



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΝΑΥΠΙΑΚΤΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ  
ΔΙΚΤΥΩΝ

## Πτυχιακή Εργασία

Με Θέμα

Ποιότητα Υπηρεσιών IP TV Σε Ασύρματα Δίκτυα  
Χρησιμοποιώντας Εργαλεία Υποκειμενικής  
Αξιολόγησης

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ  
Α.Μ.:0028

Επιβλέπων καθηγητής: Αναστάσιος Νταγιούκλας

**Ναύπακτος 2011**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το πέρας της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου κ. Αναστάσιο Νταγιούκλα καθώς και τον κ. Ηλία Πολίτη για την καθοδήγηση και την στήριξη που μου παρείχαν κατά την διάρκεια της εργασίας αυτής.

Θερμές ευχαριστίες, βεβαίως, αξίζουν στους γονείς μου που με στήριξαν ηθικά και οικονομικά κατά την διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου που με βοήθησαν να γίνει η πτυχιακή μου εργασία καλύτερη.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία εξετάζει την υποκειμενική αξιολόγηση του βίντεο, όταν αυτό μεταδοθεί σε ένα ασύρματο δίκτυο. Υπάρχουν δύο λόγοι για τους οποίους υπάρχουν απώλειες πακέτων βίντεο. Ο πρώτος λόγος αφορά την περίπτωση που τα πακέτα χάνονται λόγω παραμορφώσεων στο φυσικό κανάλι. Ο δεύτερος λόγος αφορά τις απώλειες λόγω της συμφόρησης στο ασύρματο δίκτυο.

Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα NS-2.28 για να εξομοιωθούν οι παραμορφώσεις του φυσικού καναλιού και οι απώλειες λόγω συμφόρησης σε ένα ασύρματο δίκτυο WLAN έτσι ώστε η μετάδοση του βίντεο να προσεγγίζει τις πραγματικές συνθήκες. Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας ένα εργαλείο υποκειμενικής αξιολόγησης για δύο διαφορετικές ακολουθίες βίντεο, με τις ίδιες χωρικές ανάλυσης γίνεται η αξιολόγηση των παραμορφώσεων. Στο εργαλείο αυτό, ο τελικός χρήστης συγκρίνει ταυτόχρονα το κωδικοποιημένο βίντεο με το λαμβανόμενο το οποίο έχει υποστεί παραμορφώσεις.

Ο στόχος είναι να αξιολογηθούν οι βίντεο ακολουθίες μετά την διαδικασία της ψηφοφορίας, αφαιρώντας τους ψήφους που βρίσκονται στα όρια του στατιστικού λάθους για τον υπολογισμό του MOS (Mean Opinion Score). Με βάση την παραπάνω μεθοδολογία, οι παραμορφώσεις του βίντεο επηρεάζονται περισσότερο από τις απώλειες πακέτων λόγω συμφόρησης του δικτύου παρά από τις απώλειες λόγω παραμορφώσεων στο φυσικό κανάλι.

## ABSTRACT

The thesis studies the subjective evaluation of video, when it is transmitted in a wireless network. There are two reasons for which packet losses occur in a wireless networks. The first reason concerns the case where the packets are lost due to impairments in the physical channel. The second reason concerns the losses because of the congestion in the wireless network.

The program of NS-2.28 was used in order to emulate wireless networks and video transmission in a wireless networks. Using a subjective evaluation method in two different videos sequences with the same spatial resolution, Video quality is measured. This is accomplished by measuring continuously the original video sequence against the received video with distortion.

The objective is to evaluate the videos sequences and after the process of voting, the next step is the abstraction of outliers in order to determine MOS. It has been found that the packet losses due to congestion have a larger impact on MOS than the lost packets due to physical impairments.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ _____	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ _____	4
ΑΒΣΤΑΚΤ _____	5

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ

1.1 ΒΙΝΤΕΟ ΚΑΙ ΕΤΕΡΟΓΕΝΗ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ: ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ _____	12
1.2 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΒΙΝΤΕΟ ΣΕ ΔΙΚΤΥΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ _____	16
1.3 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ _____	16

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΣΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ _____	19
2.2.1 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ _____	20
2.2.2 ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΤΗΛΕΟΠΤΙΚΟΥ ΣΗΜΑΤΟΣ _____	22
2.3 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ MPEG-1 _____	24
2.4 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ MPEG-2 _____	26
2.5 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ MPEG-4 _____	30
2.6 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ H.264/AVC _____	36
2.6.1 ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ H.264 _____	39
2.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ H.264 ΚΑΙ MPEG4 _____	42
2.8 Η ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ RTP ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΒΙΝΤΕΟ _____	44

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ _____	46
3.2 Η ΜΕΘΟΔΟΣ DOUBLE-STIMULUS IMPAIRMENT SCALE (DSIS) _____	47
3.2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ _____	47
3.2.2 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ _____	48

3.2.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΗΣ	48
3.2.4 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	49
3.2.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ	49
3.2.6 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΟΚΙΜΗΣ	50
3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ DOUBLE-STIMULUS CONTINUOUS QUALITY-SCALE (DSCQS)	51
3.3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	51
3.3.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΔΟΚΙΜΗ	51
3.3.3 ΚΛΙΜΑΚΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	54
3.4 Η ΜΕΘΟΔΟΣ SIMULTANEOUS DOUBLE STIMULUS FOR CONTINUOUS EVALUATION (SDSCE)	54
3.4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	54
3.4.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ	55
3.4.3 ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΦΑΣΕΙΣ	56
3.4.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	57
3.4.5 ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΩΝ	59
3.4.6 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	61
3.4.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΑΣ	61
3.4.8 ΑΝΤΛΙΣΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ	61
3.4.9 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ	64
3.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΕΝΑ ΣΥΝΘΕΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	65
3.5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	65
3.5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	65
3.5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΣΤΟ ΚΑΝΑΛΙ	66

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΕΞΟΜΟΙΩΣΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	68
4.2 NS-2.28	69
4.3 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΣΥΡΜΑΤΟΥ ΛΑΘΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ GILBERT – ELLIOTT	69

4.4	ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	73
4.5	ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	75
4.6	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΩΝ	76
4.7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	76

	<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΟΣ</u>	<u>85</u>
--	---	-----------

	<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	<u>87</u>
--	-------------------------------	-----------

	<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	<u>104</u>
--	----------------------------------	------------



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Σχήμα 1.1: Απεικόνιση του ετερογενούς ασύρματου δικτύου

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σχήμα 2.1 Εργαλείο κωδικοποίησης

Σχήμα 2.2 Τεχνολογία ψηφιακής συμπίεσης

Σχήμα 2.3 Κυριότερα βήματα συμπίεσης δεδομένων

Σχήμα 2.4 Διαδικασία συμπίεσης

Σχήμα 2.5 Αναπαράσταση μιας οπτικό-ακουστικής σκηνής για το MPEG-4

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σχήμα 3.1: Γενική διάταξη για το πειραματικό σύστημα για τη μέθοδο DSIS

Σχήμα 3.2: Παρουσίαση δομής του ελέγχου υλικών

Σχήμα 3.3 Υπάρχουν δύο παραλλαγές 1 και 2 οι οποίες σκιαγραφούνται πιο κάτω.

Σχήμα 3.4 Παρουσίαση δομής του ελέγχου υλικών

Σχήμα 3.5 Παράδειγμα μορφής εμφάνισης

Σχήμα 3.6 Επεξεργασία δεδομένων, (α) Υπολογισμός της μέσης βαθμολογίας,  $V$ , και η τυπική απόκλιση,  $SD$ , ανά στιγμιαίο ψήφου άνω παρατηρητών για κάθε ακολουθία ψήφου κάθε συνδυασμού  $VS \times TC$ . (β) Υπολογισμός του  $M$  και  $SD$  ανά ψήφου ακολουθία 1 s για κάθε συνδυασμό  $VS \times TC$ .

Σχήμα 3.7 Πρώτο χρονικά διάγραμμα

Σχήμα 3.8 Γενικά χαρακτηριστικά ενόχλησης που υπολογίζονται από τη στατιστική κατανομή και συμπεριλαμβανομένου του confidence interval

Σχήμα 3.9 Γραφική αναπαράσταση των πιθανοτήτων εικόνας-περιεχόμενου σε χαρακτηριστική αποτυχία

Σχήμα 3.10 Πιθανότητα εμφάνισης του υλικού στα διαφορετικά επίπεδα κρισιμότητας

Σχήμα 3.11 Μια πιθανή λειτουργία που αφορά την ποιότητα της κρισιμότητας υλικού προγραμμάτων

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σχήμα 4.1: Το μοντέλο Gilbert-Elliott

Σχήμα 4.2: Ασύρματο δίκτυο

Σχήμα 4.3: Σύγκριση της πηγής με τα τεστ των βίντεο ακολουθιών με λάθος. Η παραποίηση προκαλείται στα συμπιεσμένα βίντεο στα 2,5 Mb/s.

