχει την ίδια φιλοσοφία με αυτό που εφαρμόζεται στην πρώτη και τέταρτη μέθοδο .Υπολογίζεται η χωρική ενεργητικότητα όπως και πριν με την ακόλουθη διαφοροποίηση :

Για την πρώτη εικόνα ισχύει ότι :

$$mquant_j = Q_j \times N_act_j$$

Στις επόμενες εικόνες ισχύει :

$$(mquant_j)' = (Q_j)' \times N_act_j$$

Έτσι έχουμε σαφώς μειωμένο αρχείο εισόδου σε σχέση με την πρώτη μέθοδο (όπου δεν υπήρχε επιπλέον συμπίεση) χωρίς σημαντικές απώλειες ποιότητας .

Αυτός είναι και ο αντικειμενικός σκοπός της δεύτερης και τρίτης μεθόδου : Η πρώτη μέθοδος ασχολείται αποκλειστικά με την πληροφορία της κάθε εικόνας ξεχωριστά χωρίς εξαρτήσεις , ενώ η δεύτερη και τρίτη χρησιμοποιεί πληροφορία με συγκρίσεις εικόνων για επιπλέον συμπίεση και δεν βασίζεται στο σχέδιο συμπίεσης εικόνων της πρώτης .

Παρατήρηση : Λόγω μεγέθους εικόνας και γενικότερης πολυπλοκότητας αλγορίθμου του mpeg-2 προτύπου (π.χ περιορισμοί τιμών λόγω 16-bit ακεραίων) η διαδικασία ελέγχου ρυθμού δεν βοηθάει σημαντικά σε επιπλέον συμπίεση .Ο rate control αλγόριθμος βοηθάει σε περιπτώσεις όπου έχουμε να επεξεργαστούμε μεγάλα μεγέθη εικόνων σε υψηλούς ρυθμούς ψηφίων .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΙΝΤΕΟ

Εισαγωγή :

Στις επόμενες γραφικές παραστάσεις παρουσιάζουμε αναλυτικά τα αποτελέσματα των 4 μεθόδων που υλοποιήσαμε στον dsp σύμφωνα με 4 βίντεο βασισμένων σε κάποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα .Αυτά είναι τα ακόλουθα : 1)ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΜΙΚΡΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ , 2)ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ , 3)ΜΕΓΑΛΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ , 4)ΜΙΚΡΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΙΝΗΣΗΣ .Τα αποτελέσματα που πήραμε βασίστηκαν σε 3 σημαντικούς συντελεστές .Αυτοί είναι :

α)το **MSE(Mean Square Error)** –Αυτός ο συντελεστής αποτελεί ένα βασικό παράγοντα μέτρησης σφάλματος στις εφαρμογές συμπίεσης εικόνας και βίντεο .Είναι το αθροιστικά τετραγωνισμένο σφάλμα μεταξύ της συμπιεσμένης και της αρχικής εικόνας .Ο τύπος που δίνει το MSE είναι ο ακόλουθος

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x,y) - I'(x,y)]^2$$

όπου τα $I(x,y)$ είναι τα εικονοστοιχεία της αρχικής εικόνας ,τα $I'(x,y)$ είναι η προσεγγιστική εκδοχή των $I(x,y)$ (στην πραγματικότητα είναι τα pixels της αποσυμπιεσμένης εικόνας) και τα M,N είναι οι διαστάσεις των εικόνων (64x64 στην περίπτωση μας)

β)το **SNR(Signal to Noise Ratio)** –Το SNR είναι μετρητής της ποιότητας των ανακατασκευασμένων εικόνων σε υλοποιήσεις συμπίεσης εικόνων και βίντεο .Ορίζεται μέσω του MSE παράγοντα που αναλύσαμε παραπάνω και ο τύπος του ορίζεται ως εξής

$$SNR = 20 * \log_{10} (255 / \sqrt{MSE})$$

όπου το sqrt είναι το σύμβολο της τετραγωνικής ρίζας ενός αριθμού , ενώ το log10 είναι ο λογάριθμος με βάση το δέκα του αριθμού που ακολουθεί μέσα στην παρένθεση .

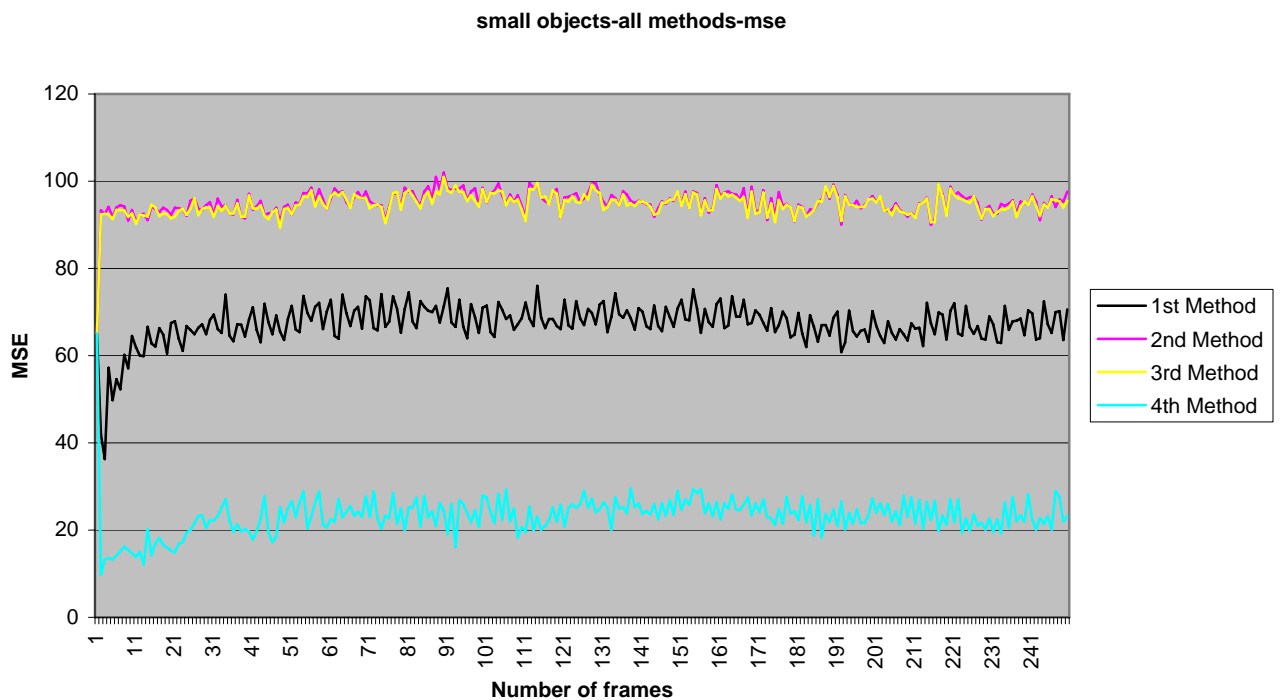
γ)ο **Βαθμός συμπίεσης (Compress Ratio)**-Ο βαθμός συμπίεσης είναι απλά ο λόγος του μεγέθους των αρχικών (μη-συμπιεσμένων) δεδομένων προς το μέγεθος των συμπιεσμένων δεδομένων .Στις εφαρμογές μας , ο βαθμός συμπίεσης ισούται με το μέγεθος της αρχικής εικόνας διαιρεμένο με το μέγεθος της συμπιεσμένης εικόνας .Αυτός ο συντελεστής δίνει την ποσότητα συμπίεσης που επιτυγχάνεται σε μια συγκεκριμένη εικόνα .

Βαθμός Συμπίεσης = Μέγεθος αρχικής εικόνας / Μέγεθος συμπιεσμένης εικόνας

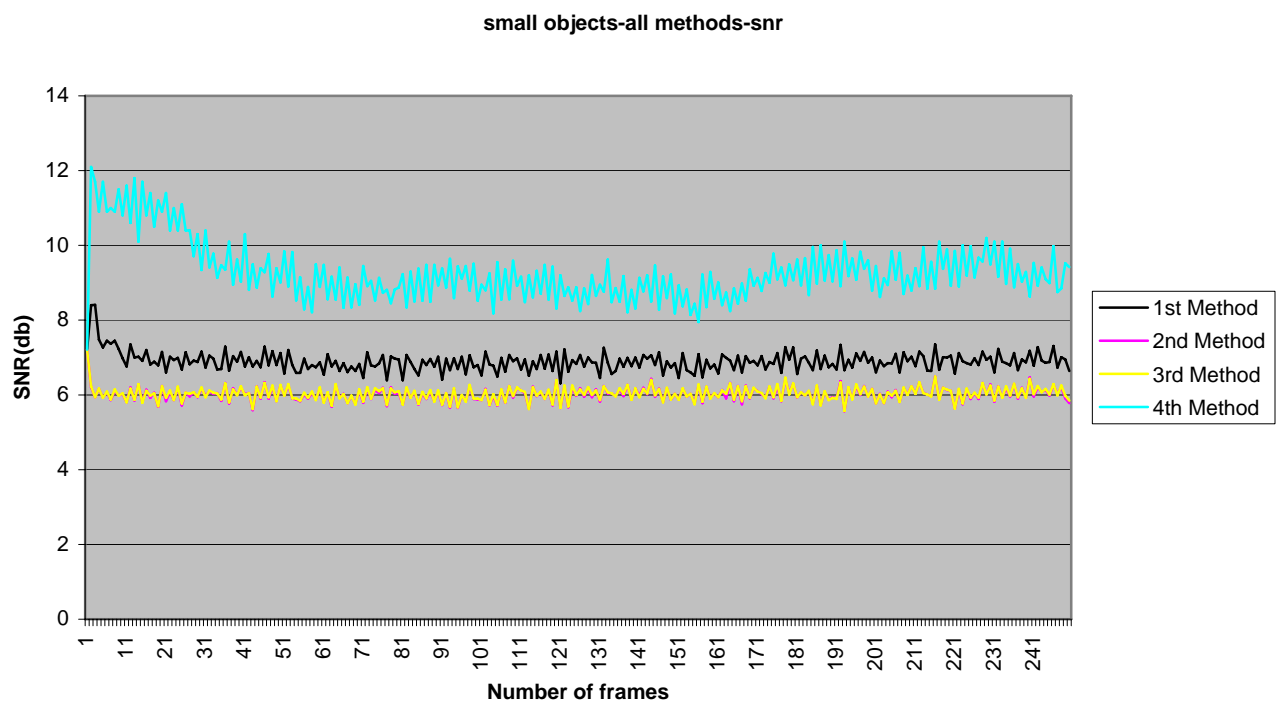
Όλοι αυτοί οι συντελεστές υπολογίστηκαν ξεχωριστά για κάθε εικόνα μέσα στα βίντεο που προαναφέραμε .

4.1-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ :ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΒΙΝΤΕΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΚΘΕΤΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ 4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΑΖΙ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ) .

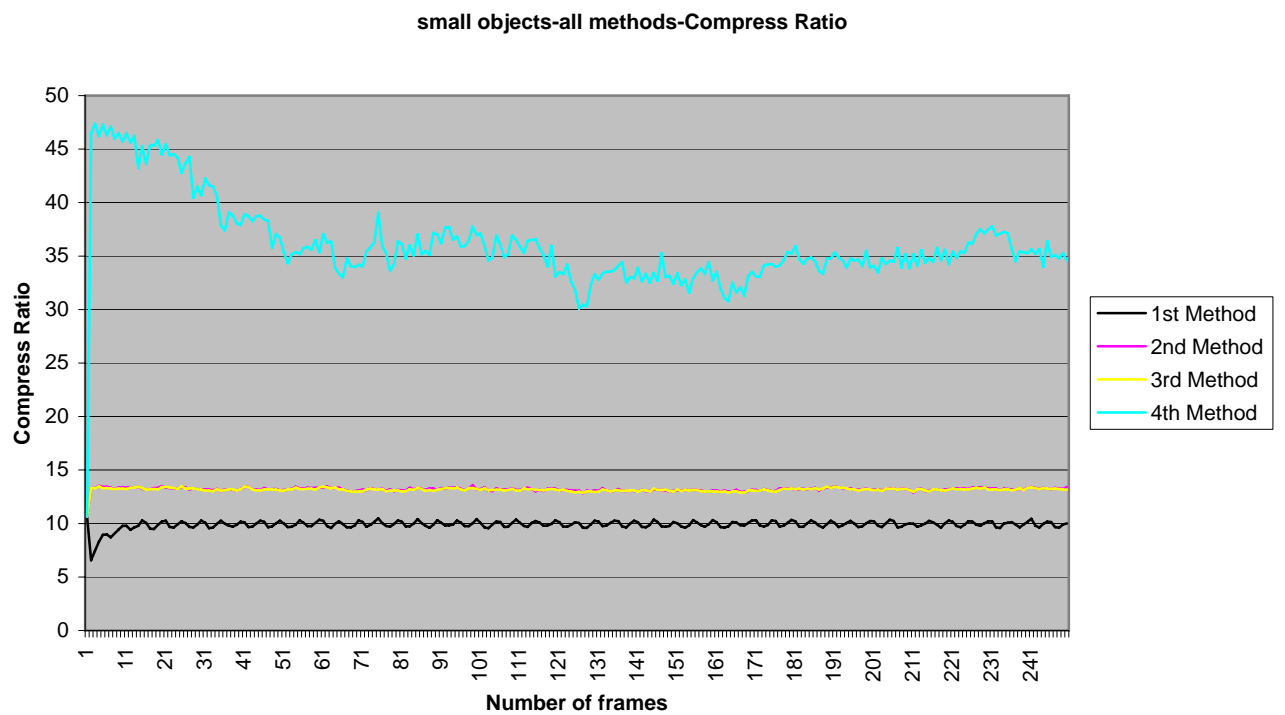
4.1.1 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο μικρών αντικειμένων μέσα από όλες τις μεθόδους .



Γράφημα 4.1-Περίπτωση βίντεο μικρών αντικειμένων με βάση τον MSE συντελεστή



Γράφημα 4.2-Περίπτωση βίντεο μικρών αντικειμένων με βάση τον SNR συντελεστή



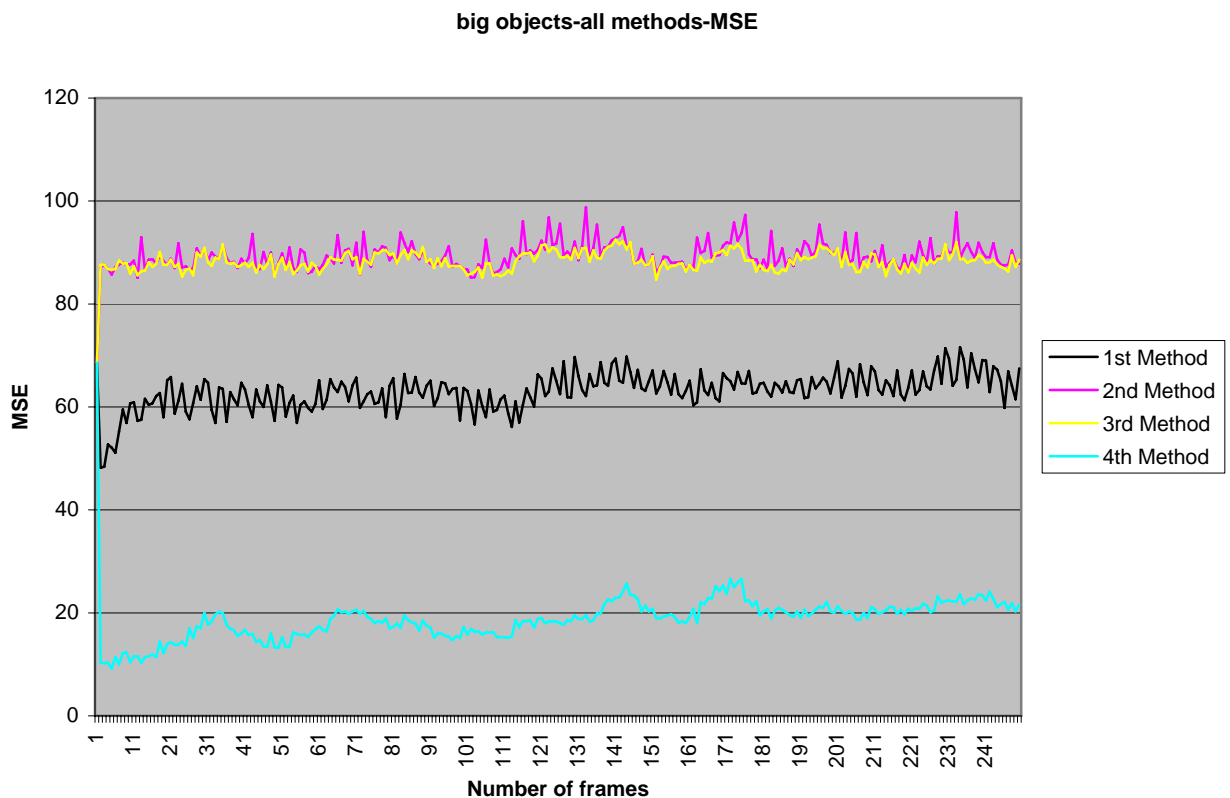
Γράφημα 4.3-Περίπτωση βίντεο μικρών αντικειμένων με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Τα επίπεδα τιμών του MSE συντελεστή στις εικόνες που προκύπτουν από την πρώτη μέθοδο κυμαίνονται στην περιοχή ανάμεσα στο 60 και στο 80 .Φυσιολογικές τιμές λόγω του 16-bit συστήματος ακεραίων στο οποίο βασίζονται οι υλοποιήσεις μας .Η MPEG-2 κωδικοποίηση περιέχει , σε ενδιάμεσα στάδια επεξεργασίας , ορισμένες πράξεις που υποστηρίζουν την ύπαρξη μεγάλων αριθμών οι οποίοι ξεπερνούν τα ανώτατα όρια των 16-bit ακεραίων .Με συνέπεια την εμφάνιση αποκλίσεων στα αποτελέσματα των πράξεων και κατ'επέκταση στις προσεγγίσεις τιμών των ανακατασκευασμένων εικονοστοιχείων σε σχέση με τα αρχικά .Αυτές οι αποκλίσεις μεταφράζονται σε μείωση της ποιότητας και παράλληλα σε αύξηση του σφάλματος των εικόνων που εκφράζεται με τον MSE συντελεστή . Η δεύτερη και τρίτη μέθοδος παρουσιάζουν χαμηλότερη ποιότητα εικόνων σε σχέση με την πρώτη κάτι που είναι άμεση συνέπεια της επιπλέον συμπίεσης που εκτελείται σε αυτές τις κωδικοποιήσεις .Οι τιμές αυτών των δύο μεθόδων είναι περίπου ίδιες γιατί η μορφή του βίντεο είναι τέτοια που παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά .Δηλαδή έχουμε κίνηση αντικειμένων όπου δεν παρατηρείται επιπλέον συμπίεση σε αυτά στις συγκρίσεις ανάμεσα σε δύο διαδοχικές εικόνες , εκτός το background που είναι πάντα σταθερό , όπως δεν παρατηρείται επιπλέον συμπίεση αντικειμένων ούτε στην περίπτωση των συγκρίσεων της αρχικής εικόνας με τις επόμενες .Άρα , η επιπλέον συμπίεση γίνεται μόνο στο background και στις δύο μεθόδους με ίδιες συνέπειες ποιότητας στην μορφή κάθε εικόνας στην ακολουθία .Η τέταρτη μέθοδος παρουσιάζει καλύτερη ποιοτική συμπεριφορά σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τρεις λόγω του πεδίου μετρήσεων που έχουμε το οποίο βασίζεται στις διαφορές των εικόνων (εκτός της πρώτης) με το background .Συνεπώς , μας ενδιαφέρουν μόνο τα κομμάτια της εικόνας στα οποία κινούνται τα αντικείμενα χωρίς την παρουσία του background .Έτσι δεν υπάρχει ο θόρυβος που παράγει το background σε όλες τις εικόνες .

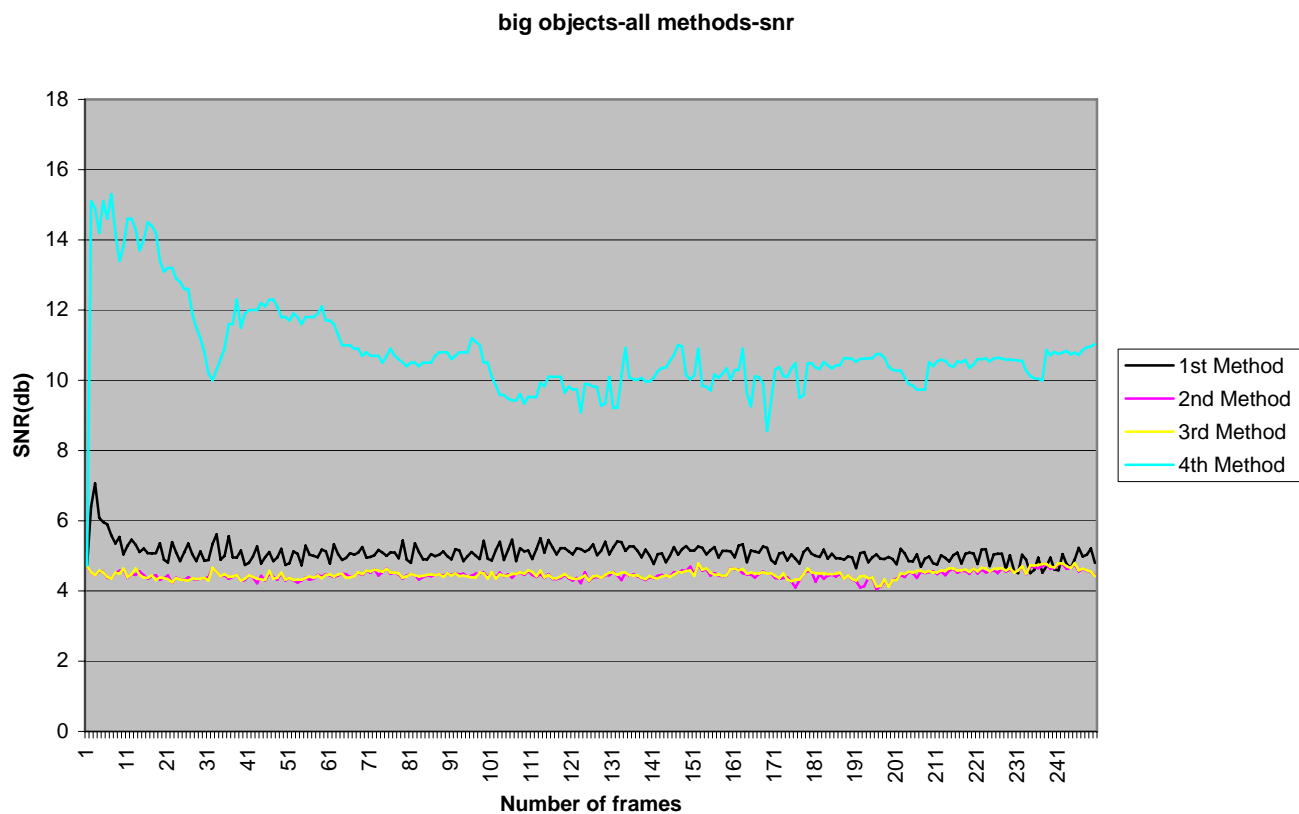
Ο λόγος του σήματος προς τον θόρυβο είναι χαμηλότερος στην δεύτερη και τρίτη μέθοδο από ότι στην πρώτη λόγω της επιπλέον κβαντικοποίησης (που έχει σαν συνέπεια επιπλέον συμπίεση) ενώ η τέταρτη μέθοδος εμφανίζει τα καλύτερα αποτελέσματα σε αυτό τον συντελεστή .Αυτό είναι λογικό αφού στον λόγο SNR η συμπεριφορά του παρονομαστή είναι που καθορίζει το αποτέλεσμα καθώς το σήμα

εικόνας είναι πάντα το ίδιο για όλες τις μεθόδους (στην τέταρτη μέθοδο δεχόμαστε σαν σήμα στον SNR λόγο ολόκληρες τις εικόνες της ακολουθίας). Κατά συνέπεια ,μικρότερος θόρυβος (όπως στην τέταρτη μέθοδο) σημαίνει μεγαλύτερη τιμή του όρου .Η δεύτερη και τρίτη μέθοδος υστερούν σε ποιότητα σε σχέση με την πρώτη αλλά υπερέχουν στην ποσότητα συμπίεσης (σε σχέση πάντα με την πρώτη) που παρέχεται λόγω της επιπλέον κβαντικοποίησης του background .Η τέταρτη μέθοδος αναφέρεται σε συμπίεση της διαφοράς εικόνων κάτι που σημαίνει λιγότερη πληροφορία στην έξοδο του κωδικοποιητή , γιατί δεν έχουμε συμπίεση ολόκληρων των εικόνων , με συνέπεια ο βαθμός συμπίεσης να είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις υλοποιήσεις .

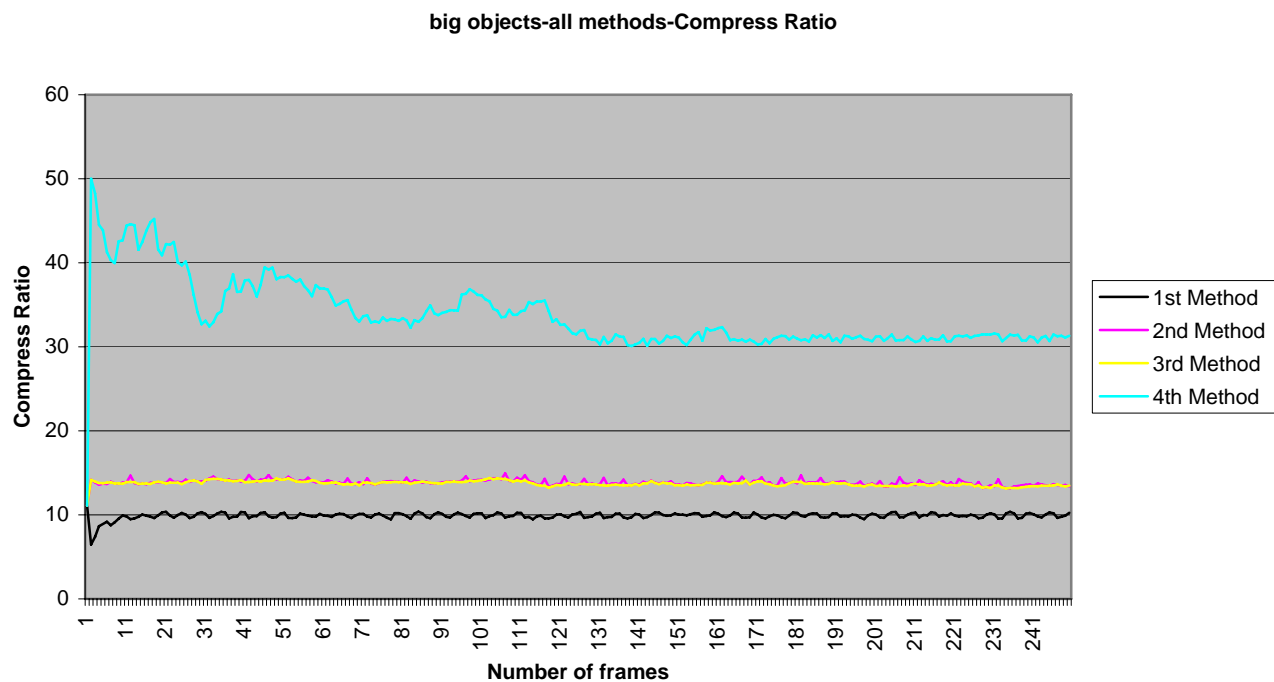
4.1.2 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο μεγάλων αντικειμένων μέσα από όλες τις μεθόδους .



Γράφημα 4.4-Περίπτωση βίντεο μεγάλων αντικειμένων με βάση τον MSE συντελεστή



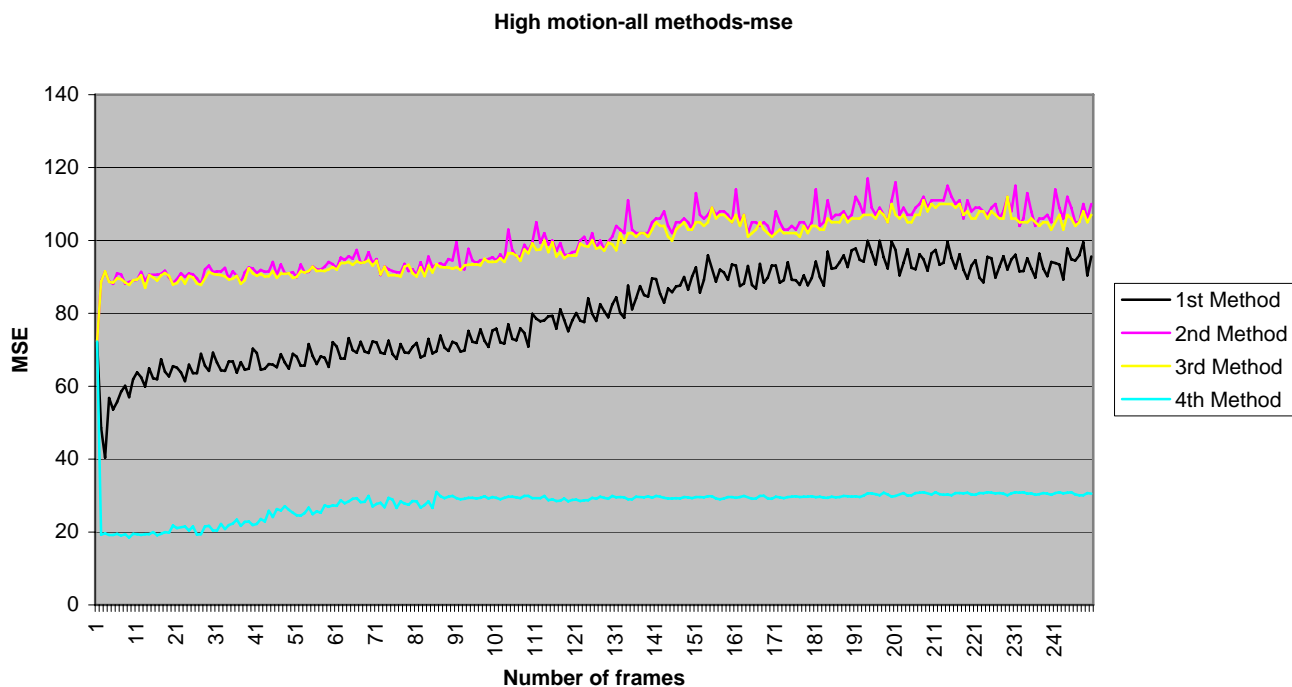
Γράφημα 4.5-Περίπτωση βίντεο μεγάλων αντικειμένων με βάση τον SNR συντελεστή



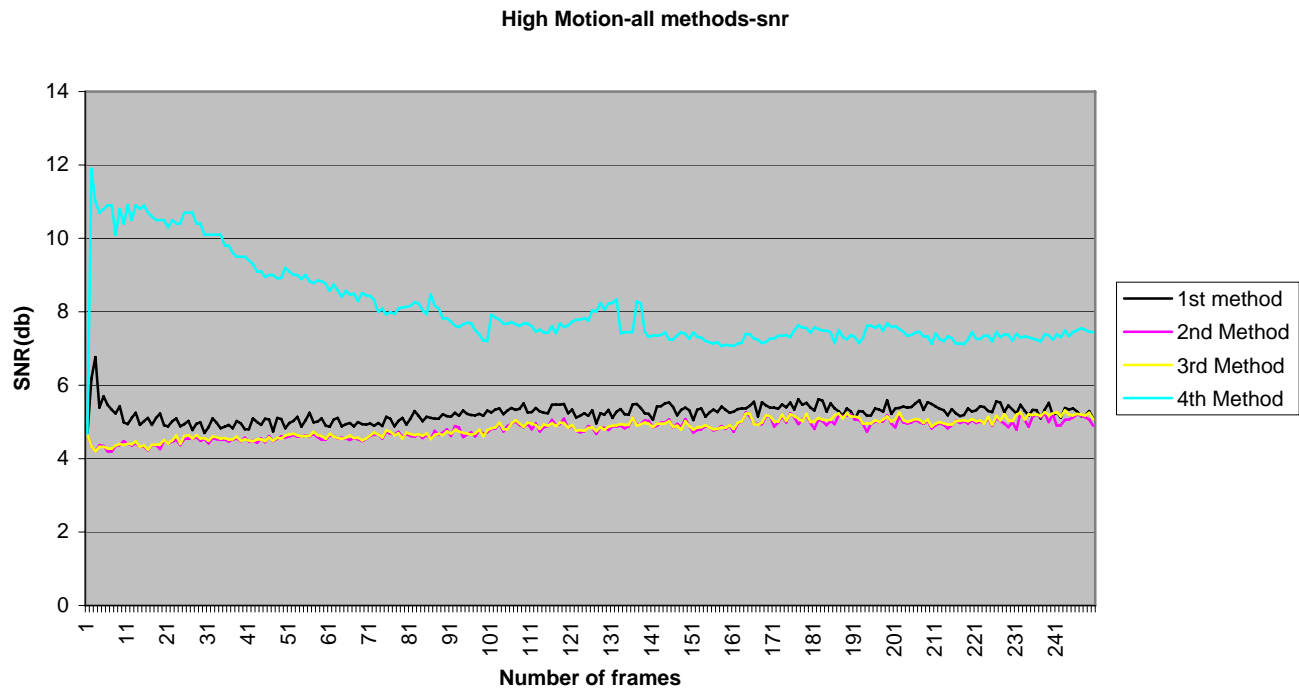
Γράφημα 4.6-Περίπτωση βίντεο μεγάλων αντικειμένων με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Η συμπεριφορά όλων των μεθόδων αναφορικά με την ποιότητα , τον λόγο σήματος προς τον θόρυβο και τον βαθμό συμπίεσης είναι ανάλογη με αυτή του βίντεο των μικρών αντικειμένων .Η παρουσία μεγάλων αντικειμένων δεν επηρεάζει την ποιότητα των εικόνων , έχουμε σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα όπως και πριν .Κάτι που συμβαίνει φυσιολογικά και στον λόγο του σήματος προς τον θόρυβο αλλά και στον βαθμό συμπίεσης .Η μόνη διαφορά που αξίζει αναφοράς είναι η απότομη πτώση του SNR συντελεστή της 4^{ης} μεθόδου στις τελευταίες εικόνες της ακολουθίας .Η πτώση οφείλεται στην απότομη είσοδο των αντικειμένων στο τελευταίο κομμάτι του βίντεο με αποτέλεσμα την αύξηση του συνεπαγόμενου θορύβου .Ενώ στο προηγούμενο βίντεο είναι πιο ομαλή η είσοδος των αντικειμένων και πιο μικρή η ποσότητα θορύβου που αυτά προκαλούν .