Σχήμα 4.4: Το MOS με την SDSCE μέθοδο για CIF στις χωρικές αναλύσεις των τριών ακολουθιών βίντεο. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Σχήμα 4.5: Σύγκριση του μέσου MOS με τις ακολουθίες CIF. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Σχήμα 4.6 Απεικόνιση του MOS σε σύγκριση με τον χρόνο με την SDSCE μέθοδο για CIF αποτελέσματα για τις τρεις ακολουθίες βίντεο. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Σχήμα 4.7 Απεικόνιση του MOS σε σύγκριση με τον χρόνο για τις τρεις ακολουθίες βίντεο στην περίπτωση που έχει αυξηθεί το BER (Bit Error Rate). Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πίνακας 2.1: Προφίλ του H.264

Πίνακας 2.2: PSNR και ρυθμοί bit του MPEG-4 και του H.264 για τα βίντεο

Πίνακας 2.3: Μέση διαφορά PSNR και ρυθμού bit μεταξύ MPEG-4 και H.264

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Πίνακας 4.1: παράμετροι προσομοίωσης ψηφιακού καναλιού

Πίνακας 4.2. Χαρακτηριστικά ακολουθίας βίντεο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### Βίντεο και Ετερογενή Ασύρματα Δίκτυα: Τάσεις και Ερευνητικά Θέματα

#### 1.1 Εισαγωγή

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των ασύρματων επικοινωνιών, οι εφαρμογές πολυμέσων όπως η βίντεο-διάσκεψη, το ευρέως γνωστοποιημένο ψηφιακό βίντεο (DVB), το βίντεο ροής, και ο ήχος πέρα από τα δίκτυα γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλείς. Στα πρόσφατα έτη, αυτή η πρόοδος έχει βοηθηθεί επίσης από τον πολλαπλασιασμό των τεχνολογιών όπως το Bluetooth, το IEEE 802.11 a/b/g/f, 3G, και την παγκόσμια πρόσβαση μικροκυμάτων διαλειτουργικότητας WiMAX (1), και η τάση επρόκειτο να διαθέσει αυτές τις υπηρεσίες σε όλο και περισσότερους επίσης κινητούς χρήστες (2).

Η τηλεοπτική μετάδοση πέρα από τα ετερογενή ασύρματα δίκτυα θέτει πολλές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένου του ζητήματος της αντιμετώπισης των απωλειών και λόγω των φυσικών βλαβών και της συμφόρησης των δικτύων, καθώς επίσης και τη συντήρηση της συνοχής της ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS) και συνόδου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η απώλεια πακέτων είναι ένας δείκτης της συμφόρησης των δικτύων μπορεί να μην ισχύσει για τα ετερογενή δίκτυα δεδομένου ότι η απώλεια πακέτων μπορεί να προκληθεί από το θόρυβο ή από άλλους λόγους εκτός από τη συμφόρηση, στην οποία τα ασύρματα δίκτυα ταλαιπωρούνται από τις ποικίλες χρονικές εξασθένησης και τις συνθήκες παρέμβασης (3). Αφ' ενός, με τις παραδόσεις χρηστών (ένωση με ένα νέο σημείο πρόσβασης (AP)), η τρέχουσα υπηρεσία επικοινωνίας μπορεί να διαλυθεί.

Το παρόν περιβάλλον τηλεπικοινωνιών είναι μια συγχώνευση ενός μεγάλου αριθμού δικτύων, διαχειριστικής κυριότητας, και διαφορετικών τεχνολογιών πρόσβασης. Συγκεκριμένα, η ασύρματη εξάπλωση πρόσβασης και η αυξανόμενη κινητικότητα των χρηστών εισάγουν τις ευκαιρίες για την QoS έρευνα και την επέκταση.

Η προσδοκία για το επόμενο στάδιο της εξέλιξης στα ασύρματα δίκτυα θα είναι μια αύξηση στο εύρος ζώνης με τις νέες τεχνολογίες ασύρματων εκπομπών και πρόσβασης. Οι προσδοκίες των τελικών χρηστών για τα μελλοντικά συστήματα

περιλαμβάνουν, παραδείγματος χάριν, την υψηλή ποιότητα υπηρεσιών και τη βελτιωμένη ποιότητα της εμπειρίας (QoE) (4). Ο αναπτυσσόμενος μηχανισμός εξασφαλίζει από άκρο σε άκρο QoS (5) οπουδήποτε ακόμα και κάτω από την καλύτερη έννοια ένωσης/σύνδεσης που συνδέεται με την τηλεοπτική μετάδοση πέρα από το ετερογενές ασύρματο δίκτυο (6).

Εισάγουμε μια έρευνα στη ροή του βίντεο πέρα από τα ετερογενή ασύρματα δίκτυα που καλύπτουν τα τηλεοπτικά πρότυπα κωδικοποίησης και μελετάμε έπειτα τα προβλήματα που συνδέονται με αυτήν την ροή. Αυτή η εξέταση των περιπλοκών πραγματοποιείται μέσω μιας έρευνας που καλύπτει τα ζητήματα και τις αιτίες των προβλημάτων και των προσεγγίσεων που πρέπει να ακολουθηθούν για να μειώσουν τα αποτελέσματα των προβλημάτων.

Στο παρελθόν, τα κινητά ασύρματα δίκτυα θεωρήθηκαν χαρακτηριστικά ως τα ομοιογενή ασύρματα δίκτυα. Με το χρόνο και τον πολλαπλασιασμό των πολυάριθμων ιδιόκτητων ραδιοφωνικών δικτύων, η ανάγκη για την ετερογενή διαλειτουργικότητα στα δίκτυα έχει γίνει ένας πιο επικρατέστερος τομέας ενδιαφέροντος (7).

Οι σημερινές εφαρμογές πολυμέσων αναμένονται για να τρέξουν στα φυσικά ετερογενή περιβάλλοντα που αποτελούνται και από τα συνδεδεμένα με καλώδιο και ασύρματα εξαρτήματα. Οι ασύρματες συνδέσεις εκθέτουν τα ευδιάκριτα χαρακτηριστικά, τα ποικίλα ποσοστά λάθους, και τις πιθανές διαδικασίες handoff [σχήμα 1.1]. Συνεπώς, οι απαιτήσεις QoS στην ασύρματη δικτύωση είναι αυστηρές και περίπλοκες, ειδικά κατά την εξέταση της επιρροής των κινητών συσκευών των χαρακτηριστικών και των περιορισμών (8). Αυτό δημιουργεί ένα νέο σύνολο προκλήσεων, ειδικά για τα πολυμέσα που ρέουν στις εφαρμογές. Παρά τις γρήγορες εξελίξεις στον τομέα της ασύρματης δικτύωσης, τα διαθέσιμα ποσοστά των bit στα κυβελοειδή συστήματα είναι ακόμα μακριά από εκείνα που έχουμε στα σημερινά δίκτυα πρόσβασης των μεγάλων γραμμών καλωδίων.

Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά λάθους των ασύρματων συνδέσεων μπορούν να ποικίλουν λόγω τέτοιων φαινομένων όπως λόγω της εξασθένησης, των πολλαπλών διαδρομών, της παρέμβασης, κ.λπ.

Το σχήμα 1.1 παρουσιάζει απλουστευμένο το παράδειγμα μιας ετερογενούς υποδομής δικτύου που αποτελείται από τα υπό-δίκτυα και τις συνδέσεις χρησιμοποιώντας τις διαφορετικές τεχνολογίες. Πολλές εφαρμογές πολυμέσων θα απαιτήσουν την μετάδοση του βίντεο πέρα από τις συνδέσεις με ένα ασύρματο πρώτο

ή/και τελευταίο βήμα. Μεγάλες καθιερώσεις έχουν τα δίκτυα τοπικής περιοχής (LANs) ή intranets όπου οι κεντρικοί υπολογιστές και οι τερματικοί σταθμοί συνδέονται. Οι εγχώριοι χρήστες και οι μικρές επιχειρήσεις είναι συνδεδεμένοι με το Διαδίκτυο μέσω του δικτύου πρόσβασης του Πάροχου Υπηρεσιών Ίντερνετ τους που χρησιμοποιεί τις ψηφιακές τεχνολογίες γραμμών των συνδρομητών. (9)



Σχήμα 1.1: Απεικόνιση του ετερογενούς ασύρματου δικτύου

Τα κύρια χαρακτηριστικά του τελικού χρήστη, ενώ κινείται σε ένα ετερογενές ασύρματο περιβάλλον είναι τα ακόλουθα:

- **Κινητικότητα (Nomadicity):** Η δυνατότητα του χρήστη να αλλάξει το σημείο σύνδεσης του δικτύου του ενώ είναι σε κίνηση. Όταν το σημείο του δικτύου της σύνδεσης αλλάζει, το τμήμα των υπηρεσιών του χρήστη σταματά εντελώς και μπορεί να επαναληφθεί αργότερα.
- **Συνοχή συνόδου (Session Continuity):** Αναφέρεται στη δυνατότητα για το τερματικό του τελικού χρήστη να γίνει αλλαγή σε ένα νέο σημείο του δικτύου της σύνδεσης διατηρώντας το τρέχων τμήμα από το παλιό σημείο της σύνδεσης στο νέο. Αυτό μπορεί να περιλάβει ένα σπάσιμο τμήματος και να επαναληφθεί, ή έναν ορισμένο βαθμό διακοπής υπηρεσιών, ή την απώλεια δεδομένων μεταβαλλόμενα στο νέο σημείο πρόσβασης.

- Αδιαφανής Μεταπομπή (Seamless Handoff): Ο αλγόριθμος μεταπομπής πρέπει να ελαχιστοποιήσει την απώλεια των πακέτων. Αναφέρεται μερικές φορές ως ομαλό handoff. Η διαφανής μετανάστευση της τρέχουσας ροής των δεδομένων μεταξύ δύο σημείων πρόσβασης που ανήκουν στις ανεξάρτητες ετερογενείς τεχνολογίες είναι δυνατή. Τα εργαλεία και οι μηχανισμοί για αυτόν τον τύπο κινητικότητας πρέπει να τοποθετηθούν μέσα στις αρχιτεκτονικές δικτύωσης επόμενης γενιάς.
- Διατήρηση QoE για τις διάφορες εφαρμογές με τα ακριβή χαρακτηριστικά (δηλ. VoIP, βίντεο): Ένα QoE μετρικό προορίζεται να παρέχει ένα μέτρο που είναι ενδεικτικό της άποψης του χρήστη μιας εφαρμογής. Η ποιότητα της εμπειρίας (QoE) ορίζεται ως ένας μετρικό προκειμένου να αξιολογηθεί ο τελικός χρήστης αντιλαμβανόμενος την ποιότητα στο αντιληπτικό ψευδό-στρώμα που βρίσκεται επάνω από τα στρώματα εφαρμογής και δικτύων. Επομένως μετρά την εμπειρία των χρηστών στο αντιληπτικό στρώμα. Το QoE απεικονίζει τη διορατική παραγωγή του δικτύου και της απόδοσής του όσον αφορά την αναμενόμενη ποιότητα από τους τελικούς χρήστες και αυτό είναι το αποτέλεσμα των επιδράσεων όλων των μηχανισμών ποιότητας εξυπηρέτησης (QoS) στα διαφορετικά στρώματα δικτύων όπως η εφαρμογή QoS (AQoS) και το δίκτυο QoS (NQoS), τα οποία χρησιμοποιούνται για να εγγυηθούν ένα ορισμένο επίπεδο ομαλότητας στη μετάδοση πολυμέσων μέσω της IP.

Εκτός από εκείνα που ήδη αναφέρθηκαν, το ετερογενές ασύρματο δίκτυο εκθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Ευελιξία: η ευελιξία του ετερογενούς προέρχεται από το γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιήσει τα διάφορα σχέδια κωδικοποίησης/διαμόρφωσης, τα ποικίλα επίπεδα ισχύς μετάδοσης, τις πολλαπλάσιες RF διεπαφές, την αναμετάδοση πολλαπλών βημάτων, τη συγκέντρωση και το backbone σχηματισμό, το προγραμματισμό της σταθερής θέσης των κόμβων, πακέτα προγραμματισμού σχεδίων και την εφαρμογή της προσαρμοστικότητας.
- Περιορισμός: ο περιορισμός προέρχεται από το περιορισμένο κοινό ράδιο μέσο (συγκρούσεις), την περιορισμένη ενέργεια διαθέσιμη στους κόμβους,

την περιορισμένη ισχύ υπολογισμού, την περιορισμένη μνήμη αποθήκευσης, την αναξιόπιστη συνδεσιμότητα των δικτύων λόγω της δυναμικής τοπολογίας του και τη χρήση της επιβολής της δικαιοσύνης (10).

## 1.2 Μετάδοση Βίντεο Σε Δίκτυα Δεδομένων

Οι πρόοδοι στην τεχνολογία της κωδικοποίησης βίντεο και της τυποποίησης της, μαζί με τις ραγδαίες εξελίξεις και τις βελτιώσεις των υποδομών του δικτύου, της αποθηκευμένης χωρητικότητας, και της ισχύς υπολογισμού καθιστούν ικανό έναν αυξανόμενο αριθμό βίντεο εφαρμογών.

Οι τομείς εφαρμογής αποτελούνται σήμερα από το μήνυμα των πολυμέσων, την τηλεοπτική τηλεφωνία, και την τηλεοπτική σύσκεψη διαμέσου της κινητής τηλεόρασης, την ασύρματη και ενσύρματη τηλεοπτική ροή του Διαδικτύου, την τυποποιημένη και υψηλής ευκρίνειας τηλεοπτική αναμετάδοση διαμέσου ψηφιακού τηλεοπτικού δίσκου DVD, τον blue-ray δίσκο, και τα μέσα οπτικής απομνημόνευσης υψηλής πυκνότητας DVD (HD DVD). Για αυτές τις εφαρμογές, υιοθετούνται ποικίλα τηλεοπτικά συστήματα μετάδοσης και αποθήκευσης.

Τα βίντεο πρότυπα των τεχνικών κωδικοποίησης (MPEG-X και H.26X) έχουν εξελιχθεί από κοινού με τη γρήγορη επιτάχυνση της αύξησης των τεχνολογιών που περιλαμβάνουν την παραγωγή της πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης Very Large Scale Integration (VLSI).

Τα πρότυπα MPEG αναπτύχθηκαν από το ISO/IEC, το οποίο έχει καθορίσει πολλά ευρέως πρότυπα τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί από την καθιέρωσή του. Τα πρότυπα H26X αναπτύχθηκαν από την ομάδα ITU-T (εκτός από το H.264, το οποίο αναπτύχθηκε από τη συνεργασία μεταξύ της ομάδας ISO/IEC και ITU-T).

## 1.3 Προκλήσεις

Λόγω της σύγκλισης του Διαδικτύου με τα ασύρματα δίκτυα, η ετερογένεια των δικτύων στην παράδοση του βίντεο φθάνει σε ένα ολόκληρο νέο επίπεδο. Έχοντας αυτό υπόψη, είναι σημαντικό να μελετηθούν τα QoS ζητήματα για το βίντεο πέρα από τα ετερογενή ασύρματα δίκτυα. Ο στόχος αυτής της σύγκλισης είναι να προσφερθούν οι μη ενωμένες υπηρεσίες πολυμέσων σε ποικίλες ετερογενείς τεχνολογίες πρόσβασης (π.χ. 3G, 3G+, WLANs, LTE, 4G συστήματα),



ικανοποιώντας κατά συνέπεια τα αιτήματα και στα επιχειρηματικά και στα δημόσια περιβάλλοντα, οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Σαν επίδραση, οι έννοιες όλων των IP δικτύων οδηγούν αυτές τις εξελίξεις και ερευνούν τις επιδράσεις τους στη τροφοδότηση των υπηρεσιών των πολυμέσων του πραγματικού χρόνου και του μη πραγματικού χρόνου, όπως, της κινητής τηλεφωνίας, της σύσκεψης πολυμέσων, ή της κινητής πρόσβασης ιστότοπου στα ευρέως διαδεδομένα περιβάλλοντα.

Η αναξιόπιστη και επιρρεπής σε λάθη φύση του ασύρματου καναλιού είναι μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις για την ασύρματη ροή του βίντεο, επειδή πρέπει να αντιμετωπίσει την έλλειψη εγγυήσεων του QoS, συμπεριλαμβανομένης της απώλειας των πακέτων (απώλειες έκρηξης, απώλειες με την καθυστέρηση) (11). Επιπλέον, τα ασύρματα κανάλια ταλαιπωρούνται από τους ποικίλους χρόνους εξασθένησης και παρέμβασης, οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν στις εκρήξεις απώλειας των πακέτων (12). Ένα επιτυχές ασύρματο σύστημα ροής βίντεο πρέπει να είναι σε θέση να συρρέει το βίντεο στους ετερογενείς πελάτες διαμέσου της ποικιλίας του χρόνου στις ασύρματες συνδέσεις επικοινωνίας (13). Στα παραδοσιακά σταθερά IP δίκτυα, οι απώλειες των πακέτων προκαλούνται χαρακτηριστικά από τη συμφόρηση ενώ ένα ασύρματο περιβάλλον πάσχει χαρακτηριστικά από τις απώλειες των πακέτων που προκαλούνται από τα φυσικά λάθη μετάδοσης.

Η βέλτιστη στρατηγική για να μετριαστεί αυτό το ζήτημα είναι να μειωθεί το ποσοστό μεταφορών όταν αυξάνεται το ποσοστό απώλειας των πακέτων. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει καμία ανάγκη για την επιθετική αποφυγή συμφόρησης: οι αναμεταδόσεις ή η περιττή μεταφορά δεδομένων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να διευκολύνουν την αποκατάσταση από τις απώλειες των πακέτων.

Αυτές οι απώλειες μπορούν να προκληθούν από πολλούς λόγους που μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- Φυσικές εξασθενίσεις: Οι απώλειες πακέτων εμφανίζονται λόγω των χαρακτηριστικών του ασύρματου μέρους του δικτύου λόγω παρέμβασης, θορύβου, εξασθένησης, κ.λπ. (14).
- Συμφόρηση: Οι απώλειες των πακέτων συμβαίνουν πέρα από τα δίκτυα λόγω του περιορισμένου εύρους ζώνης και στα δύο μέρη του δικτύου (15).

- Κινητικότητα (συνοχή συνόδου) και κάθετο handoff: Οι απώλειες των πακέτων συμβαίνουν όταν οι κινητοί χρήστες κινούνται μεταξύ των κυττάρων που χαρακτηρίζονται από τους διαφορετικούς αριθμούς των χρηστών εξυπηρέτησης(16).