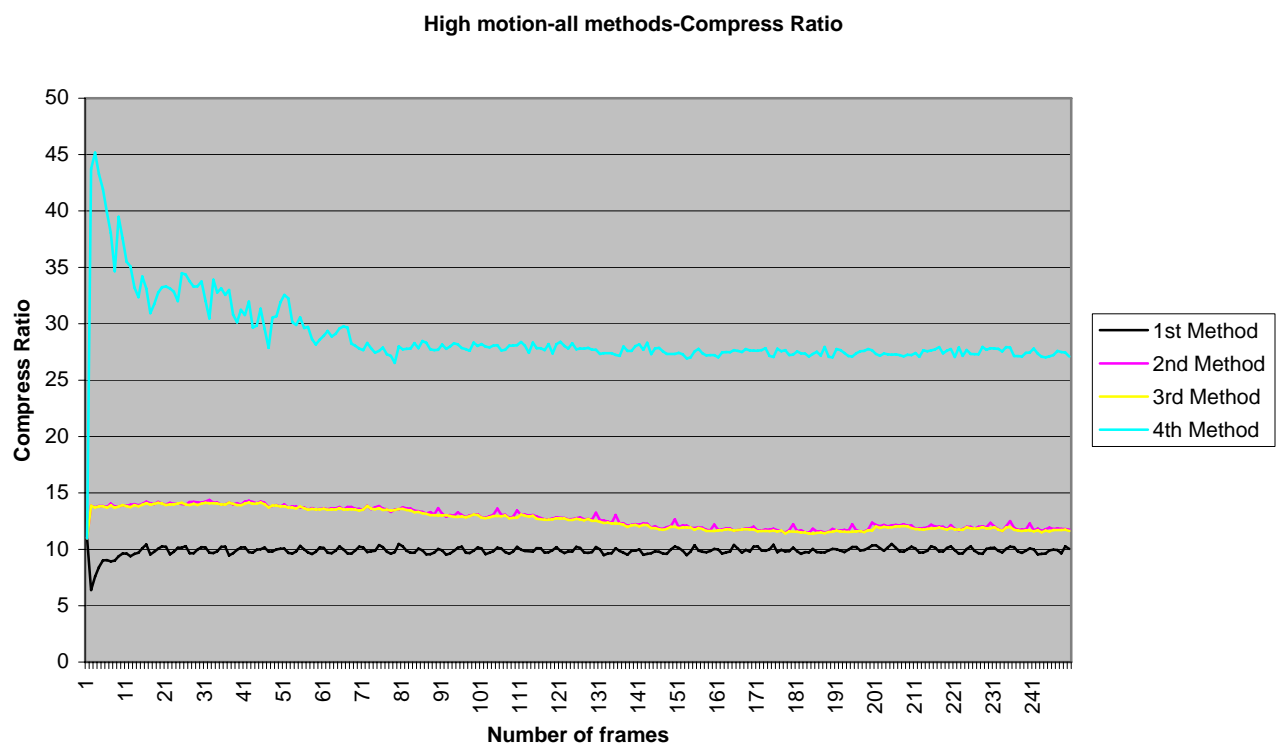
4.1.3 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο με την μεγάλη ποσότητα κίνησης μέσα από όλες τις μεθόδους .



Γράφημα 4.7-Περίπτωση βίντεο με πολύ κίνηση με βάση τον MSE συντελεστή



Γράφημα 4.8-Περίπτωση βίντεο με πολύ κίνηση με βάση τον SNR συντελεστή

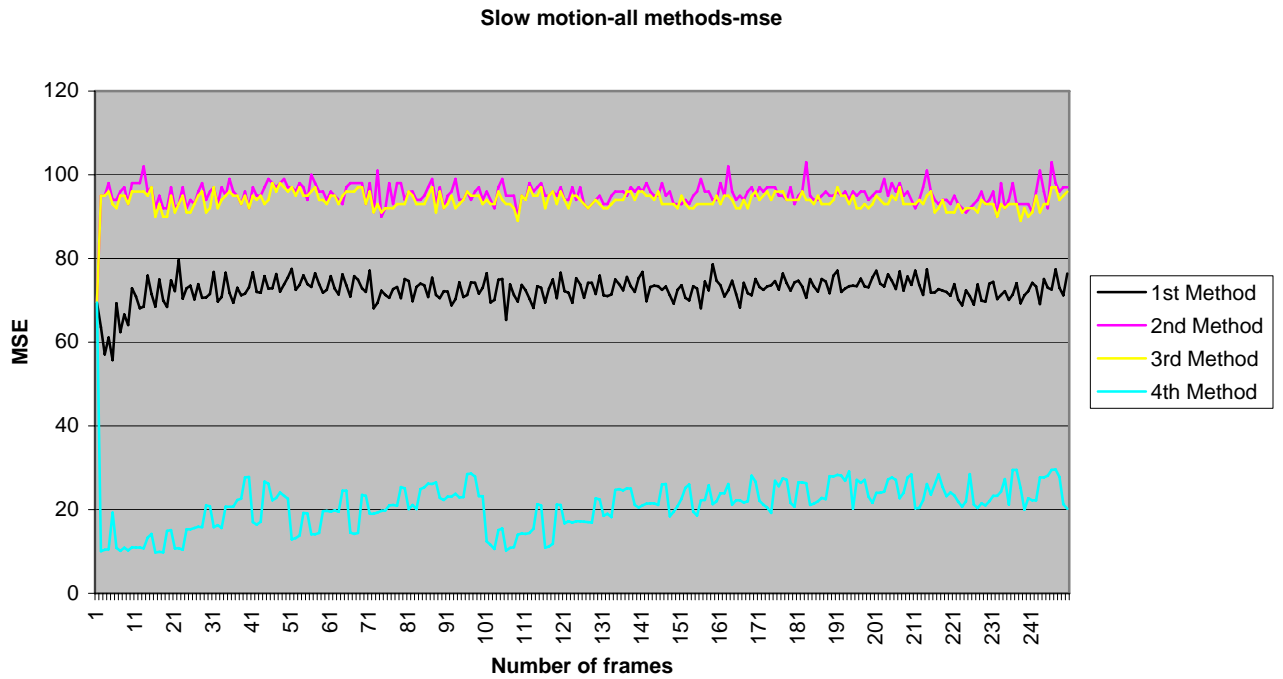


Γράφημα 4.9-Περίπτωση βίντεο με πολύ κίνηση με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

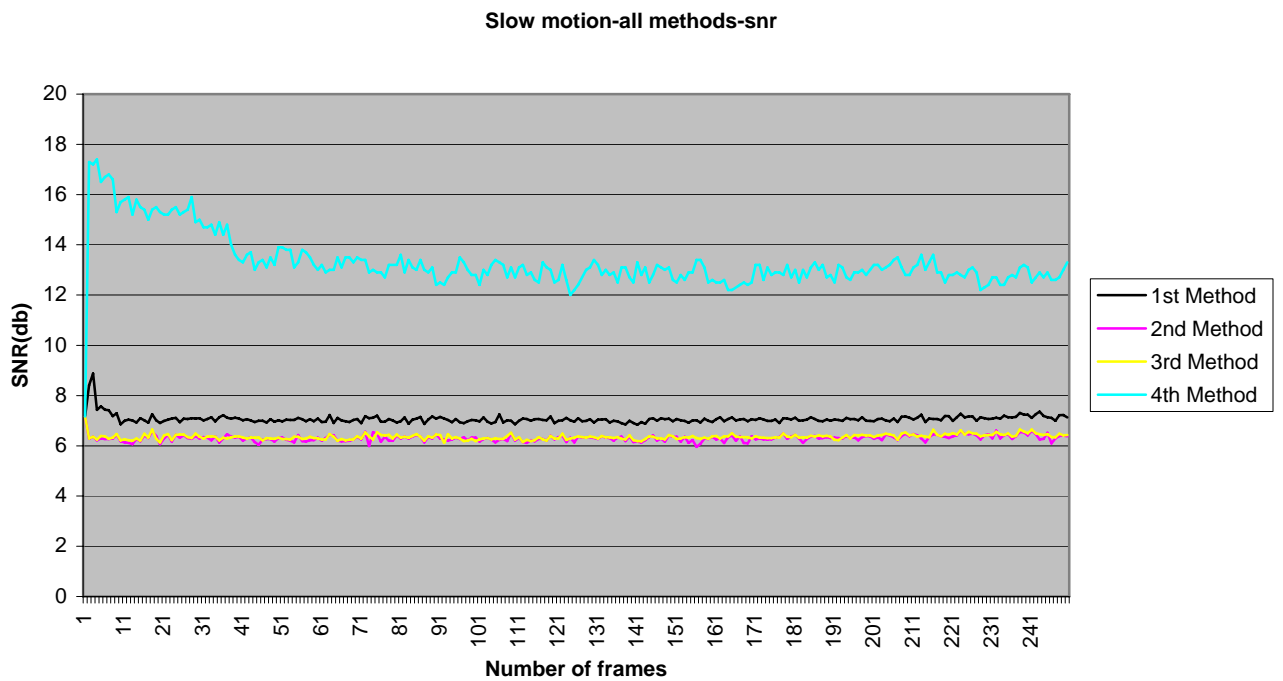
Οι διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων δεν υπάρχουν , σε σχέση με τα προηγούμενα βίντεο , στις αποκλίσεις των τιμών των συντελεστών μεταξύ των μεθόδων που υλοποιούνται στην συμπεριφορά των μεθόδων μεταξύ τους (υπάρχουν οι ίδιες διαφορές από μέθοδο σε μέθοδο) αλλά στα επίπεδα των τιμών .Ο θόρυβος της μεγάλης ποσότητας κίνησης που εισάγεται στις σκηνές της ακολουθίας έχει σαν συνέπεια τα επίπεδα τιμών των σφαλμάτων να είναι και στις 4 μεθόδους αυξημένα σε σχέση με τα προηγούμενα δύο βίντεο .Αυτό είναι λογικό διότι εισάγεται πληροφορία με μεγαλύτερο εύρος τιμών στις εικόνες κάτι που δεν συνέβαινε με τις άλλες δύο περιπτώσεις βίντεο .Περισσότερη πληροφορία έχει σαν αποτέλεσμα περισσότερες αποκοπές τιμών , λόγω περιορισμών , άρα και μεγαλύτερος θόρυβος που επιβαρύνει την ποιότητα των εικόνων .Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι η ποσότητα του θορύβου που υπάρχει στις διαφορές των εικόνων της τέταρτης μεθόδου έχει σχεδόν διπλασιαστεί .

Το SNR , σε αντίθεση με το MSE , παραμένει σταθερό σε συμπεριφορά τιμών γιατί μπορεί ο θόρυβος σε αυτήν την περίπτωση να είναι αυξημένος αλλά είναι αυξημένη και η ποσότητα πληροφορίας του σήματος των εικόνων με αποτέλεσμα αντιστάθμιση των μεταβολών του σφάλματος εικόνας που παρατηρείται .Έτσι εφόσον αριθμητής και παρονομαστής αυξάνονται ταυτόχρονα το αποτέλεσμα είναι το ίδιο .Ο βαθμός συμπίεσης παραμένει ο ίδιος στις τρεις πρώτες μεθόδους όμως στην τέταρτη υλοποίηση επειδή η ποσότητα πληροφορίας είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σχέση με τα 2 προηγούμενα βίντεο , μειώνεται εφόσον έχουμε περισσότερη πλέον κωδικοποιημένη πληροφορία .

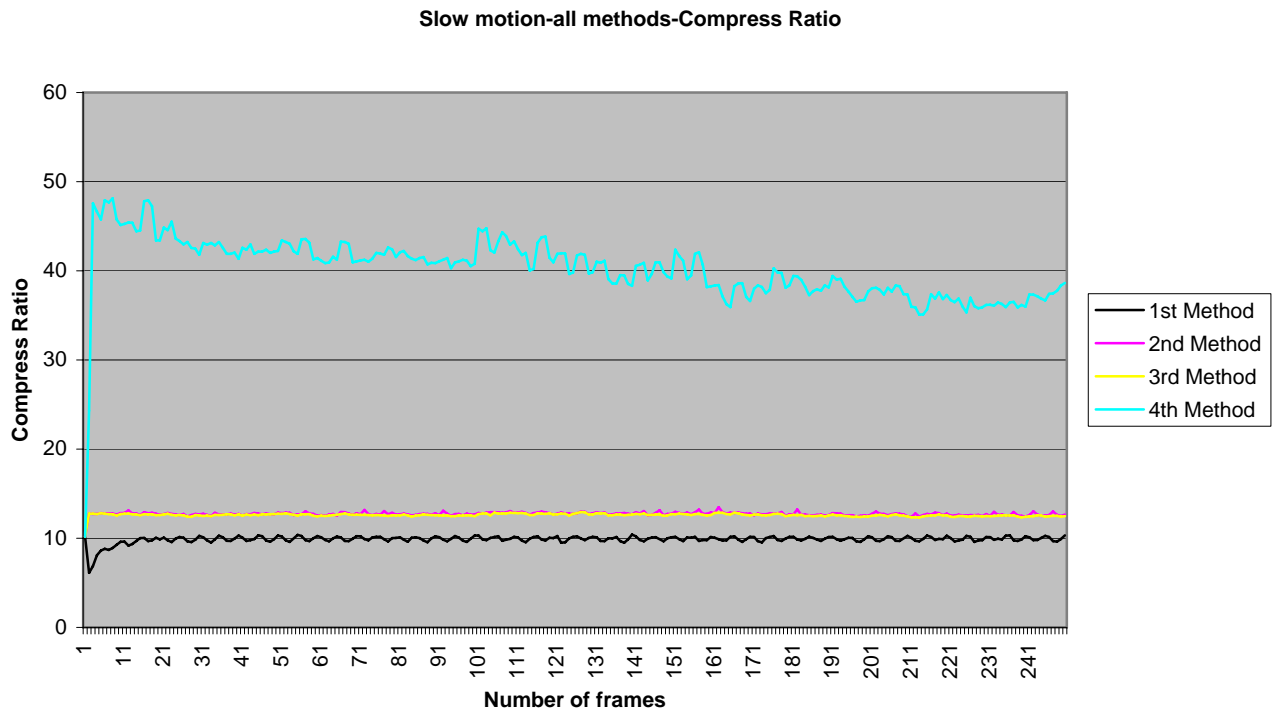
4.1.4 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο με την μικρή ποσότητα κίνησης μέσα από όλες τις μεθόδους .



Γράφημα 4.10-Περίπτωση βίντεο με λίγη κίνηση με βάση τον MSE συντελεστή



Γράφημα 4.11-Περίπτωση βίντεο με λίγη κίνηση με βάση τον SNR συντελεστή

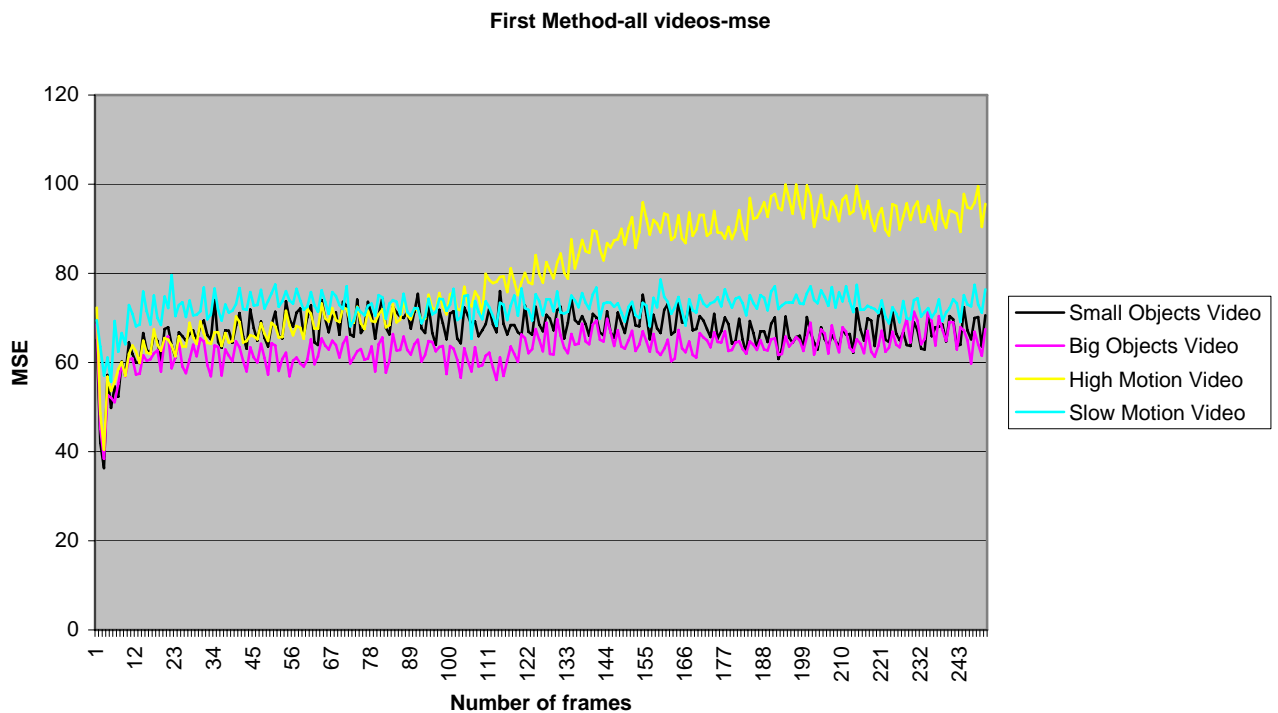


Γράφημα 4.12-Περίπτωση βίντεο με λίγη κίνηση με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

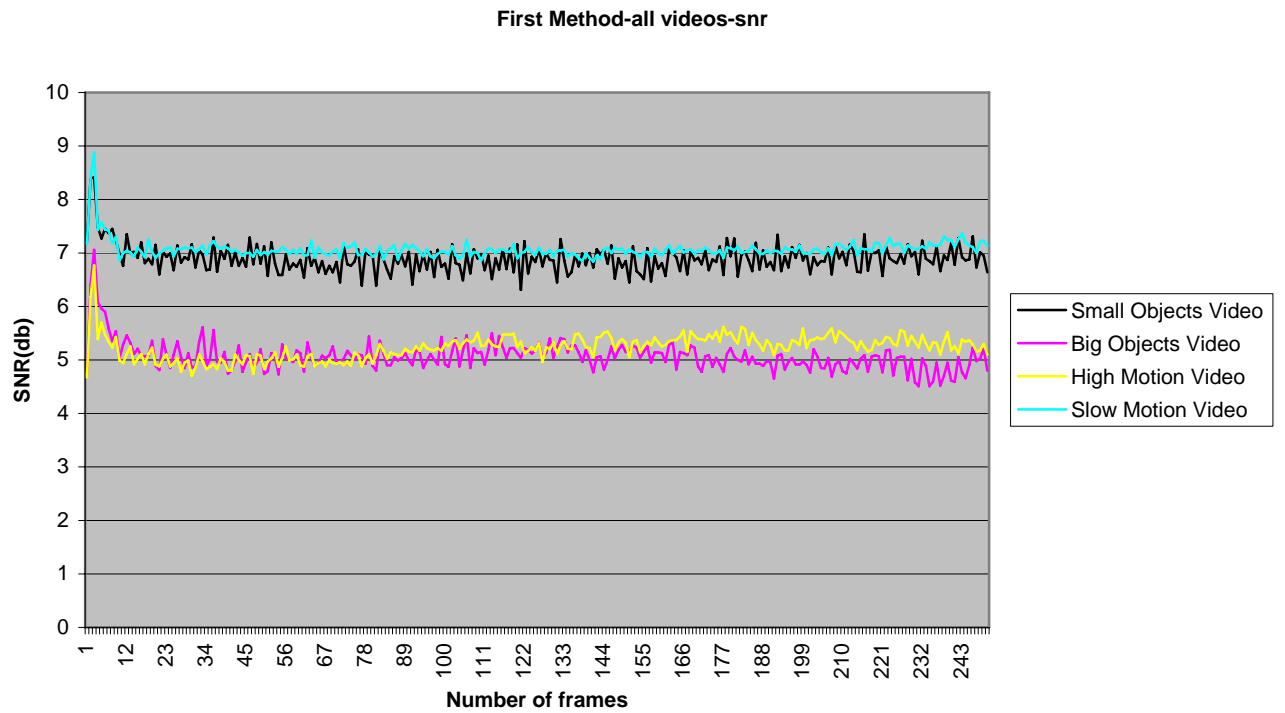
Η ποιότητα των τεσσάρων μεθόδων σε αυτή την περίπτωση έχει τα ίδια αποτελέσματα με τις δύο πρώτες περιπτώσεις βίντεο. Ο λόγος του SNR παραμένει στα ίδια επίπεδα, πάντα σε σχέση με τα δύο προηγούμενα βίντεο, στις τρεις πρώτες μεθόδους αλλά στην τέταρτη μέθοδο έχει σαφώς υψηλότερα αποτελέσματα από οποιαδήποτε άλλη περίπτωση βίντεο. Η διαφορά βρίσκεται στο γεγονός ότι σε αυτή την περίπτωση το background έχει πολύ περισσότερη πληροφορία σε σύγκριση με αυτή των background σε προηγούμενα βίντεο. Επομένως, στο κλάσμα του λόγου ο θόρυβος που παράγουν τα αντικείμενα που είναι ξένα προς το background παραμένει σταθερά μικρός αλλά το σήμα είναι σαφώς μεγαλύτερο. Δηλαδή έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα πληροφορίας στην εικόνα που δεν οφείλεται στην παρουσία πολλών αντικειμένων όπως πριν αλλά στην μορφολογία του background. Έτσι, η τέταρτη μέθοδος που δεν επηρεάζεται από την παρουσία του background έχει σαφώς καλύτερα αποτελέσματα. Ο βαθμός συμπίεσης είναι σε σταθερά επίπεδα για όλες τις μεθόδους ενώ στην τέταρτη μέθοδο σχετικά υψηλός λόγω της μικρής ποσότητας πληροφορίας που έχουν οι διαφορές όλων των εικόνων της ακολουθίας με το background.

4.2-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ :ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΕΘΟΔΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΚΘΕΤΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ 4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΙΝΤΕΟ ΜΑΖΙ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ).

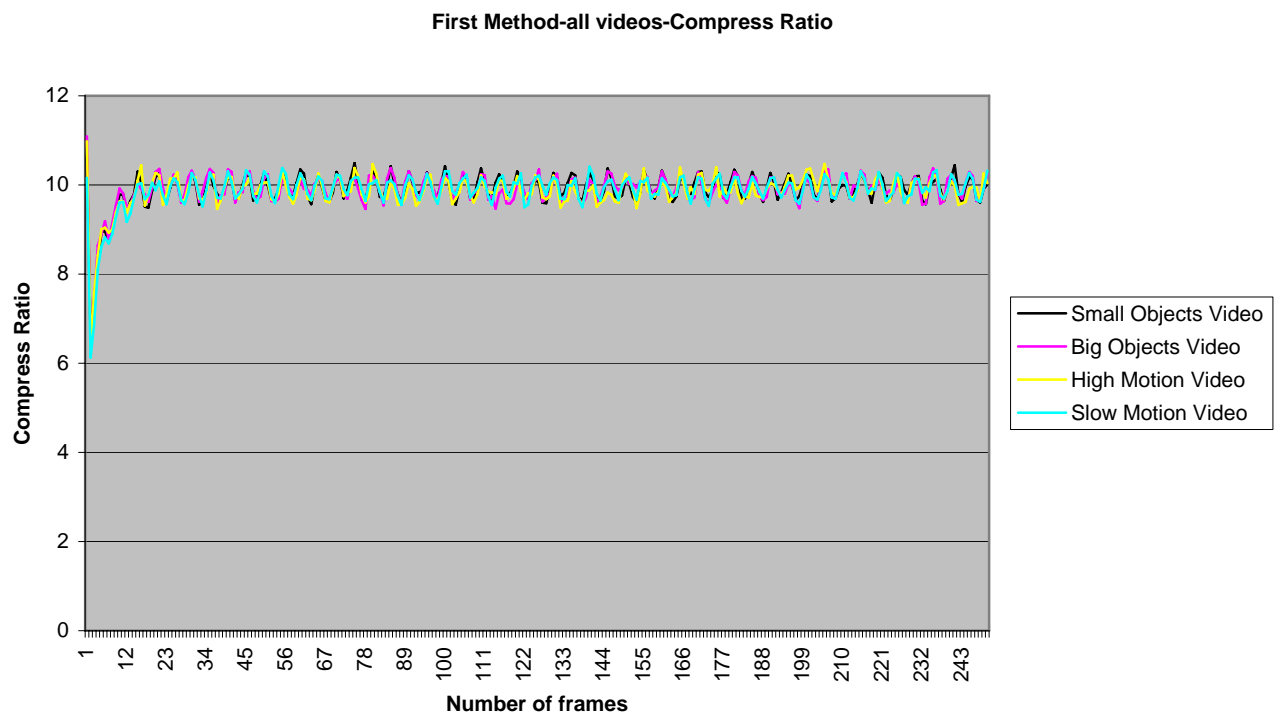
4.2.1 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την πρώτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο .



Γράφημα 4.13-Περίπτωση πρώτης μεθόδου με βάση τον MSE συντελεστή



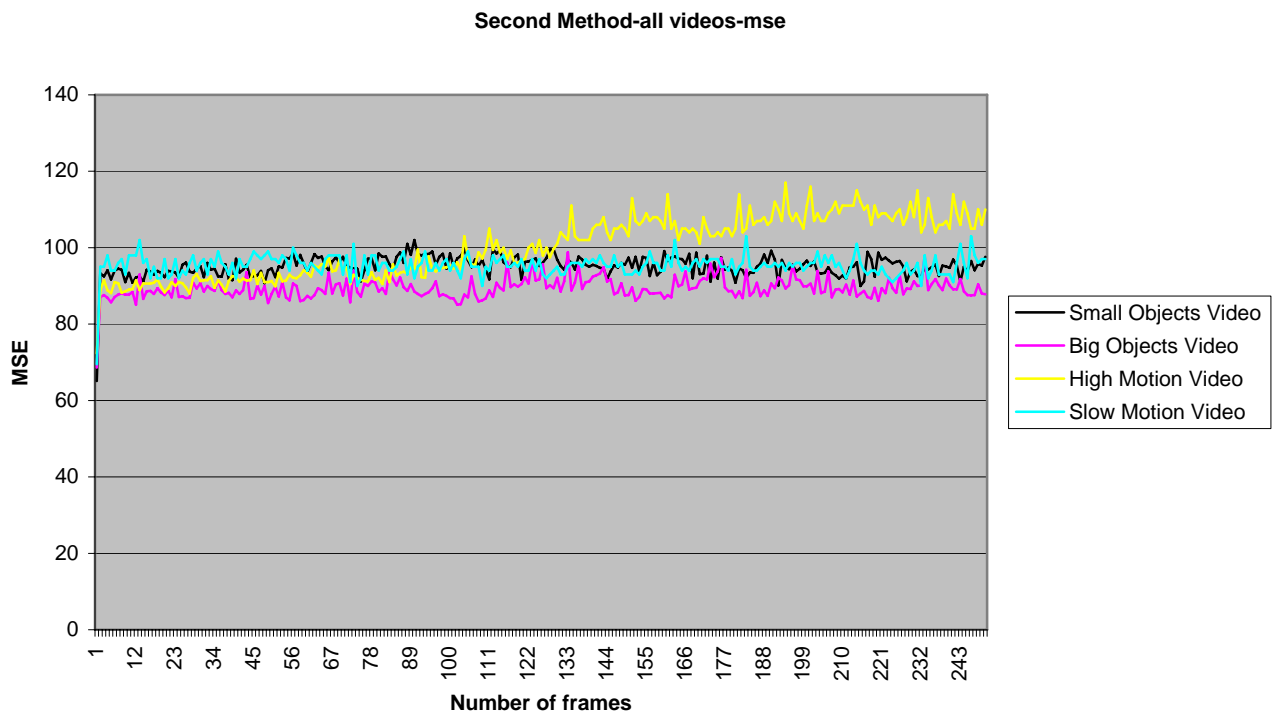
Γράφημα 4.14-Περίπτωση πρώτης μεθόδου με βάση τον SNR συντελεστή



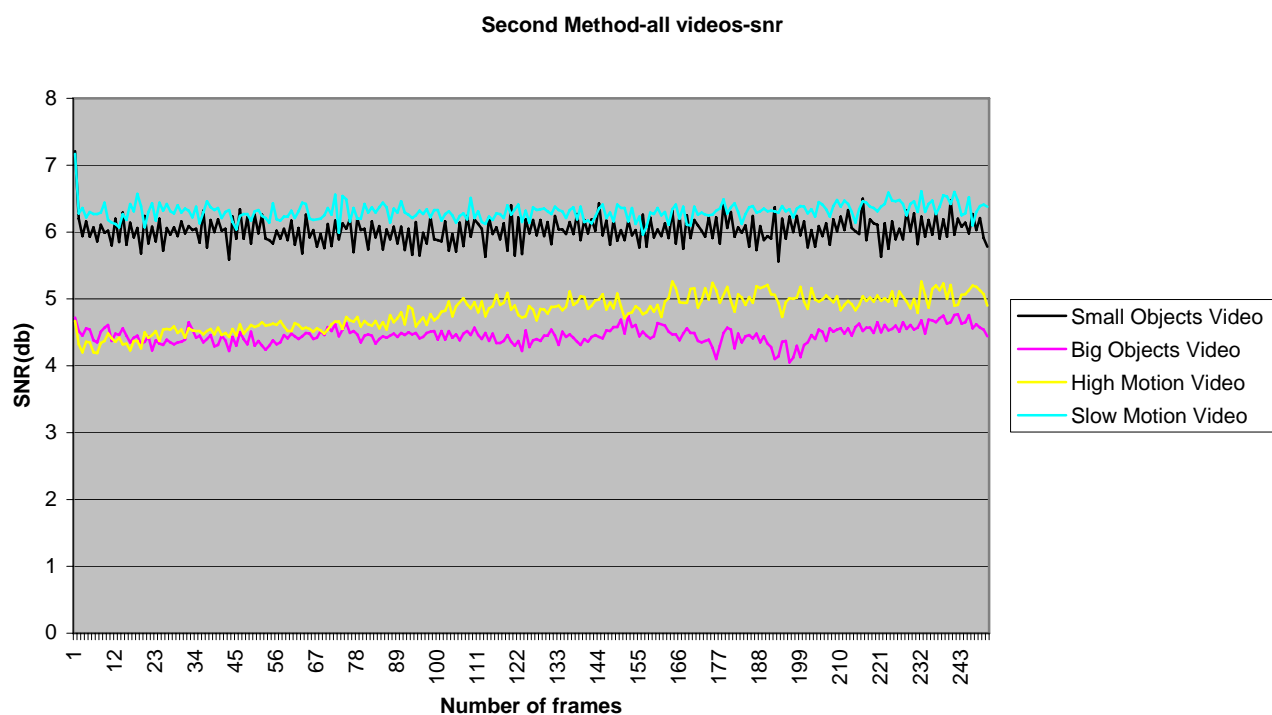
Γράφημα 4.15-Περίπτωση πρώτης μεθόδου με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Η ποιότητα των εικόνων της πρώτης μεθόδου σε όλα τα βίντεο είναι σταθερή εκτός από την περίπτωση της μεγάλης ποσότητας κίνησης των αντικειμένων όπου έχουμε περισσότερη πληροφορία , άρα και περισσότερες αποκοπές που εισάγουν επιπλέον θόρυβο .Η ποσότητα σφαλμάτων στην πρώτη μέθοδο και ειδικότερα στο βίντεο όπου υπάρχει πολύ κίνηση παρουσιάζει ιδιαίτερη αύξηση μετά τις πρώτες 100 εικόνες λόγω της απότομης εισόδου περισσότερων αντικειμένων .Δηλαδή , στο σημείο αύξησης ανεβαίνει απότομα το ποσοστό πληροφορίας στην σκηνή με αποτέλεσμα μεγαλύτερα σφάλματα, λόγω αποκοπών , να εισάγονται στην βίντεο ακολουθία . Ο λόγος SNR δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές σε όλες τις περιπτώσεις βίντεο ενώ το ίδιο παρατηρείται και στον βαθμό συμπίεσης όπου με την συνδρομή της διαδικασίας ελέγχου ρυθμού παρουσιάζονται αποτελέσματα κοντά στο 10 : 1 .

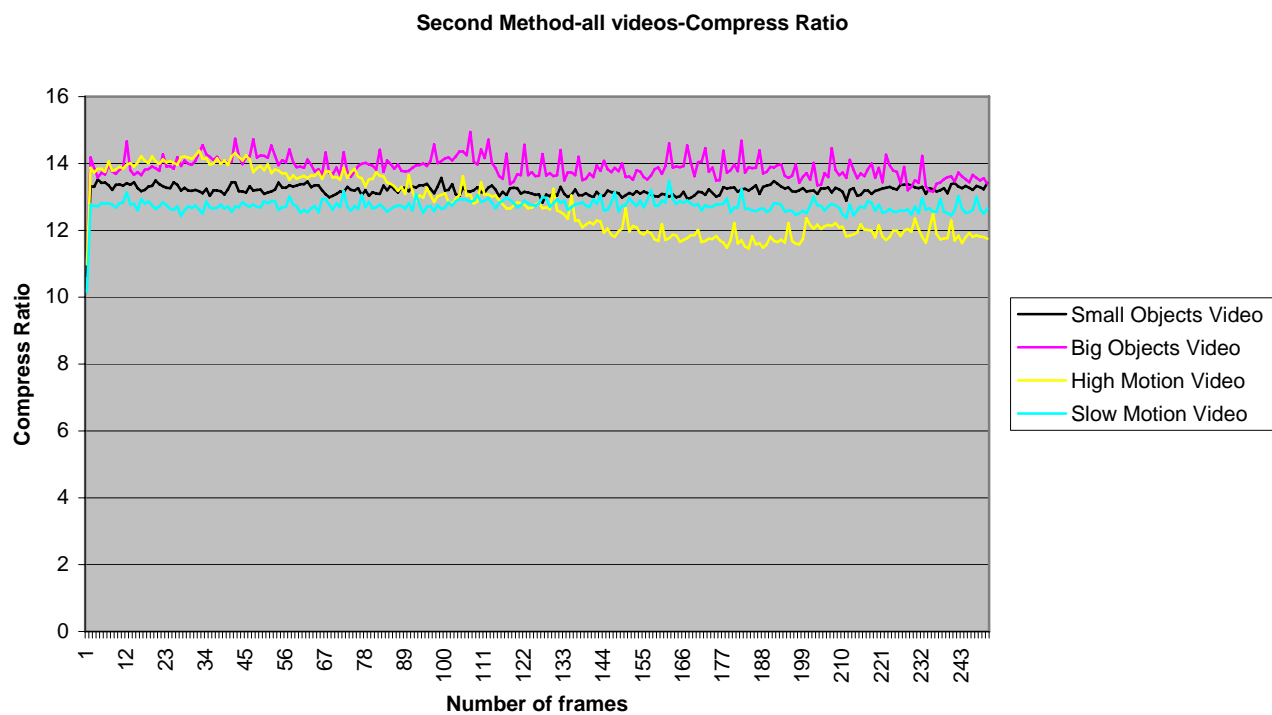
4.2.2 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την δεύτερη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο .



Γράφημα 4.16-Περίπτωση δεύτερης μεθόδου με βάση τον MSE συντελεστή



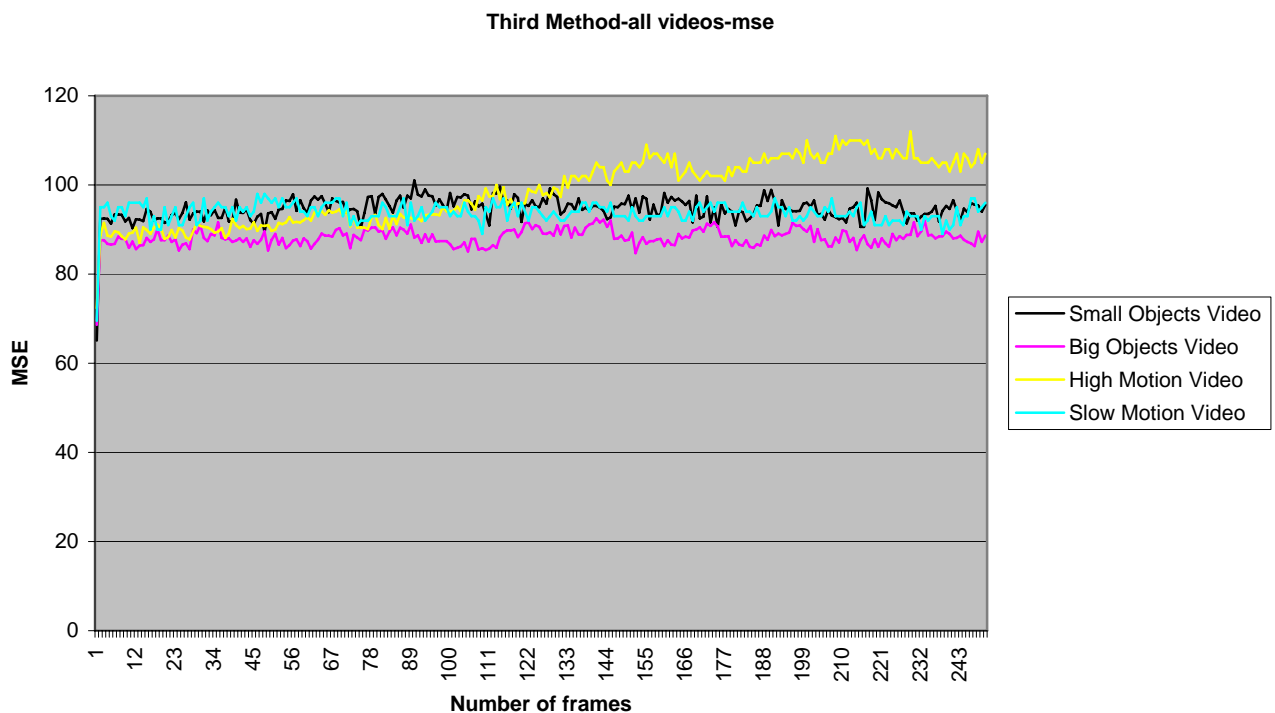
Γράφημα 4.17-Περίπτωση δεύτερης μεθόδου με βάση τον SNR συντελεστή



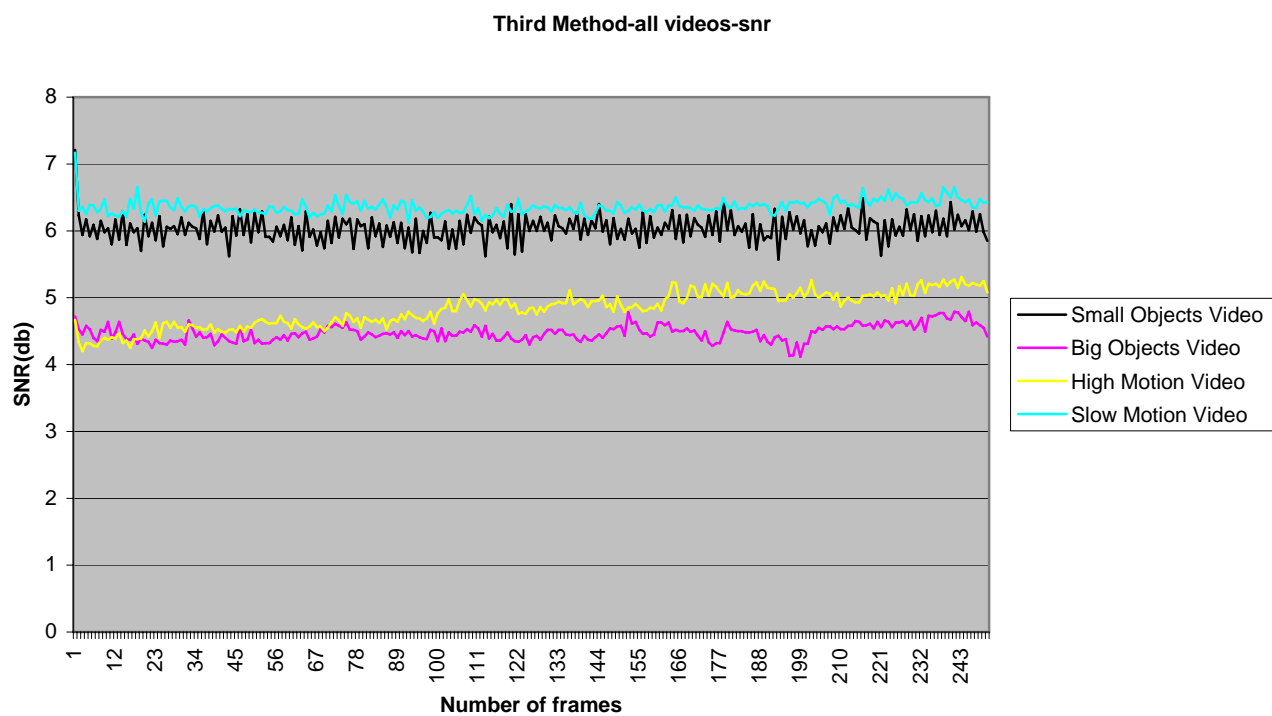
Γράφημα 4.18-Περίπτωση δεύτερης μεθόδου με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Η ποιότητα των εικόνων της δεύτερης μεθόδου είναι χαμηλότερη σε σχέση με την πρώτη λόγω της επιπλέον συμπίεσης που εισάγει περισσότερο θόρυβο σε κάθε εικόνα της ακολουθίας. Παρατηρείται πάλι στην περίπτωση του βίντεο υψηλής κίνησης μικρή αύξηση του θορύβου αλλά οφείλεται όπως προείπαμε στην ποσότητα κίνησης. Οι μεταβολές στο MSE έχουν σχέση με την είσοδο επιπλέον αντικειμένων μετά τις πρώτες 100 εικόνες. Ο λόγος SNR δεν διαφέρει για όλες τις περιπτώσεις βίντεο. Οι διαφορές της μεθόδου στον συντελεστή αυτό οφείλονται σε μειωμένες ή αυξημένες ποσότητες σήματος και θορύβου που υπάρχουν στις διαφορετικές κατηγορίες βίντεο. Ο βαθμός συμπίεσης κυμαίνεται από το 13:1 έως το 15:1 και παρουσιάζει διαφοροποίηση στο βίντεο υψηλής κίνησης όπου η εισαγωγή περισσότερου θορύβου μετά τις πρώτες 100 εικόνες της ακολουθίας επιβάλλει πιο προσεκτική συμπίεση (μικρότερη κβαντικοποίηση αντικειμένων) με σκοπό την διατήρηση της ποιότητας σε ανεκτά επίπεδα.

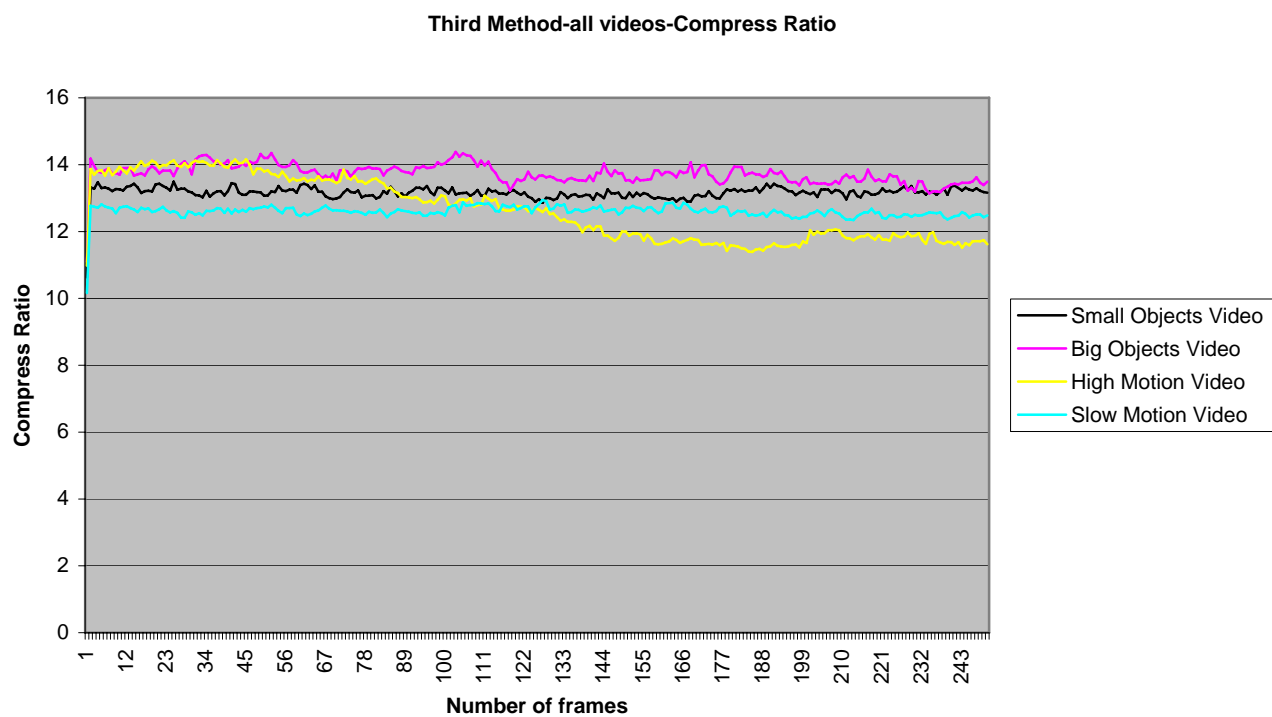
4.2.3 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την τρίτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο.



Γράφημα 4.19-Περίπτωση τρίτης μεθόδου με βάση τον MSE συντελεστή



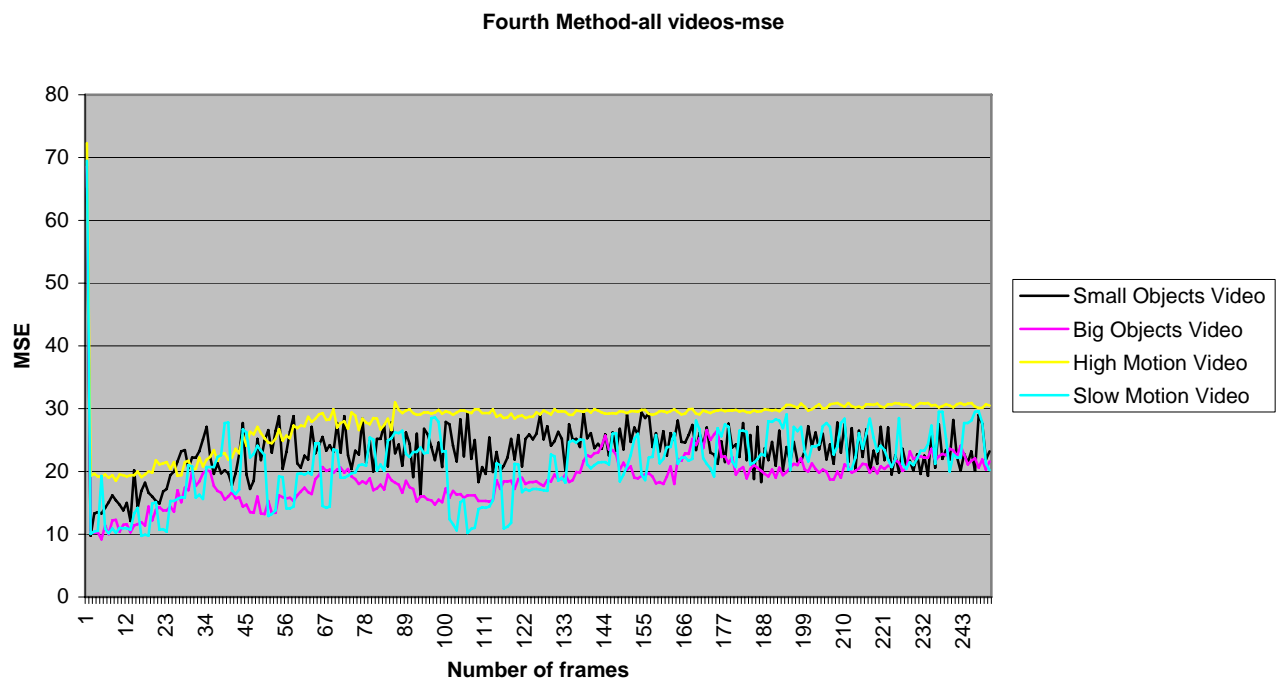
Γράφημα 4.20-Περίπτωση τρίτης μεθόδου με βάση τον SNR συντελεστή



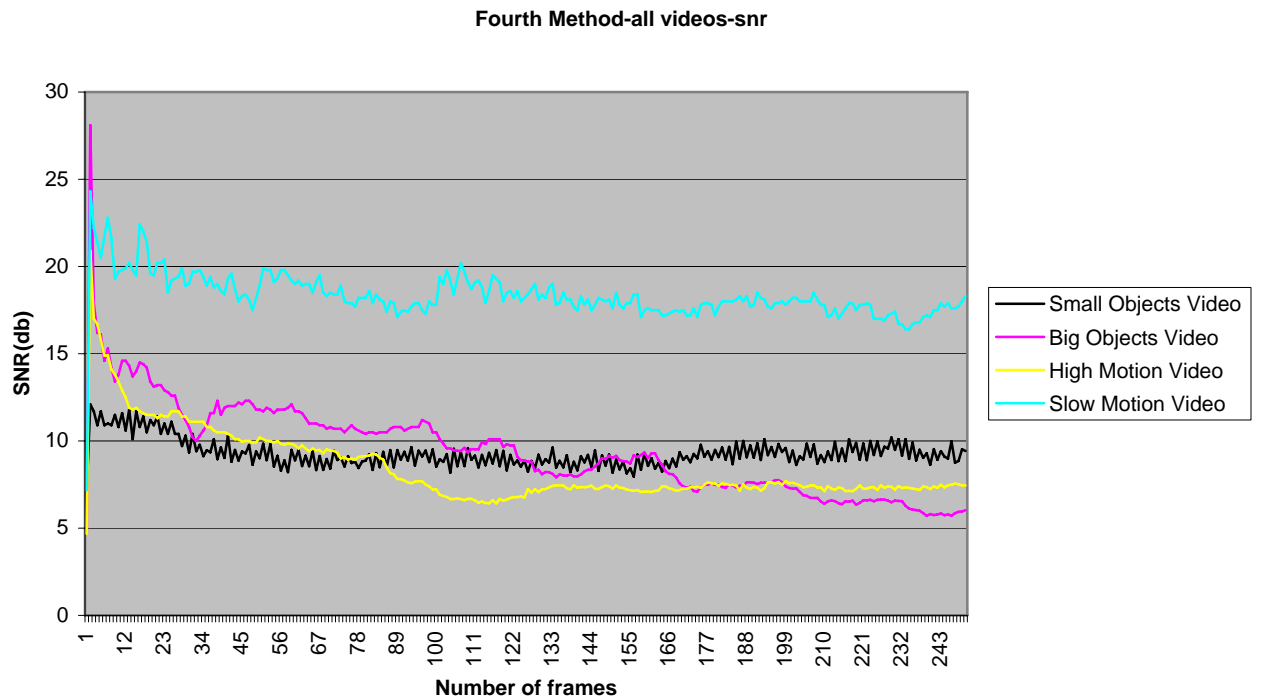
Γράφημα 4.21-Περίπτωση τρίτης μεθόδου με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Η τρίτη μέθοδος παρουσιάζει την ίδια συμπεριφορά με την δεύτερη επομένως η ανάλυση είναι παρόμοια και δεν χρειάζεται να επαναλειφθεί .

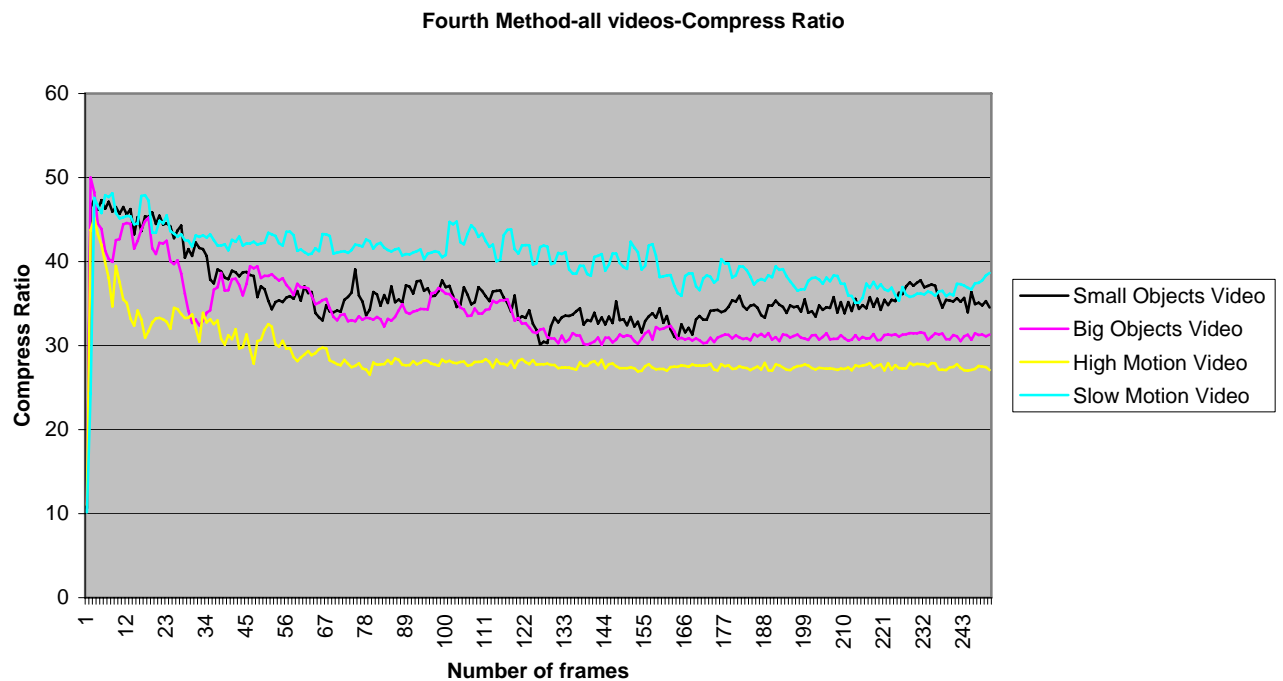
4.2.4 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την τέταρτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο .



Γράφημα 4.22-Περίπτωση τέταρτης μεθόδου με βάση τον MSE συντελεστή



Γράφημα 4.23-Περίπτωση τέταρτης μεθόδου με βάση τον SNR συντελεστή



Γράφημα 4.24-Περίπτωση τέταρτης μεθόδου με βάση τον συντελεστή βαθμού συμπίεσης

Η τέταρτη μέθοδος υπολογίζει την διαφορά των εικόνων της ακολουθίας με το background .Η ποσότητα της διαφοράς , που είναι φυσικά η κίνηση των αντικειμένων που εισάγονται στην σκηνή του background , καθορίζει την ποιότητα λόγω των αποκοπών των τιμών που προαναφέραμε .Σε σχέση με τα τέσσερα βίντεο υπάρχει απόκλιση ποιότητας στο βίντεο υψηλής κίνησης επειδή έχει την περισσότερη κίνηση αντικειμένων αλλά και την μεγαλύτερη ποσότητα πληροφορίας .Άρα , ο θόρυβος που εισάγεται είναι σαφώς αυξημένος .Επειδή υπάρχει απότομη είσοδος αντικειμένων , όπως εξηγήσαμε νωρίτερα , ο θόρυβος παρουσιάζει ιδιαίτερα αυξητικές τάσεις μετά από τις πρώτες 100 εικόνες της ακολουθίας . Στα υπόλοιπα τρία βίντεο η ποιότητα των εικόνων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα .

Ο SNR λόγος παρουσιάζει αξιοσημείωτη αύξηση στο βίντεο μικρής κίνησης εξαιτίας του μικρού θορύβου , σε σύγκριση με την συνολική εικόνα , που εισάγουν τα αντικείμενα σε αυτό .Τα άλλα τρία βίντεο έχουν τα ίδια περίπου επίπεδα τιμών σε αυτόν τον συντελεστή .Ο βαθμός συμπίεσης είναι αυξημένος στα επιπέδα του 30:1 έως 40:1 για όλες τις περιπτώσεις βίντεο , εκτός από αυτό της υψηλής κίνησης αντικειμένων όπου πηγαίνει μέχρι 20:1 .Σε αυτό το βίντεο η ποσότητα πληροφορίας της διαφοράς των εικόνων είναι μεγάλη σε σχέση με τις διαφορές των εικόνων σε άλλα βίντεο .Γι' αυτό ο βαθμός συμπίεσης κυμαίνεται σε τόσο χαμηλά επίπεδα .

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι 4 μέθοδοι σε όλες τις περιπτώσεις βίντεο έχουν την ακόλουθη συμπεριφορά :Η πρώτη μέθοδος πλεονεκτεί σε ποιότητα σε σχέση με την δεύτερη και τρίτη μέθοδο αλλά μειονεκτεί σε συμπίεση .Η δεύτερη και τρίτη μέθοδος παρουσιάζουν μεταξύ τους παρόμοια συμπεριφορά ποιότητας και συμπίεσης σε κάθε ακολουθία βίντεο .Η τέταρτη υλοποίηση κερδίζει σε ποιότητα και συμπίεση σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις και αποτελεί την βέλτιστη λύση για μετάδοση κωδικοποιημένου MPEG-2 βίντεο .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ- ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Σύνοψη – Ανάλυση επεκτάσεων στην υλοποίηση της κωδικοποίησης

Όπως γίνεται εμφανές στην υλοποίηση μας , η μικρή μνήμη του DSP συστήματος που χρησιμοποιούμε καθώς και η χαμηλή επεξεργαστική ισχύς αποτελούν σημαντικά εμπόδια στην πλήρη εφαρμογή της MPEG-2 βίντεο κωδικοποίησης .Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί και κυκλοφορούν στο εμπόριο επόμενης γενιάς (η λεγόμενη τρίτη γενιά των DSP επεξεργαστών) επεξεργαστές ψηφιακού σήματος που καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες της βίντεο συμπίεσης είτε αυτή αναφέρεται στο MPEG-2 πρότυπο είτε στο MPEG-4 .Με επεξεργαστική ισχύ που αγγίζει και ξεπερνά το 1 Ghz και μνήμη πολλαπλάσια από DSP προηγούμενης γενιάς η MPEG-2 κωδικοποίηση υλοποιείται πλήρως με σαφώς ανώτερα αποτελέσματα σε απόδοση , κόστος .Μελλοντική σκέψη που βασίζεται σε συνδυασμούς πολλαπλών επεξεργαστών σε παράλληλη λειτουργία μπορεί να ‘συγκεντρώσει’ προδιαγραφές που συντελούν σε ακόμη καλύτερη απόδοση σε σχέση με μεμονωμένους επεξεργαστές .

Εκτός από την υλοποίηση που βασίζεται στο λογισμικό με επαναπρογραμματιζόμενα DSP συστήματα (όπως αυτό που δημιουργήσαμε) υπάρχει και αυτή που αναφέρεται στα συνηθισμένα συστήματα υλικού (custom hardware systems – ASIC) .Η ειδική λύση υλικού (hardware solution) είναι πάντα καλύτερη από την πλευρά της απόδοσης , του χώρου και της κατανάλωσης ισχύος καθώς η αρχιτεκτονική μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε να υλοποιεί ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο .Απο την άλλη πλευρά μια λύση βασισμένη στο λογισμικό είναι τις περισσότερες φορές πιο ελκυστική καθώς υπάρχει ευελιξία και ευκολία ανάπτυξης . Η επιλογή ανάμεσα στις δύο λύσεις μπορεί να γίνει με βάση την προσαρμογή της κάθε λύσης σε μια εφαρμογή (όπως π.χ στην περίπτωση μας στην MPEG-2 βίντεο κωδικοποίηση) σε σχέση με την απόδοση , την κατανάλωση ισχύος και την αποτελεσματικότητα σε κόστος .

Appendix A-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ C54x DSP

A.1 Τηλεφωνία

Σύντομη εισαγωγή

Η τηλεφωνία γενικότερα περιέχει επεξεργασία φωνής και δεδομένων, επιπλέον μπορεί να είναι σε καλωδιωμένο ή σε ασύρματο περιβάλλον και είναι δυνατόν κάποιος να την δουλέψει είτε δια μέσου ενός PSTN (Public Switched Telephone Network- Δημόσιο Διακοπτόμενο Δίκτυο Τηλεφωνίας) ή δια μέσου δικτύων τοπικής-περιοχής (LAN) ή ευρείας-περιοχής (WAN). Η τηλεφωνία αποτελεί σημαντικό πεδίο εφαρμογών που οφελείται πολύ από την ψηφιακή επεξεργασία του σήματος. Χρησιμοποιώντας προγραμματιζόμενα DSP's της Texas Instruments μπορούμε εύκολα να επεκτείνουμε τις δυνατότητες κάποιων προϊόντων καθώς και τα σύνολικά χαρακτηριστικά των τηλεφωνικών εφαρμογών. Η τηλεφωνία που αναφέρεται στον πελάτη είναι ένα από τα σπουδαιότερα παραδείγματα εφαρμογής των DSPs.

Τηλεφωνία που αναφέρεται στον πελάτη (CLIENT SIDE TELEPHONY)

Οι πελάτες που αναπτύσσουν από απόσταση εφαρμογές συλλογής δεδομένων όπως και εφαρμογές που απαιτούν επιπλέον επεξεργασία ή συγκεκριμένη επεξεργασία σε θέματα φωνής στην τηλεφωνία, έχουν ένα νέο δυναμικό εργαλείο με την TMS320C54CST εκδοχή 2.0. Με 14 on-board αλγόριθμους και πάνω από 40KB προσαρμοσμένης RAM, ο C54CST DSP είναι στην βιομηχανία η πρώτη πλήρης ενός-ολοκληρωμένου (one-chip) λύση. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στους σχεδιαστές, με περιεκτικό τρόπο, να εισάγουν καινοτομικά βιομηχανικά προϊόντα στην αγορά σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Ο C54CST DSP μειώνει σημαντικά την οποιαδήποτε επιβάρυνση στον σχεδιασμό με το να εξαλείφει την ανάγκη διαπραγμάτευσης-διαχείρισης με πολλαπλές συσκευές, την ανάγκη για πωλητές και για εξασφάλιση άδειας με σκοπό την χρησιμοποίηση διάφορων αλγόριθμων. Αυτό είναι ιδανικό για χρήστες που

αναπτύσσουν από απόσταση εφαρμογές συλλογής δεδομένων οι οποίες ολοκληρώνουν τον βιομηχανικό έλεγχο,την λειτουργικότητα φωνής ή άλλες ειδικευμένες συναρτήσεις χρησιμοποιώντας τα περιφερειακά του DSP,συμπεριλαμβανομένης της τηλεφωνίας και της σηματοδοσίας.Επιπροσθέτως ,ο C54CST επεξεργαστής μπορεί να λειτουργήσει σαν ένας επεξεργαστής της ζώνης της φωνής (ξεπερνώντας τα 8 κανάλια) ,παροτρύνοντας ‘μικρούς’ πελάτες να παρουσιάσουν εξοπλισμό δικτύου με πολλαπλές ροές φωνής. [8]

On-chip αλγόριθμοι

Ο C54CST DSP προσφέρει 14 προσαρμόσιμους αλγόριθμους στην on-chip(πάνω στο ολοκληρωμένο) ROM.Οι αλγόριθμοι λογισμικού περιλαμβάνουν:

<u>Αλγόριθμοι δεδομένων</u>	<u>Αλγόριθμοι τηλεφωνίας</u>	<u>Αλγόριθμοι φωνής</u>
V.32bis/V.32	Universal Multi-frequency Tone Generation (UMTG)	G.165/G.168 line echo cancellation
V.22bis/V.22	Universal Multi-frequency Tone Detection (UMTD)	G.726 ADPCM compression
V.42 error correction	Caller ID types 1 and 2	G.711 PCM
V.42bis compression	Call Progress Tone Detection & Generation	Automatic Gain Control (AGC)
		Voice Activity Detection (VAD)
		Comfort Noise Generator (CNG)

Πίνακας Α.1-Αλγόριθμοι που εμπεριέχονται στην C54CST DSP συσκευή

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ:

- Client Side Telephony
- Embedded Modem

A.2 Εφαρμογές εικόνας και βίντεο

Δεν είναι μυστικό ότι με την πάροδο του χρόνου τα προϊόντα που βγαίνουν στην αγορά γίνονται περισσότερο ‘έξυπνα’ και πολύπλοκα. Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με τις πολλές νέες συσκευές που αναπτύσσονται, έχει δημιουργήσει την απαίτηση για περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας που αναφέρεται σε εφαρμογές εικόνας και βίντεο. Έτσι ώστε να επιτυγχάνεται υψηλή απόδοση, ευελιξία στην διεύθυνση των ολοένα αυξανόμενων απαιτήσεων αυτών των προϊόντων καθώς και λειτουργικότητα.

Η Texas Instruments (με τα ολοκληρωμένα που διαθέτει όπως την γενιά των C54x που αναλύουμε) εξασφαλίζει λύσεις, περιλαμβάνοντας αναλογικά και DSP στοιχεία, για μια ποικιλία από εφαρμογές εικόνας και βίντεο. Στις λύσεις περιέχονται συστήματα (λογισμικού και υλικού) πραγματογνωμοσύνης και υποστήριξης, ανεξάρτητα του εξοπλισμού εικόνας ή βίντεο που αναπτύσσεται.

Παρακάτω παραθέτουμε ορισμένα προϊόντα που οφελούνται από τις λύσεις της Texas Instruments: Camcorders, eBooks, MPEG-4 players/recorders, photo printers, photoshow appliances, portable streaming video appliances, video jukebox, webpads και wireless cameras. [9]

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ:

- Digital still Cameras
- Multi Function Printers
- Streaming Media
- Video and Imaging Products
- Wired Digital Media

A.3 Ηχητικές εφαρμογές

Σήμερα οι καταναλωτές απολαμβάνουν νέους τρόπους στο να ακούν μουσική, να διαβάζουν βιβλία και νέα ενώ ταυτόχρονα απαιτούν περισσότερη ευκολία,καλύτερη ποιότητα και πολλαπλών-συναρτήσεων προϊόντα .Γενικότερα, ο κοινός καταναλωτής απαιτεί υψηλού-επιπέδου διασκέδαση.Η αγορά προσδοκά στην καλύτερη ακουστική εμπειρία για οποιοδήποτε ηχητικό τύπο ή πηγή , κινητό ή σταθερό ,σε ανταγωνιστική τιμή.

Με την προσφορά ευέλικτων,ικανοποιητικού-κόστους,ψηφιακά τελειοποιημένων ηχητικών λύσεων η Texas Instruments εξασφαλίζει OEMs/ODMs στην αγορά σε σύντομο χρονικό διάστημα .Οι τέλειες ηχητικές λύσεις της Texas Instruments περιλαμβάνουν βέλτιστη πραγματογνωμοσύνη συστημάτων , λογισμικό και υποστήριξη. [10]

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ:

- AV Receivers
- Digital Radio
- Home Audio
- Internet Audio

A.4 Ασύρματες Επικοινωνίες

Η Texas Instruments ενδυναμώνει τον ασύρματο κόσμο με κινητές συσκευές οι οποίες είναι περισσότερο προσωπικές και έξυπνες.Μπορούν να λειτουργούν μέσα σε ασύρματα δίκτυα όπως το 802.11 LAN,cellular,Bluetooth και UWB.Αυτή η πραγματικότητα είναι εφικτή αν λάβουμε υπόψην μας το εύρος της Texas Instruments στις ασύρματες τεχνολογίες και την πραγματογνωμοσύνη συστημάτων η οποία προέρχεται από τα 15 χρόνια που η Texas Instruments είναι ο πρώτος προμηθευτής στην ασύρματη βιομηχανία. [11]

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ:

- Bluetooth Solutions
- OMAP for 2.5G and 3G
- RF Products
- Wireless Chipset
- Wireless Infrastructure

A.5 Βιομετρικές εφαρμογές

Τα βιομετρικά είναι η επιστήμη και η τεχνολογία που βασίζεται στην μέτρηση και στην στατιστική ανάλυση βιολογικών δεδομένων. Στην τεχνολογία της πληροφορίας τα βιομετρικά αναφέρονται στην χρήση των φυσικών χαρακτηριστικών ή χαρακτηριστικών συμπεριφοράς ενός προσώπου για την πιστοποίηση του χρήστη. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι των φυσικών βιομετρικών είναι το δακτυλικό αποτύπωμα, το αποτύπωμα χεριού, η ίριδα του ματιού, ο αμφιβληστροειδής χιτώνας του ματιού και τα χαρακτηριστικά προσώπου ενός ατόμου. Οι πιο κοινοί τύποι από συμπεριφερικές βιομετρικές τεχνολογίες είναι η υπογραφή και τα δείγματα φωνής ενός ατόμου.