Η επίδραση όλων αυτών των παραγόντων έχει επιπτώσεις τελικά στην απόδοση του δικτύου με συνέπεια φτωχό QoS/QoE. Επομένως, είναι απαραίτητο να τεθεί εμπρός ένας ευφυής μηχανισμός που να μπορεί να ανιχνεύσει τις απώλειες και να διαφοροποιήσει μεταξύ των απωλειών που προκαλούνται από τη συμφόρηση των πακέτων και από τις απώλειες που προκαλούνται από τα φυσικά στρώματα εξασθένησης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Ψηφιοποίηση Και Συμπίεση Βίντεο

#### 2.1 Εισαγωγή

Τα αναλογικά συστήματα έγχρωμης τηλεόρασης PAL, SECAM και NTSC με συχνότητα πεδίου 50 και 60 Hz αναπτύχθηκαν πριν από 40 χρόνια περίπου και βέβαια η ανάπτυξη τους βασίστηκε στην τεχνολογία της εποχής εκείνης. Η ψηφιακή τεχνολογία αν και έχει κατακλύσει όλους τους τομείς της βιομηχανίας των ηλεκτρονικών, δεν μπόρεσε να εισέλθει όλα αυτά τα χρόνια δυναμικά στο χώρο της τηλεοπτικής τεχνικής. Η καθυστέρηση εισόδου της ψηφιακής τεχνικής στην τηλεόραση οφείλεται στους εξής κυρίως λόγους:

- Η τεχνολογία των ημιαγωγών πρόσφατα κατάφερε να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της επεξεργασίας σήματος στην τηλεόραση.
- Στις περισσότερες εφαρμογές των τηλεοπτικών συστημάτων τα αναλογικά κάνουν καλά την δουλειά τους.
- Στην τηλεόραση κάθε καινοτομική αλλαγή έχει απαιτήσεις συμβατότητας με το υπάρχον τηλεοπτικό σύστημα.

Στο τέλος της δεκαετίας του 1980 η σύγκλιση των τεχνολογιών της πληροφορικής, των τηλεπικοινωνιών και της ψηφιοποίησης του σήματος βίντεο, καθώς επίσης η ανάπτυξη των δικτύων Η/Υ σε απομακρυσμένες περιοχές, έχουν ωθήσει τις επικοινωνιακές εταιρίες να βρουν τρόπους για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος βίντεο από τα υπάρχοντα δίκτυα δεδομένων. Η ψηφιοποίηση του σήματος βίντεο (εικόνας) έχει πολλά πλεονεκτήματα τα κυριότερα των οποίων είναι:

- Η μικρή ευαισθησία των ψηφιακών σημάτων στο θόρυβο. Τα αναλογικά σήματα σε αντίθεση με τα ψηφιακά επηρεάζονται από κάθε θόρυβο που μεταβάλλει το πλάτος, τη συχνότητα ή τη φάση τους.
- Με τα ψηφιακά σήματα σήμερα παρέχονται περισσότερες δυνατότητες για την επεξεργασία τους σε αντίθεση με τα αναλογικά, όπως για παράδειγμα η αποθήκευσή τους.
- Υψηλή ποιότητα εικόνας και ήχου.

- Δυνατότητα λήψης πολλών καναλιών με αποτέλεσμα χαμηλότερο κόστος διανομής ανά πρόγραμμα.
- Αυξημένη δυνατότητα επιλογής προγραμμάτων και υπηρεσιών.

Η ψηφιοποίηση όμως του σήματος βίντεο έχει και κάποια μειονεκτήματα όπως:

- Απαίτηση για μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων από το κανάλι μετάδοσης. Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα απαιτεί, χωρίς συμπίεση, ρυθμό μετάδοσης 250 Mbit/s για τη συμβατική τηλεόραση και 1200 Mbit/s για την υψηλής ευκρίνειας.
- Τα μεταδιδόμενα αναλογικά σήματα πρέπει πρώτα να μετατραπούν σε αναλογικά στο δέκτη.
- Με τη ψηφιακή μετάδοση δεν υπάρχει συμβατότητα με τις ήδη λειτουργούσες αναλογικές εγκαταστάσεις.

Στις μέρες μας, η ύπαρξη αποτελεσματικών λόγων συμπίεσως του ψηφιακού σήματος σε λόγους που είναι δυνατόν να ξεπεράσουν το 100:1, ανάλογα με την επιθυμητή ποιότητα της εικόνας, παρέχεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και οικονομικά η ψηφιακή τεχνολογία στην επεξεργασία της εικόνας. Η εισαγωγή καλύτερων αλγόριθμων συμπίεσης επιτρέπει την πιο αποτελεσματική και οικονομική χρήση του φάσματος συχνοτήτων.

### 2.2.1 Βασικά Στοιχεία Ψηφιοποίησης

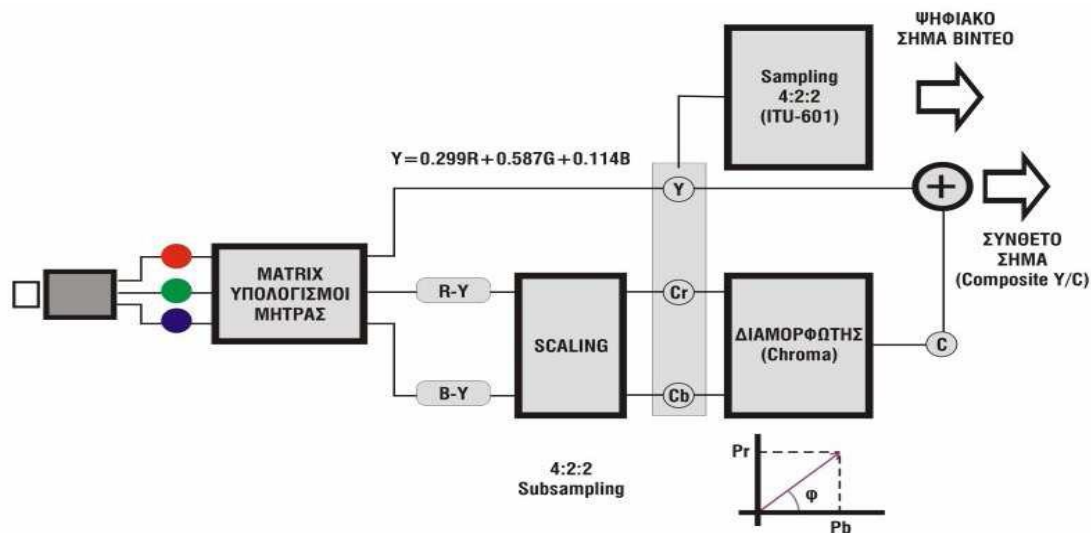
Από τη δεκαετία του 1980 καθιερώθηκε ως διεθνές πρότυπο ψηφιοποίησης των σημάτων των συμβατικών συστημάτων τηλεόρασης η αναφορά 601-4 της ITU. Στο πρότυπο αυτό, που είναι γνωστό ως πρότυπο 4:2:2, καθιερώνεται η χρήση παλμοκωδικής διαμόρφωσης (pulse code modulation - με ακρώνυμο PCM) με συχνότητα δειγματοληψίας 13,5 MHz και τεμαχισμό του σήματος σε  $28 = 256$  επίπεδα. Για την κωδικοποίηση του εύρους του σήματος απαιτούνται 8 δυαδικά ψηφία. Η συχνότητα δειγματοληψίας των 2 σημάτων χρωμοδιαφοράς είναι 6,75 MHz και η ονομασία του προτύπου αυτού ακριβώς οφείλεται στη σχέση της 15 συχνότητας

δειγματοληψίας των σημάτων χρωματοδιαφοράς με τη συχνότητα δειγματοληψίας του οπτικού σήματος. Το πρότυπο 4:2:2 κρίνεται ότι είναι σταθμός στην ιστορία της τηλεόρασης και αποτελεί τη βάση στην οποία στηρίζεται η ψηφιακή τηλεόραση, ωστόσο με απλό υπολογισμό βρίσκουμε ότι η απαιτούμενη ταχύτητα bit stream είναι θεωρητικά 216 Mbit/s και στην πράξη 250 Mbit/s.

Σήμερα τα στούντιο της τηλεόρασης έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ψηφιακά στις απαιτούμενες ταχύτητες για τις ροές δεδομένων (bit stream) και αυτός είναι ο λόγος που η ψηφιακή τεχνολογία εφαρμόστηκε αρχικά για να βελτιώσει τη λειτουργία των στούντιο, τη βελτίωση αυτή την παρατηρούμε καθημερινά στην παρουσίαση των τηλεοπτικών προγραμμάτων, στην παραγωγή διαφόρων κινηματογραφικών εφέ ή ακόμα και στην παραγωγή ειδικών εικόνων και προγραμμάτων με υπολογιστή.

Η μετάδοση όμως των ψηφιοποιημένων οπτικών σημάτων με ταχύτητες της τάξεως των 250 Mbit/s από τα τηλεπικοινωνιακά μέσα (επίγεια εκπομπή, ασύρματα δίκτυα ή καλωδιακοί άξονες) με τις συνηθισμένες μεθόδους διαμορφώσεως απαιτεί εύρος συχνοτήτων της τάξεως των 125MHz και βέβαια η απαίτηση αυτή είναι απαγορευτική, αν ληφθεί υπόψη ότι το αναλογικό τηλεοπτικό κανάλι δεν ξεπερνά τα 7MHz. Θα πρέπει ακόμα να τονίσουμε ότι στο πρότυπο 4:2:2 η κωδικοποίηση των πληροφοριών χρώματος γίνεται με τη μέθοδο της κωδικοποιήσεως με συνιστώσες (component coding) στην οποία το σήμα φωτεινότητας (Y) και τα σήματα χρωμοδιαφοράς (CR και CB) κωδικοποιούνται και εκπέμπονται με ξεχωριστές ροές. Με τον τρόπο αυτόν εξουδετερώνονται τα προβλήματα που υπάρχουν στην αναλογική τηλεόραση από την ενδοδιαμόρφωση των σημάτων χρωμοδιαφοράς στο σήμα φωτεινότητας.

Η διεθνής καθιέρωση του προτύπου ψηφιοποιήσεως του οπτικού σήματος 4:2:2 έχει τεράστια σημασία γιατί μειώνει τις διαφορές των τριών αναλογικών συστημάτων σε μια μόνο, τη συχνότητα πεδίου και τον αριθμό γραμμών ανά εικόνα (625 γραμμές ανά εικόνα με συχνότητα πεδίου 50Hz για το ευρωπαϊκό και 525 γραμμές ανά εικόνα με συχνότητα πεδίου 60Hz για το αμερικανικό). Με τον τρόπο αυτόν απλοποιείται η ανταλλαγή τηλεοπτικών και λοιπών προγραμμάτων σε παγκόσμια κλίμακα.



Σχήμα 2.1 Εργαλείο κωδικοποίησης

### 2.2.2 Συμπύεση Τηλεοπτικού Σήματος

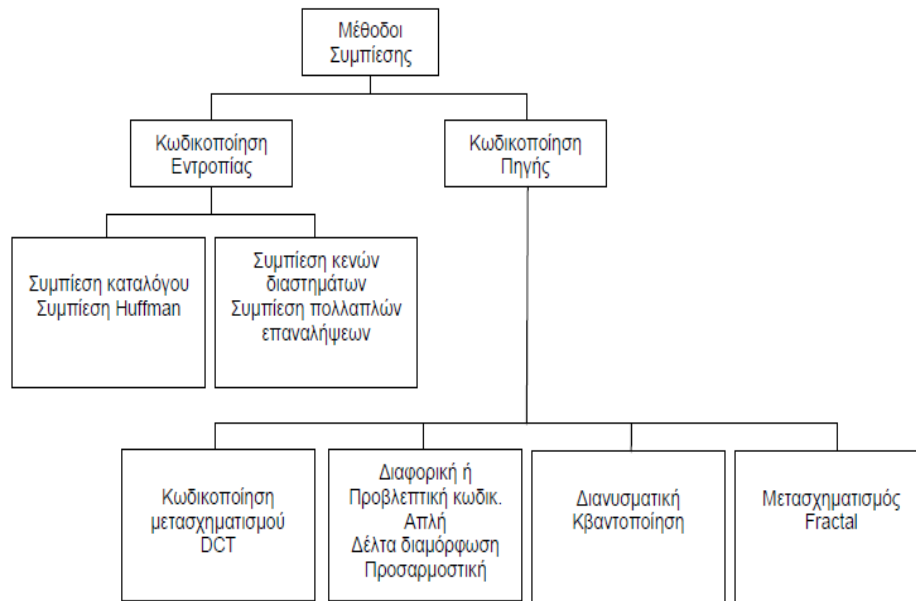
Το ψηφιοποιημένο οπτικό σήμα του πρότυπου 4:2:2 απαιτεί ένα ρυθμό μετάδοσης περίπου 250 Mbit/s. Η άμεση εκπομπή αυτού του σήματος θα απαιτούσε ένα εύρος συχνοτήτων μεγαλύτερο από 100MHz. Το τεράστιο αυτό εύρος συχνοτήτων δεν είναι δυνατόν αλλά και οικονομικά εφικτό να διατεθεί. Χρειάζεται λοιπόν να γίνει μείωση της ποσότητας των δεδομένων που θα εκπεμφθούν. Η μείωση αυτή ονομάζεται συμπύεση δεδομένων (data compression).

Λόγος συμπύεσης (compression ratio) ονομάζεται ο λόγος που προκύπτει αν διαιρέσουμε την ποσότητα των δεδομένων πριν τη συμπύεση με αυτήν που έχουμε μετά τη συμπύεση. Οι τεχνικές συμπύεσης ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τις αντιστρεπτές (χωρίς απώλεια δεδομένων) και τις μη αντιστρεπτές (με απώλεια δεδομένων).

Οι αντιστρεπτές περιορίζουν τον όγκο των δεδομένων προσωρινά, για παράδειγμα κατά την εκπομπή του σήματος. Στο δέκτη το αρχικό σήμα μπορεί να ανακτηθεί με απόλυτη ακρίβεια, όπως ήταν τα αρχικά δεδομένα πριν τη συμπύεση. Οι μη αντιστρεπτές τεχνικές συμπύεσης χαρακτηρίζονται από το ότι περιορίζουν μόνιμα τον όγκο δεδομένων. Στο δέκτη για παράδειγμα δεν υπάρχει η δυνατότητα το σήμα να ανακτηθεί με πλήρη ακρίβεια. Το πλεονέκτημα όμως αυτών των τεχνικών είναι ότι μπορούμε να πετύχουμε μεγάλους λόγους συμπύεσης.

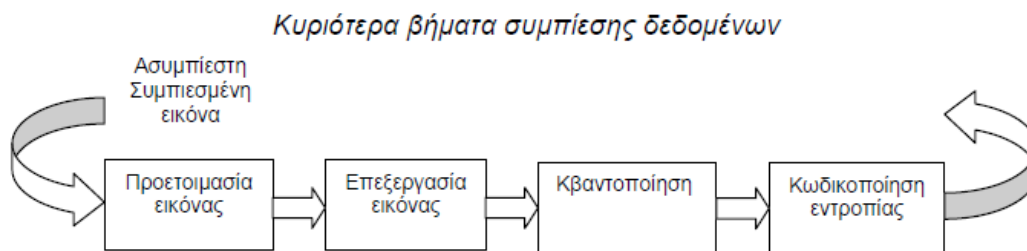
Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη συμπύεση του ψηφιακού σήματος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με την κωδικοποίηση

που γίνεται. Έχουμε λοιπόν την κωδικοποίηση εντροπίας και την κωδικοποίηση πηγής. Κάθε μια από αυτές περιλαμβάνει κάποιες επιμέρους τεχνικές.



Σχήμα 2.2 Τεχνολογία ψηφιακής συμπίεσης

Για την κατανόηση των τεχνικών κωδικοποίησης ορίζονται τα παρακάτω βήματα δείχνοντας μια τυπική ακολουθία από λειτουργίες που διεξάγεται κατά την συμπίεση εικόνων, βίντεο και ήχου.



Σχήμα 2.3 Κυριότερα βήματα συμπίεσης δεδομένων

Το στάδιο της προετοιμασίας περιλαμβάνει μετατροπή από αναλογική σε ψηφιακή και παράγει μια κατάλληλη ψηφιακή αναπαράσταση της πληροφορίας. Μια εικόνα διαιρείται σε μπλόκ των 8x8 εικονοστοιχείων και αναπαριστάται από ένα σταθερό αριθμό bits/pixel.

Το στάδιο της επεξεργασίας είναι πραγματικά το πρώτο βήμα της διαδικασίας

συμπίεσης το οποίο χρησιμοποιεί έμπειρους αλγορίθμους. Ένας μετασχηματισμός από το πεδίο χρόνου στο πεδίο συχνότητας μπορεί να διεξαχθεί χρησιμοποιώντας DCT (Discrete Cosine Transform). Στην περίπτωση συμπίεσης κινούμενου βίντεο η κωδικοποίηση χρησιμοποιεί ένα διάνυσμα κίνησης για κάθε μπλόκ 8x8 εικονοστοιχείων.

Η κωδικοποίηση εντροπίας είναι συνήθως το τελευταίο βήμα. Αυτό συμπιέζει μια ακολουθιακή ψηφιακή ροή δεδομένων χωρίς απώλειες. Η κωδικοποίηση και η κβαντοποίηση μπορούν να επαναληφθούν πολλές φορές σε αναδρομικές ανακυκλώσεις όπως στην περίπτωση της προσαρμοστικής, διαφορικής, παλμοκωδικής διαμόρφωσης (Adaptive Differential Pulse Code Modulation) ή ADPCM). Το σχήμα 2.3, μας δείχνει τη διαδικασία συμπίεσης που ακολουθείται για την συμπίεση εικόνας. Η ίδια διαδικασία εφαρμόζεται για την συμπίεση βίντεο και ήχου. Η αποσυμπίεση είναι η αντίστροφη διαδικασία της συμπίεσης.

Οι κωδικοποιητές και οι αποκωδικοποιητές μπορούν να εφαρμοστούν με ποικίλους τρόπους. Στις συμμετρικές εφαρμογές όπως είναι για παράδειγμα οι εφαρμογές διαλόγου έχουμε περίπου το ίδιο κόστος στην κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίηση. Στην περίπτωση ασύμμετρων τεχνικών η διαδικασία αποκωδικοποίησης είναι λιγότερο δαπανηρή από την διαδικασία κωδικοποίησης.