Φυσικές και λογικές εφαρμογές ελέγχου πρόσβασης με την χρήση βιομετρικών για την προστασία από μη-εξουσιοδοτημένες προσβάσεις αναμένεται να ενισχύσουν την ανάπτυξη αυτής της βιομηχανίας. Για παράδειγμα, το δακτυλικό αποτύπωμα, προσωπικές ή άλλες βιομετρικές πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν σε μια 'έξυπνη' κάρτα για χρήστες οι οποίοι μέσα στην κάρτα έχουν σαρώσει τα δικά τους δακτυλικά αποτυπώματα ή πρόσωπα για συγκρίσεις δεδομένων. Έτσι, μπορούν να έχουν πρόσβαση π.χ σε ένα κτίριο ή σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Αυτό μπορεί να αντικαταστήσει ή να συμπληρώσει τωρινές μεθόδους όπως το PIN και κωδικούς (δείγματα λογισμικού) ή κλειδιά και ID κάρτες (δείγματα υλικού). Το βασικό πλεονέκτημα των βιομετρικών είναι ότι σε σχέση με τις παραδοσιακές μορφές για πιστοποίηση χρήστη δεν μπορούν να χαθούν, να ξεχαστούν, να κλαπούν ή να αντιγραφούν με ευκολία. [12]

Στο κοντινό μέλλον, ένα απλό βιομετρικό ή μια ένωση από βιομετρικά με ψηφιακή απόκρυψη καθώς και οι έξυπνες κάρτες, θα είναι χρήσιμα εργαλεία σε μια ποικιλία από εφαρμογές που περιλαμβάνουν :

- Προσωπικές ή επιχειρησιακές ασφαλίσεις
- Συχνές κάρτες ταξιδιωτών
- Διεθνείς ID κάρτες ή άδειες οδηγών
- Φυσική πρόσβαση σε κτίρια
- Διαχείριση εργασίας
- Δικτυακές και προσωπικές προσβάσεις σε υπολογιστή
- Συστήματα ασφάλειας σπιτιού και αυτοκινήτου
- Οικονομικές συναλλαγές σε ATMs και τράπεζες
- Λιανικές συναλλαγές σε ασφαλή τερματικά
- eCommerce και mCommerce με κινητά τηλέφωνα και PDAs

A.6 Στρατιωτικές εφαρμογές

Η υποκατηγορία των προϊόντων για τις ένοπλες δυνάμεις της Texas Instruments αποτελεί μια υποκατηγορία της ομάδας των ημιαγωγών που υπάρχει στο Sherman του Texas. Η Texas Instruments δημιούργησε αυτή την ομάδα το 1978 με σκοπό την κάλυψη των ξεχωριστών απαιτήσεων της αγοράς του στρατιωτικού εξοπλισμού. Η Texas Instruments σήμερα συνεχίζει να εξυπηρετεί του πελάτες της σε όλο τον κόσμο με την ευρύτερη προσφορά, σε επίπεδο βιομηχανίας, στρατιωτικών ημιαγωγικών προϊόντων που περιλαμβάνουν από προχωρημένα συστήματα λογικής (Systems Logic) μέχρι πρωτοποριακές λύσεις στην ψηφιακή επεξεργασία σήματος .[13]

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ:

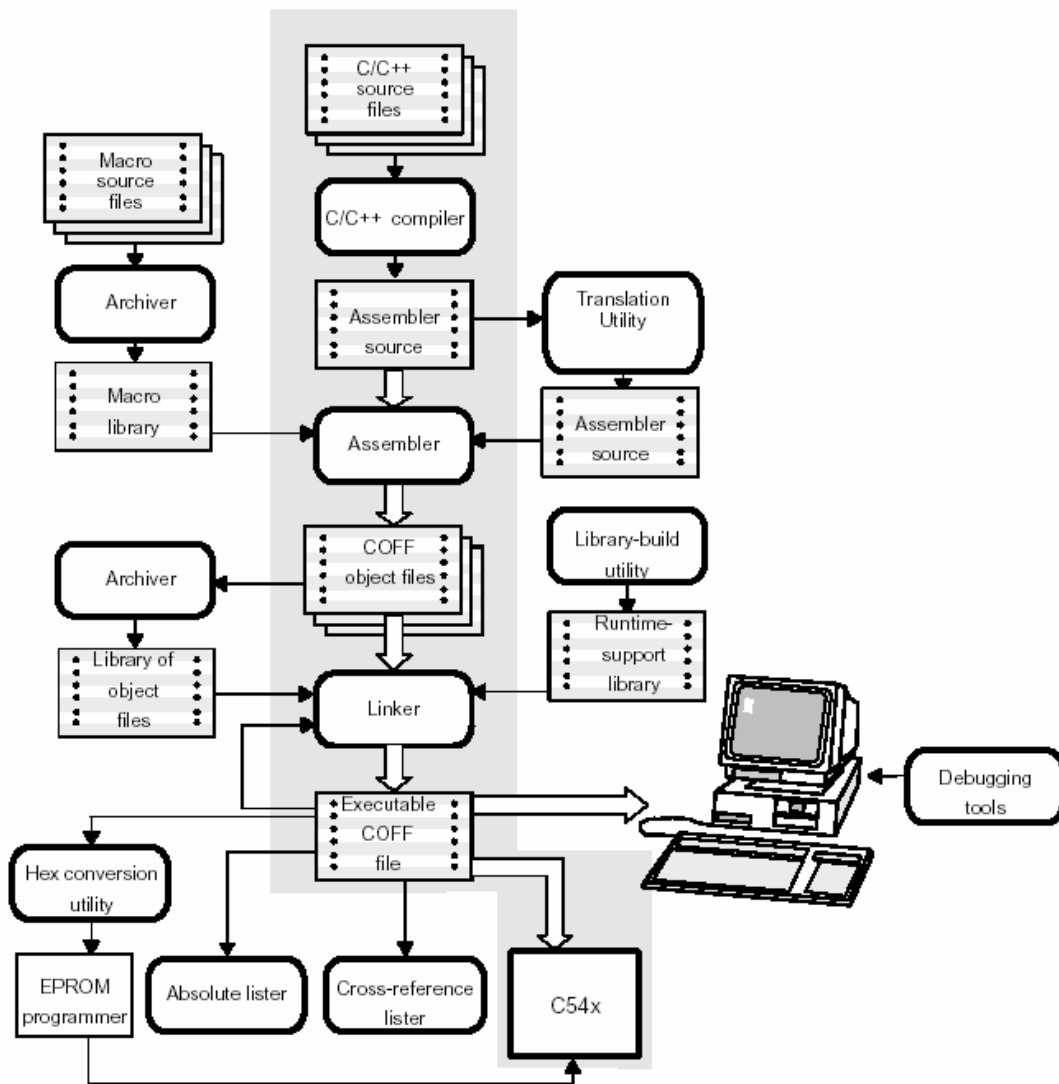
- Avionics (Αεροπορικά ηλεκτρονικά)
- Data Communications (Επικοινωνίες Δεδομένων)

Appendix B-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΜΕ ΣΤΟ ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ (CODE COMPOSER STUDIO)

B.1)Περίληψη των εργαλείων λογισμικής ανάπτυξης

Ο DSP που χρησιμοποιούμε για την υλοποίηση του MPEG-2 βίντεο προτύπου υποστηρίζεται από ένα σύνολο εργαλείων λογισμικής ανάπτυξης (software development tools) τα οποία περιλαμβάνουν ένα βελτιστοποιημένο C/C++ μεταγλωττιστή , ένα συμβολομεταφραστή , ένα συνδετή και ταξινομημένες λειτουργίες. Παρακάτω παραθέτουμε μια γενική περιγραφή αυτών των εργαλείων .

Η εικόνα 2.4 παρουσιάζει την ροή της ανάπτυξης λογισμικού πάνω στον C54x DSP. Το επισκιασμένο τμήμα της εικόνας τονίζει το πιο κοινό μονοπάτι της λογισμικής ανάπτυξης για τα προγράμματα που είναι σε C/C++ γλώσσα . Τα άλλα τμήματα είναι περιφερειακές συναρτήσεις που ενσωματώνονται στην διαδικασία ανάπτυξης [16] .



Εικόνα Β.1:Ροή Λογισμικής ανάπτυξης του TMS320C54x επεξεργαστή

Η ακόλουθη λίστα περιγράφει τα εργαλεία που υπάρχουν στην εικόνα 2.4:

- Ο C/C++ μεταγλωττιστής (C/C++ **compiler**) δέχεται C/C++ πηγαίο κώδικα και παράγει κώδικα της γλώσσας assembly .Το πρόγραμμα «κέλυφος» , ένας βελτιστοποιητής και η λειτουργία «μεταξύ-λυστών» είναι κομμάτια του μεταγλωττιστή .
- ο Το πρόγραμμα «κέλυφος» (**shell program**) κανεί δυνατή την μεταγλώττιση , την συμβολομετάφραση και την σύνδεση του κώδικα με τον επεξεργαστή σε ένα μόνο βήμα .

- Ο βελτιστοποιητής (**optimizer**) αλλάζει τον κώδικα με σκοπό την αποτελεσματικότητα των C/C++ προγραμμάτων .
- Η λειτουργία «μεταξύ-λυστών» (**interlist utility**) περιπλέκει C/C++ πηγαίες εντολές με την έξοδο της γλώσσας assembly .
- Ο συμβολομεταφραστής (**assembler**) μεταφράζει πηγαία αρχεία assembly γλώσσας σε αντικειμενικά αρχεία γλώσσας μηχανής .Η γλώσσα μηχανής βασίζεται στον κοινό τύπο αντικειμενικών αρχείων (common object file format-COFF).
- Ο διασυνδετής (**linker**) συνδυάζει αντικειμενικά αρχεία σε μια μεμονωμένη μονάδα εκτελέσιμου αντικειμένου .Καθώς δημιουργεί την εκτελέσιμη μονάδα , εκτελεί επανατοποθέτηση τμημάτων μνήμης και επιλύει εξωτερικές αναφορές (external references).Ο συνδετής δέχεται σαν είσοδο επανατοποθετούμενα COFF αντικειμενικά αρχεία και αντικειμενικές βιβλιοθήκες .
- Ο αρχειοφύλακας (**archiver**) μας επιτρέπει της συλλογή μιας ομάδας αρχείων σε ένα μεμονωμένο αρχείο (archive file) που καλείται βιβλιοθήκη .Επιπροσθέτως ,ο αρχειοφύλακας μας επιτρέπει να τροποποιήσουμε την βιβλιοθήκη μέσω της διαγραφής , της αντικατάστασης , της εξαγωγής και της προσθήκης μελών αυτής.Μια από τις πιο χρήσιμες εφαρμογές του αρχειοφύλακα είναι η δημιουργία βιβλιοθήκης από μονάδες αντικειμένων .
- Ο μεταφραστής «μνημονικό-σε-αλγεβρικό» (**mnemonic-to-algebraic translator utility**) μετατρέπει πηγαία αρχεία γλώσσας assembly .Η λειτουργία αυτή δέχεται ένα πηγαίο αρχείο γλώσσας assembly το οποίο περιέχει μνημονικές εντολές (mnemonic instructions).Στην συνέχεια μετατρέπει τις μνημονικές εντολές σε αλγεβρικές εντολές (algebraic instructions) με συνέπεια την παραγωγή πηγαίου αρχείου γλώσσας assembly το οποίο περιέχει αλγεβρικές εντολές .
- Η λειτουργία της δημιουργίας βιβλιοθηκών (**library-build utility**) χρησιμεύει στο «φτιάξιμο» δικών μας προσαρμοσμένων , που υποστηρίζονται κατά το τρέξιμο του προγράμματος , βιβλιοθηκών.Οι βιβλιοθήκες που προκύπτουν περιέχουν συναρτήσεις οι οποίες είναι συμβατές με το ANSI πρότυπο , κινητής υποδιαστολής αριθμητικές

συναρτήσεις και C συναρτήσεις εισόδου/εξόδου που υποστηρίζονται από τον μεταγλωττιστή του C54x επεξεργαστή .

- Ο εκσφαλματωτής (**debugger**) του C54x δέχεται εκτελέσιμα κοινού τύπου αντικειμενικά αρχεία σαν είσοδο κάτι που οι περισσότεροι EPROM προγραμματιστές δεν κάνουν.Αποτελεί το τελικό στάδιο διόρθωσης του εκτελέσιμου αντικειμενικού αρχείου πριν αυτό ‘φορτωθεί’ στον DSP επεξεργαστή.Η λειτουργία της δεκαεξαδικής μετατροπής (**hex conversion utility**) μετασχηματίζει ένα κοινού τύπου αντικειμενικό αρχείο σε TI-Tagged , ASCII-hex ,Intel ,Motorola-S ή Tektronix αντικειμενικό τύπο (object format) .Το αρχείο που προκύπτει μπορεί να το φορτώσει ένας EPROM προγραμματιστής .
- Ο απόλυτος λιστοποιητής (**absolute lister**) δέχεται συνδεδεμένα αντικειμενικά αρχεία σαν είσοδο και δημιουργεί αρχεία με κατάληξη .abs στην έξοδο.Μπορούμε να συμβολομεταφράσουμε αυτά τα .abs αρχεία έτσι ώστε να παράγουν μια λίστα που θα περιέχει απόλυτες και όχι σχετικές διευθύνσεις .Χωρίς τον απόλυτο λιστοποιητή η παραγωγή τέτοιας λίστας θα ήταν κουραστική και θα απαιτούσε πολλές χειροκίνητες λειτουργίες (manual operations) .
- Ο διασταυρωτής-αναφοράς λιστοποιητής (**cross-reference lister**) χρησιμοποιεί αντικειμενικά αρχεία για να παράγει μια διασταυρωτής-αναφοράς λίστα που δείχνει τα σύμβολα ,τους ορισμούς τους και τις αναφορές τους στα συνδεδεμένα αντικειμενικά αρχεία .

Το βασικό προϊόν αυτής της διαδικασίας ανάπτυξης είναι μια ανεξάρτητη εκτελέσιμη μονάδα (**module**) που μπορεί να εκτελεστεί/φορτωθεί σε μια TMS320C54x συσκευή .

B.2)Περίληψη του C μεταγλωττιστή

Ο C54x C/C++ μεταγλωττιστής είναι ένας βελτιστοποιημένος μεταγλωττιστής με πλήρη χαρακτηριστικά ο οποίος μεταφράζει τυπικής (standard) ANSI C/C++

γλώσσας προγράμματα σε C54x αρχεία γλώσσας assembly .Τα ακόλουθα υπο-
μήματα περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του μεταγλωττιστή [16].

B.2-1 ANSI Πρότυπο

Τα παρακάτω χαρακτηριστικά υποστηρίζονται στα ANSI πρότυπα :

- ANSI-standard C : Ο C54x μεταγλωττιστής συμμορφώνεται πλήρως με το ANSI C πρότυπο όπως αυτό ορίζεται στην ANSI προδιαγραφή και περιγράφεται στην δεύτερη έκδοση του βιβλίου των Kernighan και Ritchie «Η C Γλώσσα Προγραμματισμού (K&R)» .Το ANSI C πρότυπο περιλαμβάνει επεκτάσεις πάνω στην C που παρέχουν μέγιστη μεταφερσιμότητα (portability) και αυξημένη απόδοση .
- C++ : Ο C54x C/C++ μεταγλωττιστής υποστηρίζει επίσης την γλώσσα προγραμματισμού C++ όπως αυτή ορίζεται από το βιβλίο των Ellis και Stroustrup «The Annotated C++ Reference Manual (ARM)» και πολλά από τα χαρακτηριστικά στο ISO/IEC 14882-1998 πρότυπο για την C++ .
- Υποστήριξη χρόνου-τρεξίματος του ANSI προτύπου : Τα μεταγλωττιστικά εργαλεία περιέχουν μια πλήρη χρόνου-τρεξίματος βιβλιοθήκη (runtime library) .Όλες οι συναρτήσεις βιβλιοθήκης συμμορφώνονται με το ANSI C πρότυπο βιβλιοθήκης .Η βιβλιοθήκη περιλαμβάνει συναρτήσεις για πρότυπη είσοδο και έξοδο , χειρισμούς συμβολοσειρών (string manipulation) , δυναμική καταχώρηση μνήμης , μετατροπή δεδομένων , διατήρηση χρόνου , τριγωνομετρία και εκθετικές αλλά και υπερβολικές συναρτήσεις .Οι συναρτήσεις για χειρισμούς σημάτων δεν περιέχονται διότι είναι εξειδικευμένες ανάλογα με το σύστημα στο οποίο χρησιμοποιούνται .Η C++ βιβλιοθήκη έχει το ANSI C υποσύνολο καθώς και τα στοιχεία που είναι αναγκαία για την υποστήριξη της γλώσσας .

B.2-2 Αρχεία Εξόδου

Τα παρακάτω χαρακτηριστικά αναφέρονται στα αρχεία εξόδου που δημιουργούνται από τον μεταγλωττιστή :

- Έξοδος assembly πηγαίου κώδικα : Ο μεταγλωττιστής δημιουργεί πηγαία αρχεία γλώσσας assembly τα οποία μπορούν εύκολα να εξεταστούν με συνέπεια να γίνεται αποτελεσματικότερος έλεγχος του κώδικα που παράγεται από τα πηγαία αρχεία της C/C++ .
- Κοινού τύπου αντικειμενικά αρχεία : Ο κοινός τύπος αντικειμενικών αρχείων μας επιτρέπει να ορίσουμε τον χάρτη μνήμης του συστήματος κατά τον χρόνο σύνδεσης (link time) του προγράμματος μας .Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση της απόδοσης γιατί η σύνδεση του C/C++ κώδικα και των αντικειμενικών δεδομένων γίνεται σε συγκεκριμένες περιοχές μνήμης .Ο τύπος υποστηρίζει επιπλέον πηγαίου-επιπέδου εκσφαλμάτωση (source-level debugging) .
- Κώδικας αρχικοποίησης δεδομένων στην ROM μνήμη : Για ανεξάρτητες ενσωματωμένες εφαρμογές ο μεταγλωττιστής επιτρέπει την σύνδεση του κώδικα των δεδομένων αρχικοποίησης στην ROM επιτρέποντας στον C/C++ κώδικα να τρέξει από σημείο επανεκκίνησης (run from reset) .

B.2-3 Διασύνδεση Μεταγλωττιστή

Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά αναφέρονται στην διασύνδεση του μεταγλωττιστή

⋮

- ❖ Πρόγραμμα «κέλυφος» του μεταγλωττιστή : Τα εργαλεία μεταγλώττισης περιέχουν ένα πρόγραμμα «κέλυφος» που χρησιμεύει στην μεταγλώττιση , την συμβολομετάφραση και σύνδεση προγραμμάτων σε ένα μόνο βήμα.
- ❖ Ευέλικτη διασύνδεση γλώσσας assembly : Ο μεταγλωττιστής έχει άμεσους κανόνες κλήσης έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν assembly και C συναρτήσεις οι οποίες αλληλοκαλούνται .