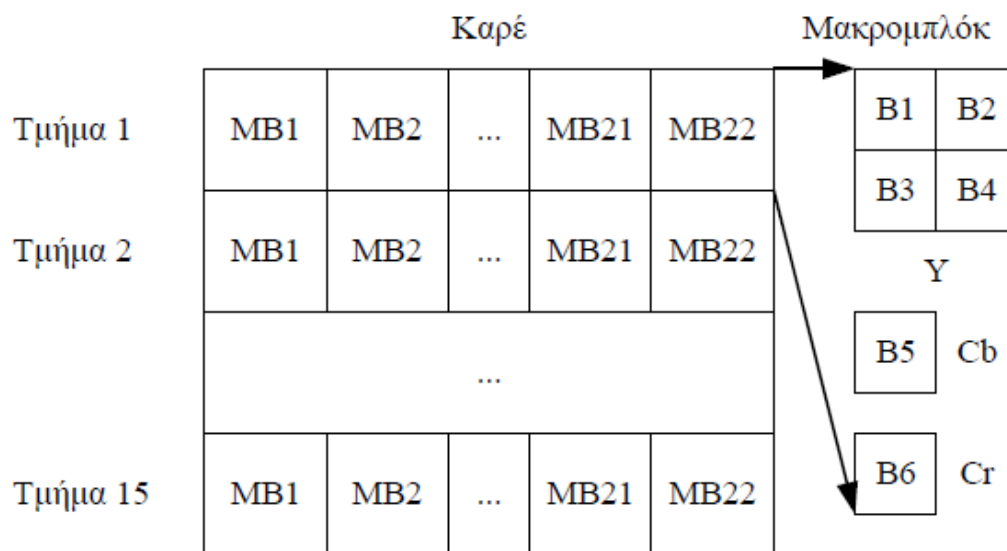
### 2.3 Το Πρότυπο MPEG-1

Αποτελεί το πρώτο πρότυπο που εκδόθηκε από το MPEG κατά την περίοδο 1988-1991. Ο σκοπός του προτύπου ήταν να παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση για την κωδικοποίηση οπτικο-ακουστικού υλικού και την αποθήκευσή του σε ψηφιακά μέσα, όπως CD, DAT και οπτικούς δίσκους. Μιας και ο κύριος σκοπός ήταν η αποθήκευση σε CD το standard περιορίστηκε στο εύρος του 1.5Mbps Bit Rate, αλλά μπορεί να δουλέψει και σε χαμηλότερα όσο και σε υψηλότερα Bit Rate.

Ανάμεσα στις άλλες προδιαγραφές του προτύπου ήταν και ο ορισμός λειτουργιών όπως fast forward, fast reverse και random access, κατά αναλογία με τις αναλογικές συσκευές εγγραφής, ενώ επίσης θα έπρεπε να παρέχει υποστήριξη για ποιότητα video τουλάχιστον συγκρίσιμη με την ποιότητα κασέτας VHS. Γενικά η ομάδα MPEG συνηθίζει να αναπτύσσει τα πρότυπά της παράλληλα, όσον αφορά την κωδικοποίηση εικόνας και ήχου, αλλά και τις προδιαγραφές για συγχρονισμό και πολυπλεξία.



Όμως, παρόλο που είναι σχεδιασμένες να χρησιμοποιηθούν ενοποιημένες, ξεχωριστές προδιαγραφές μόνο για ήχο ή μόνο για εικόνα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτόνομα ή και σε συνδυασμό με άλλα εργαλεία κωδικοποίησης. Για αυτόν ακριβώς το λόγο το κάθε πρότυπο οργανώνεται σε μέρη, κάθε ένα από τα οποία περιγράφουν ένα συγκεκριμένο τομέα. Το MPEG-1 διαιρείται σε 5 μέρη.



- Μέρος 1 – Συστήματα : Αναφέρεται στον συνδυασμό ενός ή και περισσότερων ροών δεδομένων (data streams) (Mpeg-1 βίντεο ή ήχο) μαζί με χρονικές πληροφορίες για την διαμόρφωση μιας ροής δεδομένων βελτιστοποιημένου για ψηφιακή αποθήκευση και μετάδοση.
- Μέρος 2 – βίντεο : Παρέχει τις προδιαγραφές για ένα format κωδικοποίησης (βίντεο ροή και την αντίστοιχη διαδικασία αποκωδικοποίησης) για ακολουθίες βίντεο σε Bit Rates των 1.5Mbps. Υποστηρίζει διαδραστικούς μεθόδους, όπως fast forward και fast reverse πάνω στην κωδικοποιημένη ροή δεδομένων. Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται αποτελεί μια τυπική διαδικασία κωδικοποίησης βασισμένη στο μετασχηματισμό DCT(Discrete Cosine Transform) πάνω σε μπλόκ. Ο μετασχηματισμός εφαρμόζεται πάνω σε κάθε μία εικόνα ή πάνω σε σφάλμα πρόβλεψης που δημιουργείται μετά από προσωρινή πρόβλεψη (στη βάση ενός ή δύο εικόνων ) και την αντιστάθμιση κίνησης. Μετά τον DCT (Discrete Cosine Transform) μετασχηματισμό ακολουθεί κβαντισμός, zig zag scan και κωδικοποίηση μεταβλητού μήκους.

- Μέρος 3 – Audio : Παρέχει τις προδιαγραφές για ένα format κωδικοποίησης (ροή ήχου και την αντίστοιχη διαδικασία αποκωδικοποίησης) σε μονοφωνικό ήχο με Bit Rates από 32 έως 192 kbps και στερεοφωνικό ήχο σε Bit Rates από 128 έως 384 kbps. Επίσης έχουν οριστεί τρία διαφορετικά ιεραρχικά επίπεδα κωδικοποίησης (Layers I,II,III), τα οποία αναφέρονται σε αυξημένη πολυπλοκότητα, καθυστέρηση και αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου. Το πλέον διαδεδομένο είναι το Layer III, περισσότερο γνωστό και ως MP3. Οι κωδικοποιήσεις που περιγράφονται σε αυτό το μέρος αναφέρονται γενικά για οποιαδήποτε μορφή ήχου (όχι αποκλειστικά φωνής) και χρησιμοποιούν τα όρια που τίθενται από την αντιληπτική ικανότητα του ανθρώπινου συστήματος ακοής, αποσκοπώντας στο να αφαιρέσουν την επιπλέον ακουστική πληροφορία που δεν γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο.
- Μέρος 4 – Τεστ Συμβατότητας : Σε αυτό το μέρος προδιαγράφονται τεστ που ελέγχουν αν ένα bit stream κάποιου περιεχομένου, καθώς και ο αποκωδικοποιητής που θα χρησιμοποιηθεί για αυτό, ικανοποιούν τις προδιαγραφές των μερών 1, 2 και 3.
- Μέρος 5 – Προσομοίωση Software : Αποτελείται από λογισμικό που υλοποιεί τα μέρη 1, 2 και 3. Το μέρος αυτό έχει καθαρά χαρακτήρα πληροφοριακό ενώ στα επόμενα πρότυπα το μέρος αυτό με ονομασία «Software αναφοράς» καθιερώθηκε ως ένα σταθερό και μόνιμο μέρος.

Το πρότυπο που περιγράφηκε παραπάνω αποτελεί μέχρι και σήμερα ένα δημοφιλές format για την ανταλλαγή βίντεο και ήχου μέσω του Διαδικτύου (ειδικά για τον ήχο το format mp3 είχε και έχει ακόμα τεράστια απήχηση). Στο τομέα της ψηφιακής αποθήκευσης βίντεο δεν χρησιμοποιήθηκε τόσο ευρέως, κυρίως γιατί ξεπεράστηκε από το DVD και το πρότυπο MPEG-2 που το ακολούθησε.

## 2.4 Το Πρότυπο MPEG-2

Τα πλεονεκτήματα της ύπαρξης τυποποίησης των δεδομένων στη συμπίεση των ψηφιοποιημένων οπτικών, ηχητικών και άλλων πληροφοριών είναι πάρα πολλά. Για τη δημιουργία αυτής της τυποποίησης το 1988 συστήθηκε μια επιτροπή MPEG (Motion Picture Expert Group). Αρχικός σκοπός αυτής της επιτροπής ήταν να ορίσει τους αλγόριθμους για την κωδικοποίηση του οπτικού σήματος για την ψηφιακή αποθήκευση του σε CD-ROM με ένα ρυθμό περίπου 1,5 Mbit/s. Το πρότυπο που

προέκυψε από τις εργασίες της επιτροπής ονομάστηκε MPEG-1. Οι εφαρμογές του MPEG-1 περιορίζονται σε μορφές οπτικού σήματος χωρίς αλληλοδιαδοχή πεδίων και υποστηρίζει ρυθμούς μέχρι 1,5 Mbit/s.

Το 1990 η ίδια επιτροπή άρχισε να εργάζεται για ένα άλλο πρότυπο το οποίο θα υποστήριζε ρυθμούς από 2 ως 10 Mbit/s και θα είχε τη δυνατότητα κωδικοποίησης οπτικού σήματος με αλληλοδιαδοχή πεδίων. Το 1994 δημοσιεύτηκε το νέο πρότυπο το οποίο ονομάστηκε MPEG-2 και έγινε διεθνές πρότυπο το 1995. Το πρότυπο MPEG-2, το οποίο σήμερα υποστηρίζει ρυθμούς μέχρι 30 Mbit/s, έτυχε γενικής αποδοχής και αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία στηρίζονται όλες οι προσπάθειες 19 για τη δημιουργία συστημάτων ψηφιακής τηλεόρασης. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία του MPEG-2 είναι η ικανότητα του να κωδικοποιεί την πληροφορία με μεταβλητό ρυθμό δεδομένων (VBR - Variable Bit Rate).

Το πρότυπο MPEG(Motion Picture Expert Group) αποτελείται από τρία μέρη:

- Το σύστημα. Περιγράφει το συγχρονισμό ήχου και εικόνας την πολυπλεξία και άλλες λειτουργίες σχετικά με το σύστημα.
- Την εικόνα. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων βίντεο και τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης.
- Τον ήχο. Περιλαμβάνει την κωδικοποιημένη παρουσίαση των δεδομένων ήχου και τη διαδικασία της αποκωδικοποίησης.

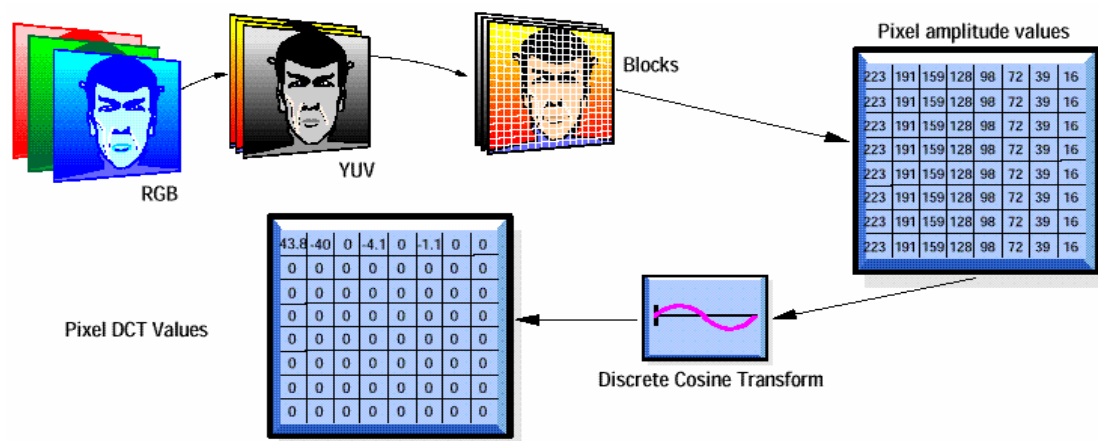
Βασικό χαρακτηριστικό της κωδικοποίησης είναι ο εντοπισμός της επαναλαμβανόμενης πληροφορίας, ώστε αυτή να μην κωδικοποιείται περισσότερο από μια φορά αλλά να περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο αυτή η πληροφορία επαναλαμβάνεται. Αυτή η πληροφορία, που ουσιαστικά πλεονάζει, μπορεί το σύστημα να τη συμπίεσει χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές.

- Τον πλεονασμό στο χώρο στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι πολλά γειτονικά εικονοστοιχεία είναι όμοια μεταξύ τους. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται ευρύτατα και αποτελεσματικά ένας μαθηματικός μετασχηματισμός που είναι γνωστός ως διακριτός μετασχηματισμός του συνημίτονου DCT (Discrete Cosine Transform) και η συμπίεση αυτή καλείται ενδοπλαισιακή συμπίεση.

- Τον πλεονασμό στο χρόνο στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι διαδοχικές εικόνες δεν διαφέρουν σε όλα τους τα σημεία, συνεπώς αντί να εκπέμπουμε την ίδια την εικόνα 25 φορές το δευτερόλεπτο εκπέμπουμε μόνον τις διαφορές των εικόνων, εάν υπάρχουν. Η συμπίεση αυτή αναφέρεται ως διαπλασιασική συμπίεση.
- Τον στατικό πλεονασμό στον οποίο εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι μερικοί κώδικες συμβαίνουν πιο συχνά απ άλλους. Στην περίπτωση αυτή για τους κώδικες που συμβαίνουν συχνά χρησιμοποιούνται λιγότερα ψηφία.
- Τον ψυχοοπτικό πλεονασμό στον οποίο εκμεταλλευόμαστε την περιορισμένη ικανότητα της οράσεως να ξεχωρίζει τις λεπτομέρειες της εικόνας και τα κινούμενα είδωλα.

Η διαδικασία της συμπίεσης πραγματοποιείται με τα εξής στάδια:

- Το στάδιο της διαίρεσης της εικόνας σε μακρο-μπλόκ.
- Το στάδιο του διακριτού μετασχηματισμού συνημιτόνου (DCT).
- Το στάδιο κβαντοποίησης και κωδικοποίησης.



Σχήμα 2.4 Διαδικασία συμπίεσης

Μια ακόμα λειτουργία του προτύπου MPEG(Motion Picture Expert Group) είναι ότι καθορίζει τον συνδυασμό πολλών ροών δεδομένων σε μία. Η ίδια ιδέα επιδιώχτηκε να χρησιμοποιηθεί και στο πρότυπο DVI για να καθοριστεί το μορφότυπο ήχου/εικόνας AVSS (Audio/Video Support System). Το πιο σημαντικό στοιχείο αυτής της διεργασίας είναι η πολυπλεξία, η οποία περιλαμβάνει συντονισμό

ρών δεδομένων εισόδου και εξόδου, συντονισμό ρολογιών συγχρονισμού και διαχείριση ενταμιευτών. Γι' αυτό τον λόγο η ροή δεδομένων διαιρείται σε πακέτα (packs). Ο αποκωδικοποιητής παίρνει την πληροφορία που χρειάζεται για δέσμευση πόρων από αυτήν την πολυπλεγμένη ροή δεδομένων. Ο μέγιστος ρυθμός ροής δεδομένων περιγράφεται στην αρχή του πρώτου πακέτου ροής δεδομένων.

Ο ορισμός αυτός της ροής δεδομένων υπονοεί ότι για τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε δευτερεύοντα/βοηθητικά μέσα είναι πιθανό να διαβαστεί πρώτα μια τέτοια επικεφαλίδα (εάν κριθεί απαραίτητο, με τυχαία προσπέλαση). Σε περιπτώσεις αμφίδρομης επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται δίκτυα επικοινωνιών, όπως το τηλέφωνο ή οι τηλεδιασκέψεις, ο χρήστης λαμβάνει πάντα πρώτα την πληροφορία που του παρέχει η επικεφαλίδα. Σε μια τηλεδιάσκεψη, η χρησιμοποίηση ροής δεδομένων τύπου MPEG (Motion Picture Expert Group) μπορεί να μην είναι η κατάλληλη γιατί ένας νέος χρήστης μπορεί να θέλει να συμμετάσχει σε μια υπάρχουσα τηλεδιάσκεψη μετά το πέρας της αρχικοποίησης των ροών δεδομένων. Έτσι, δεν θα μπορέσει να πάρει τις πληροφορίες της επικεφαλίδας γιατί δεν θα του είναι διαθέσιμες.

Για μια ροή δεδομένων δημιουργημένη σύμφωνα με το πρότυπο MPEG (Motion Picture Expert Group), παρέχει χρονοσφραγίδες που είναι απαραίτητες για συγχρονισμό. Οι χρονοσφραγίδες αυτές αναφέρονται στη συσχέτιση μεταξύ των πολυπλεγμένων ροών δεδομένων μόνο και όχι σε άλλες υπάρχουσες ροές δεδομένων του πρότυπου. (ορίζει κωδικοποίηση σε πραγματικό χρόνο). Το MPEG (Motion Picture Expert Group) καθορίζει την διαδικασία αποκωδικοποίησης αλλά όχι τον ίδιο τον αποκωδικοποιητή. Το MPEG-2 έχει σαν στόχο μια υψηλότερη ανάλυση εικόνας ανάλογη του προτύπου CCIR 601 (περίπου 216 Mbit/s) και οδεύει προς μια ακόμα καλύτερη ποιότητα απαραίτητη για τη HDTV (High-definition television).

Σαν ένα γενικό και διεθνές πρότυπο, το MPEG-2 καθορίστηκε έτσι ώστε να παρέχει επεκτάσιμα προφίλ κάθε ένα από τα οποία θα υποστηρίζει χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για ομάδες εφαρμογών. Το πρότυπο MPEG-2 κατασκευάστηκε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να υποστηρίζει ψηφιακή μετάδοση βίντεο έως 80 Mbit/s μέσω καλωδίου, δορυφόρου και άλλων καναλιών μετάδοσης, καθώς και να υποστηρίζει ψηφιακή αποθήκευση και άλλες εφαρμογές επικοινωνίας. Παράμετροι όπως το κυρίως προφίλ και το υψηλό προφίλ είναι κατάλληλες για υποστήριξη HDTV (High-definition television) μορφοτύπων.

Οι ειδικοί φρόντισαν στο να επεκταθούν τα χαρακτηριστικά του κυρίως

προφίλ με το να καθορίσουν ένα ιεραρχικό/κλιμακωτό προφίλ. Στόχος αυτού του προφίλ είναι να υποστηρίζει εφαρμογές όπως επίγεια τηλεόραση (τόσο κοινή όσο και HDTV), συστήματα βίντεο για δίκτυα μεταγωγής πακέτου, συμβατότητα με παλαιότερες εφαρμογές και πρότυπα όπως το MPEG-1 και H.261 και άλλες εφαρμογές που απαιτούν κωδικοποίηση πολλών επίπεδων. Για παράδειγμα, ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να δώσει στον καταναλωτή την επιλογή να χρησιμοποιήσει ένα φορητό δέκτη για ν' αποκωδικοποιήσει το τηλεοπτικό σήμα συνηθισμένης ευκρίνειας ή έναν μεγαλύτερο, σταθερό δέκτη για ν' αποκωδικοποιήσει το σήμα της τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας (HDTV) από το ίδιο κανάλι μετάδοσης.

Το πρότυπο MPEG-2 χρησιμοποιεί μια δομή παρεμφερή μ' αυτή του ιεραρχικού μοντέλου JPEG. Η ιεραρχία αποτελείται από την κλιμάκωση (scaling) των συμπιεσμένων, κινούμενων εικόνων. Δηλαδή, το βίντεο κωδικοποιείται με διαβαθμίσεις ποιότητας. Η αλλαγή των διαστάσεων των εικόνων μπορεί να επιδρά σε διαφορετικές παραμέτρους.

Αρχικά, υπήρχαν σχέδια για να καθοριστεί ένα πρότυπο MPEG-3 που να πλησιάζει την ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας HDTV. Παρ' όλα αυτά, κατά την διάρκεια ανάπτυξης του προτύπου MPEG-2, ανακαλύφθηκε ότι η μεγέθυνση κλίμακας μπορούσε να καλύψει σε επαρκή βαθμό τις απαιτήσεις της HDTV. Κατά συνέπεια, μεταγενέστερες προσπάθειες για την καθιέρωση του προτύπου MPEG-3 απορρίφθηκαν.