B.2-4 Λειτουργία Μεταγλωττιστή

Τα παρακάτω χαρακτηριστικά περιέχονται στην λειτουργία του μεταγλωττιστή :

- ❑ Ολοκληρωμένος προ-επεξεργαστής : Ο C/C++ προ-επεξεργαστής ολοκληρώνεται με τον αναλυτή (parser) με σκοπό την γρηγορότερη μεταγλώττιση .Ανεξάρτητη προ-επεξεργασία ή προ-επεξεργασμένη λίστα είναι επίσης διαθέσιμη .
- ❑ Βελτιστοποίηση : Ο μεταγλωττιστής χρησιμοποιεί ένα σύνθετο βελτιστοποιημένο πέρασμα το οποίο περιέχει διάφορες προχωρημένες τεχνικές για την δημιουργία αποτελεσματικού , συμπαγούς κώδικα από μια C/C++ πηγή .Γενικές βελτιστοποιήσεις μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιοδήποτε C/C++ κώδικα και οι συγκεκριμένες βελτιστοποιήσεις του C54x χρησιμοποιούν τα πλεονεκτήματα της C54x αρχιτεκτονικής .

B.2-5 Λειτουργίες

Τα ακόλουθα στοιχεία αποτελούν λειτουργίες του μεταγλωττιστή :

- ✓ Λειτουργία «μεταξύ-λιστών» : Τα εργαλεία μεταγλώττισης περιέχουν μια λειτουργία που ενδο-λιστοποιεί τις αρχικές C/C++ πηγαίες εντολές σε έξοδο γλώσσας assembly του μεταγλωττιστή .Αυτή η λειτουργία παρέχει μια μέθοδο ελέγχου του κώδικα assembly που δημιουργείται από κάθε C/C++ εντολή .
- ✓ Λειτουργία δημιουργίας βιβλιοθηκών : Η λειτουργία δημιουργίας βιβλιοθηκών επιτρέπει το προσαρμοσμένο φτιάξιμο αντικειμενικών βιβλιοθηκών από την πηγή για οποιοδήποτε συνδυασμό των μοντέλων χρόνου-τρεξίματος ή επεξεργαστών.

B.3)Ο μεταγλωττιστής και το Code Composer Studio

Το Code Composer Studio παρέχει ένα γραφικό μέσο διασύνδεσης για την εφαρμογή των εργαλείων παραγωγής κώδικα [16] .

Μια εργασία (project file) στο Code Composer Studio διατηρεί όλες εκείνες τις πληροφορίες που χρειάζονται για την δημιουργία ενός εκτελέσιμου προγράμματος ή μιας βιβλιοθήκης .Μια εργασία περιέχει:

- i. Ονόματα αρχείων του πηγαίου κώδικα και αντικειμενικές βιβλιοθήκες .
- ii. Επιλογές του μεταγλωττιστή , του συμβολομεταφραστή και του συνδετή .
- iii. Εξαρτήσεις αρχείων .

Όταν φτιάχνουμε μια εργασία με το Code Composer Studio τα κατάλληλα εργαλεία ανάπτυξης κώδικα συμπεριλαμβάνονται για την μεταγλώττιση ,συμβολομετάφραση και την σύνδεση του προγράμματος μας .Οι επιλογές του μεταγλωττιστή , του συμβολομεταφραστή και του συνδετή καθορίζονται από το Build Options dialog .Επιλογές που δεν παρουσιάζονται μπορούν να καθοριστούν με την άμεση πληκτρολόγηση της επιλογής στο κείμενο σύνταξης που παρέχεται με το Code Composer Studio .

B.4)Γενική περιγραφή του διασυνδετή και ειδικότερα του εικονικού διασυνδετή (Visual linker) που χρησιμοποιήσαμε στην διπλωματική εργασία

B.4.1)Γενική περιγραφή της λειτουργίας του διασυνδετή

Ο διασυνδετής μας επιτρέπει να σχηματοποιήσουμε την μνήμη του συστήματος μέσω της αποτελεσματικής κατανομής των τμημάτων εξόδου στον χάρτη μνήμης (memory map) .Οι διεργασίες που εκτελεί ο διασυνδετής ,καθώς συνδυάζει αντικειμενικά αρχεία , είναι οι ακόλουθες [17] :

- Κατανέμει τμήματα στην σχηματοποιημένη μνήμη του συστήματος (στο DSP στην περίπτωση μας)
- Επανατοποθετεί σύμβολα και τμήματα με σκοπό την διευθυνοδότηση αυτών στις τελικές διευθύνσεις
- Διορθώνει μη-ορισμένες εξωτερικές αναφορές μεταξύ των αρχείων εισόδου

Η γλώσσα εντολών του διασυνδετή ελέγχει την διαμόρφωση της μνήμης , τον ορισμό των τμημάτων εξόδου και το «δέσιμο» των διευθύνσεων .Η γλώσσα υποστηρίζει ανάθεση έκφρασης (expression assignment) και αποτίμηση (evaluation) . Η σχηματοποίηση της μνήμης συστήματος γίνεται εφικτή με τον ορισμό και την δημιουργία μιας μονάδας μνήμης η οποία σχεδιάζεται .Δύο δυναμικές κατευθύνσεις ,η MEMORY και η SECTIONS , επιτρέπουν :

- ✓ Την τοποθέτηση τμημάτων σε συγκεκριμένες περιοχές της μνήμης
- ✓ Τον συνδυασμό τμημάτων αντικειμενικού αρχείου
- ✓ Τον ορισμό ή τον επανακαθορισμό καθολικών συμβόλων κατά τον χρόνο διασύνδεσης

B.4.2)Ειδικότερη ανάλυση της λειτουργίας του εικονικού διασυνδετή

Γενικότερα ,ο Code Composer Studio (περιβάλλον εργασίας που χρησιμοποιούμε) περιλαμβάνει 2 τρόπους με σκοπό την διασύνδεση κώδικα .Ο ένας περιέχει την επεξεργασία κειμένου στο αρχείο εντολών του διασυνδετή και ο άλλος την γραφική εφαρμογή του εικονικού διασυνδετή .Το αρχείο εντολών του διασυνδετή είναι ένα αρχείο κειμένου που χρησιμοποιείται ρητά από τον πρότυπο διασυνδετή με σκοπό την αυτόματη δημιουργία διασυνδέσεων .Ο εικονικός διασυνδετής επιτρέπει την χειροκίνητη (manually) δημιουργία αυτών των διασυνδέσεων σε γραφικό περιβάλλον .

Ο εικονικός διασυνδετής είναι ένας ενδο-λειτουργικός (interactive) , επεκτάσιμος διασυνδετής .Η είσοδος του είναι αντικειμενικά αρχεία και βιβλιοθήκες , της εκάστοτε εφαρμογής , και η περιγραφή της μνήμης του επεξεργαστή . Με βάση αυτή ο εικονικός διασυνδετής παρέχει γραφικούς τρόπους για την διαμόρφωση της μνήμης του συστήματος .Ο “drag-and-drop” χειρισμός χρησιμοποιείται για την διευθέτηση των αντικειμενικών αρχείων μέσα από την γραφική απεικόνιση της διάταξης της μνήμης .Όταν η διάταξη είναι ικανοποιητική μπορεί να γίνει εφικτή η δημιουργία του εκτελέσιμου αρχείου .Παρακάτω, αναφέρουμε συνοπτικά ορισμένα χαρακτηριστικά του Εικονικού Διασυνδετή [17]:

- Εικονική τοποθέτηση (μέσω της διαδικασίας drag-and-drop) των στοιχείων προγράμματος σε συγκεκριμένους (ανάλογα με την συσκευή) χάρτες μνήμης
- Άμεση εικονική ανάδραση της καταχώρησης μνήμης με σκοπό την ανακάλυψη περιοχών βελτιστοποίησης
- Μειωμένο μέγεθος εφαρμογής μέσω της αφαίρεσης άχρηστων δεδομένων και κώδικα
- Wizards για ευκολότερη προσαρμογή σε ήδη υπάρχοντα αρχεία κειμένου που ελέγχουν την λειτουργία του διασυνδετή (text linker control files)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ-REFERENCES

- [1] Steven W. Smith (1997) ,**The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing** , Chap 27,<http://www.dspguide.com>
- [2] Dzung Tien Hoang,Jeffrey Scott Vitter, **Efficient Algorithms for MPEG Video Compression** ,Wiley Series
- [3] Πρόγραμμα Τηλεκπαίδευσης Ε.Μ.Π. , **Ψηφιακά Σήματα Video** , [http://www . teleteaching . gr/w3/text-2.2.html](http://www.teleteaching.gr/w3/text-2.2.html)
- [4] P.N Tudor , **MPEG-2 video compression** , Electronics and Communication Engineering Journal, 7(6) ,December 1995
- [5] **MPEG Video Compression Technique** ,http://rnvs.informatik.tu-chemnitz.de/~jan/MPEG/HTML/mpeg_tech.html
- [6] Victor Lo ,**A Beginners Guide for MPEG-2 Standard** , City University of Hong Kong [http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/ telekomlabor/zinke/mk/mpeg2beg/ beginnzi. html](http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/telekomlabor/zinke/mk/mpeg2beg/beginnzi.html)
- [7] **DSP Overview from Texas Instruments** , [http:// focus.ti.com / dsp / docs / dspplatformscontenthttp.tsp?sectionId=2&familyId=44& tabId=488](http://focus.ti.com/dsp/docs/dspplatformscontenthttp.tsp?sectionId=2&familyId=44&tabId=488)
- [8] **Communications and Telecom applications technologies** , [http://focus.ti.com/ apps / docs / appcategory.tsp?appId=198](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=198)
- [9] **Video and Imaging digital technologies** , [http://focus.ti.com/apps/docs /appcategory.tsp?appId=79](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=79)
- [10] **Audio applications technology** , [http://focus.ti.com/apps/docs/ appcategory.tsp?appId=1](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=1)
- [11] **Wireless applications technologies** , [http://focus.ti.com/apps/docs /appcategory.tsp?appId=171](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=171)
- [12] **Security applications technologies** , [http://focus.ti.com/apps /docs/appcategory.tsp?appId=246](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=246)
- [13] **Military applications technology and solutions** , [http://focus.ti.com/ apps/docs/appcategory.tsp?appId=112](http://focus.ti.com/apps/docs/appcategory.tsp?appId=112)
- [14] Texas Instruments , **TMS320C54x Reference Set Volume 1 :CPU and Peripherals** , TI Report number SPRU131G , March ,2001
- [15] Spectrum Digital , **TMS320VC5416 DSK Technical Reference** , DSP Development Systems , Rev. A , March , 2002

- [16] Texas Instruments , **TMS320C54x Optimizing C/C++ Compiler User's Guide** , TI Report number SPRU103F ,June , 2001
- [17] Texas Instruments , **Code Composer Studio Getting Started Guide** , TI Report number SPRU509C ,November , 2001
- [18] MPEG Software Simulation Group , **Usage of MPEG-2 Video Encoder** , Version 1.1 , June ,1994
- [19] ISO/IEC 13818 Draft International Standard: **Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Part 2: video**
- [20] **MPEG-2 Test Model 5** , ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 , April ,1993
- [21] Shashank Khanviklar , **Mpeg 2 Encoder/Decoder SW Report** , http://mia.ece.uic.edu/~papers/publications/MPEG_Enc_Dec.pdf

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ-ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ.....</u>	<u>1</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΑ ΣΤΟ MPEG-2 ΠΡΟΤΥΠΟ</u>	<u>3</u>
<u>1.1-ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</u>	<u>4</u>
<u>1.2-ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΨΗΦΙΑΚΟ ΒΙΝΤΕΟ</u>	<u>7</u>
<u>1.2.1 Παρουσίαση χρώματος</u>	<u>7</u>
<u>1.2.2 Ψηφιοποίηση</u>	<u>9</u>
<u>1.2.3 Χωρική δειγματοληψία</u>	<u>10</u>
<u>1.2.4 Χρονική δειγματοληψία</u>	<u>11</u>
<u>1.2.5 Κβαντικοποίηση</u>	<u>11</u>
<u>1.2.6 Διαδεδομένοι τύποι βίντεο δεδομένων</u>	<u>12</u>
<u>1.3-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΒΙΝΤΕΟ-ΤΥΠΟΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ.....</u>	<u>14</u>
<u>1.4-MPEG-2 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΒΙΝΤΕΟ.....</u>	<u>17</u>
<u>1.4.1 Εισαγωγή</u>	<u>17</u>
<u>1.4.2 Αρχές που διέπουν τα MPEG-2 βίντεο συστήματα.....</u>	<u>19</u>
<u>1.4.3 Αρχές μείωσης του ρυθμού ψηφίων</u>	<u>20</u>
<u>1.4.4 Λεπτομέρειες του MPEG-2</u>	<u>28</u>
<u>1.4.5 Προφίλ και επίπεδα (Profiles and levels).....</u>	<u>35</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΣΗΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ DSP ,ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΟΔΕΥΟΥΝ ΤΟΝ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ DSP</u>	<u>44</u>
<u>2.1-ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ DSP (Digital Signal Processors).....</u>	<u>44</u>
<u>2.2-ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ ΤΩΝ TMS320™ DSP.....</u>	<u>47</u>
<u>2.3-ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ TMS320C54X49</u>	
<u>2.3.1 Περίληψη της TMS320 οικογένειας των επεξεργαστών ψηφιακού σήματος</u>	<u>49</u>
<u>2.3.2 Περίληψη της γενιάς των TMS320C54x επεξεργαστών ψηφιακού σήματος</u>	<u>51</u>
<u>2.3.3 Βασικά χαρακτηριστικά της γενιάς των TMS320C54x επεξεργαστών ψηφιακού σήματος.....</u>	<u>52</u>
<u>2.4-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΥ TMS320VC5416.....</u>	<u>54</u>
<u>2.4.1 Περίληψη του TMS320VC5416 DSK</u>	<u>54</u>
<u>2.4.2 Βασικά χαρακτηριστικά του TMS320VC5416 αναπτυξιακού</u>	<u>55</u>
<u>2.4.3 Λειτουργική περίληψη του TMS320VC5416 DSK</u>	<u>55</u>
<u>2.5-ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ DSP ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΣΚΟΠΟΥ (PC –GENERAL PURPOSE PROCESSORS).....</u>	<u>56</u>
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ MPEG-2 ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΤΟΝ DSP</u>	<u>60</u>
<u>3.1-ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΤΟ DSP</u>	<u>60</u>
<u>3.2-ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΥ ΥΛΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟΝ DSP</u>	<u>65</u>
<u>3.2.1 Πρώτη Μέθοδος</u>	<u>65</u>
<u>3.2.2 Δεύτερη Μέθοδος</u>	<u>66</u>
<u>3.2.3 Τρίτη Μέθοδος</u>	<u>67</u>
<u>3.2.4 Τέταρτη Μέθοδος</u>	<u>68</u>

3.3-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ MPEG-2 ΒΙΝΤΕΟ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	69
3.3.1 Χαρακτηριστικά	69
3.3.2 Περιορισμοί	69
3.4-ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ	70
3.5-ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΚΒΑΝΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DSP	81
3.6-ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΣΤΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DSP.....	84
3.6.1 Διευθυνσιοδότηση μακρομπλόκ	85
3.6.2 Κωδικοποίηση συντελεστών στις εικόνες	86
3.7-ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΣΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ DSP	88
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΙΝΤΕΟ</u>	<u>97</u>
4.1-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ :ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΒΙΝΤΕΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΚΘΕΤΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ 4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΑΖΙ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ)	98
4.1.1 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο μικρών αντικειμένων μέσα από όλες τις μεθόδους	98
4.1.2 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο μεγάλων αντικειμένων μέσα από όλες τις μεθόδους	101
4.1.3 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο με την μεγάλη ποσότητα κίνησης μέσα από όλες τις μεθόδους	103
4.1.4 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για το βίντεο με την μικρή ποσότητα κίνησης μέσα από όλες τις μεθόδους	105
4.2-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΚΟΛΟΥΘΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ :ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΕΘΟΔΟ ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΚΘΕΤΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΟΙ 4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΒΙΝΤΕΟ ΜΑΖΙ (ΣΥΜΦΩΝΑ ΠΑΝΤΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ)	108
4.2.1 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την πρώτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο	108
4.2.2 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την δεύτερη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο	110
4.2.3 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την τρίτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο	112
4.2.4 Παρουσίαση και ανάλυση των συντελεστών για την τέταρτη μέθοδο μέσα από όλες τις κατηγορίες βίντεο	114
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ- ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ</u>	<u>117</u>
<u>Appendix A-ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ C54x DSP.....</u>	<u>118</u>
A.1 Τηλεφωνία	118
A.2 Εφαρμογές εικόνας και βίντεο.....	120
A.3 Ηχητικές εφαρμογές.....	120
A.4 Ασύρματες Επικοινωνίες	121
A.5 Βιομετρικές εφαρμογές	122
A.6 Στρατιωτικές εφαρμογές.....	123

**Appendix B-ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΑΜΕ ΣΤΟ
ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΟΜΜΑΤΙ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ (CODE COMPOSER STUDIO)**

	124
B.1)Περίληψη των εργαλείων λογισμικής ανάπτυξης	124
B.2)Περίληψη του C μεταγλωττιστή	127
<i>B.2-1 ANSI Πρότυπο</i>	<i>128</i>
<i>B.2-2 Αρχεία Εξόδου</i>	<i>128</i>
<i>B.2-3 Διασύνδεση Μεταγλωττιστή</i>	<i>129</i>
<i>B.2-4 Λειτουργία Μεταγλωττιστή.....</i>	<i>130</i>
<i>B.2-5 Λειτουργίες.....</i>	<i>130</i>
B.3)Ο μεταγλωττιστής και το Code Composer Studio.....	130
B.4)Γενική περιγραφή του διασυνδετή και ειδικότερα του εικονικού διασυνδετή (Visual linker) που χρησιμοποιήσαμε στην διπλωματική εργασία.....	131
<i>B.4.1)Γενική περιγραφή της λειτουργίας του διασυνδετή.....</i>	<i>131</i>
<i>B.4.2)Ειδικότερη ανάλυση της λειτουργίας του εικονικού διασυνδετή.....</i>	<i>132</i>
<u>ΑΝΑΦΟΡΕΣ-REFERENCES.....</u>	<u>134</u>