Τέλος δε θα είναι υπερβολή να ισχυριστούμε ότι το πρόβλημα της συμπίεσως του απαιτούμενου φάσματος συχνοτήτων, ώστε τα σήματα της ψηφιακής τηλεόρασης να χωρέσουν στο πρακτικά διαθέσιμο φάσμα, επιλύεται με την καθιέρωση του συστήματος MPEG-2, το οποίο σήμερα είναι διεθνές πρότυπο. Όλες οι προσπάθειες καθιέρωσης συστημάτων ψηφιακής τηλεόρασης σε παγκόσμια κλίμακα στηρίζονται στο σύστημα MPEG-2. Το σύστημα είναι πολύπλοκο και περίτεχνο, στο οποίο αξιοποιήθηκαν αποτελέσματα ερευνών τα οποία υπήρχαν, διαφέρει δε σημαντικά από τα συστήματα της αναλογικής τηλεόρασης.

## 2.5 Το Πρότυπο MPEG-4

Ενώ τα προηγούμενα δύο πρότυπα του MPEG (Motion Picture Expert Group) ακολουθούν μια διαδικασία απεικόνισης και επεξεργασίας ανάλογη με αυτή που έχει τις ρίζες της στην αναλογική τηλεόραση, το πρότυπο MPEG-4 κάνει ένα βήμα

μπροστά στην αντιμετώπιση και γενικότερη επεξεργασία του οπτικο-ακουστικού περιεχομένου. Τα προηγούμενα δύο μοντέλα χρησιμοποιούν το λεγόμενο μοντέλο με βάση το πλαίσιο (frame-based model), δηλαδή αντιμετωπίζουν το βίντεο σαν μια αλληλουχία εικόνων (frames) ενώ το MPEG-4 εισάγει την έννοια του μοντέλου βασικών αντικειμένων (object-based model). Στο μοντέλο βασικών αντικειμένων μια οπτικο-ακουστική σκηνή θεωρείται ότι αποτελείται από τη σύνθεση και την αλληλεπίδραση διαφόρων στοιχείων (οπτικά ή ηχητικά), τα οποία ονομάζονται αντικείμενα (objects).

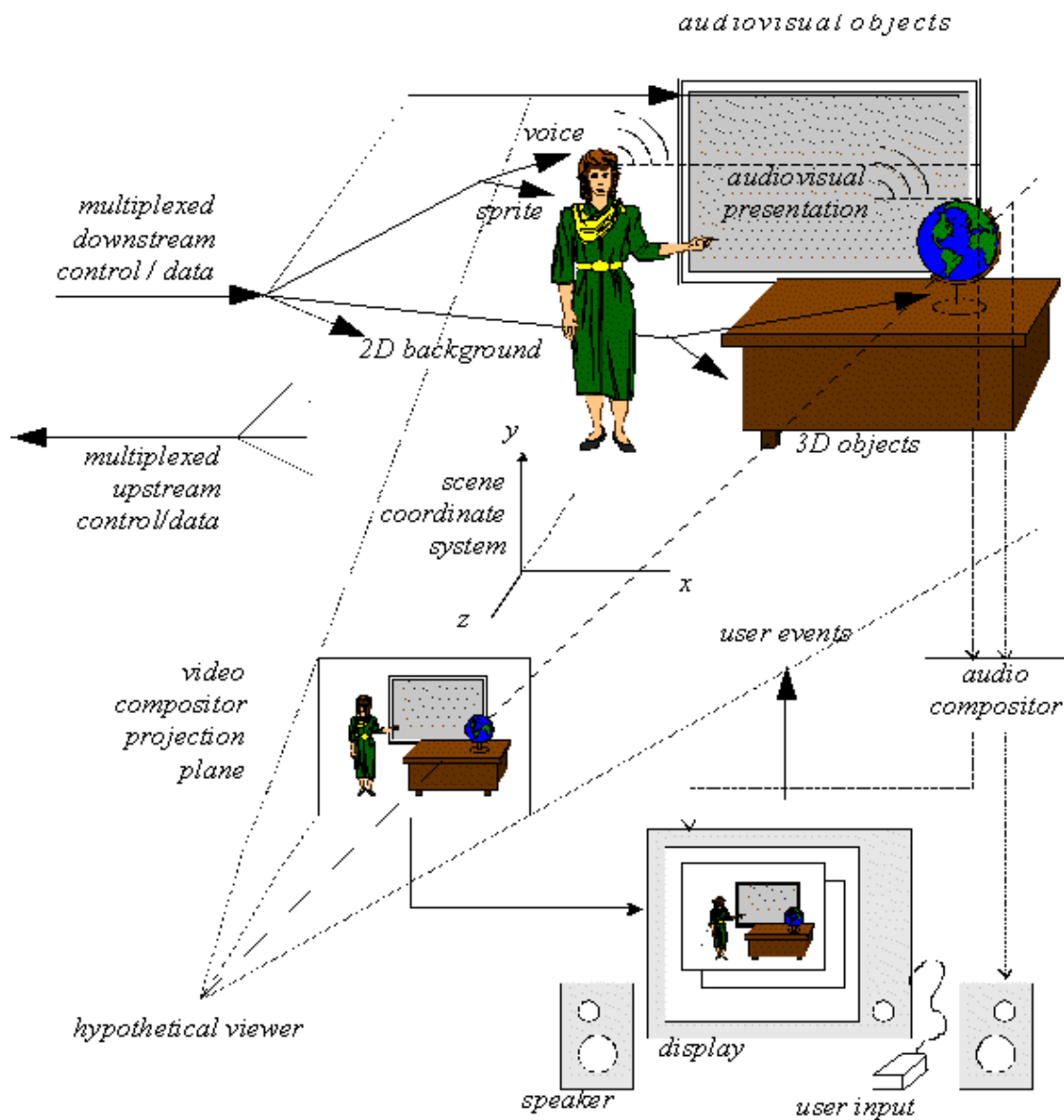
Το πρότυπο αυτό δημιουργήθηκε μέσα από την ανάγκη των χρηστών του διαδικτύου για ένα αυξημένο βαθμό αλληλεπίδρασης με την πληροφορία που λαμβάνουν, όχι μόνο στο βαθμό του κειμένου και των γραφικών, αλλά και στην κινούμενη εικόνα και τον ήχο. Με βάση αυτές τις ανάγκες το μοντέλο βασικών αντικειμένων προσφέρει τους μηχανισμούς για την ανεξάρτητη κωδικοποίηση της μορφής, της συμπεριφοράς και των αλληλεπιδράσεων του κάθε αντικειμένου που απαρτίζει μια οπτικό-ακουστική σκηνή, καθώς και δυνατότητες για διαμόρφωση του περιεχομένου ως προς το επίπεδο της λεπτομέρειας που ο τελικός χρήστης επιθυμεί να λάβει. Ανάμεσα στα κύρια πλεονεκτήματα του προτύπου MPEG-4 συγκαταλέγονται τα εξής :

- Υβριδική συνθετική και φυσική κωδικοποίηση : Στο περιβάλλον του MPEG-4 τα ηχητικά ή οπτικά αντικείμενα μπορεί να είναι οποιαδήποτε προέλευσης φυσικά, τεχνητά, κείμενο, γραφικά, βίντεο βασισμένο στο μοντέλο με βάση το πλαίσιο(frame-based model), μουσική, φωνή, 3D μοντέλο, 2D μοντέλο και άλλα.
- Χρήση βασισμένη στο περιεχόμενο : Επειδή από τη φύση του μοντέλου, το κάθε αντικείμενο κωδικοποιείται ξεχωριστά, του δίνεται η δυνατότητα να έχει ξεχωριστές ιδιότητες, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο σε περισσότερες από μία σκηνές, όπως επίσης να αλληλεπιδράσει με άλλα αντικείμενα της σκηνής και να τροποποιήσει ανάλογα τις ιδιότητές του.
- Κωδικοποίηση βασισμένη στο περιεχόμενο : Αφού τα διάφορα αντικείμενα κωδικοποιούνται αυτόνομα, τότε για την κωδικοποίηση του καθενός μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά εργαλεία, κάτι που τελικά αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την ευελιξία του προτύπου. Για παράδειγμα, αντικείμενα βασισμένα στο κείμενο μπορούν να κωδικοποιηθούν με εργαλεία

κωδικοποίησης κειμένου, ενώ αντικείμενα που περιγράφουν το 3D μοντέλο με τα ανάλογα εργαλεία.

- Καθολική Χρήση : Με την αυξημένη χρήση και εξάπλωση ασύρματων και κινητών τερματικών, με διαφορές στις διάφορες δυνατότητες αναπαραγωγής περιεχομένου, το πρότυπο αυτό παρέχει την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα, έτσι ώστε το ίδιο περιεχόμενο να είναι δυνατό να αναπαραχθεί με διαφορετικό επίπεδο λεπτομέρειας, σε διάφορα τερματικά, παρέχοντας στο καθένα την απαιτούμενη ποιότητα για την εκάστοτε χρήση.

Μια απλή αναπαράσταση μιας οπτικο-ακουστικής σκηνής όπως αυτή περιγράφεται με το MPEG-4 φαίνεται στο σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5 Αναπαράσταση μιας οπτικο-ακουστικής σκηνής για το MPEG-4



Στην παραπάνω φωτογραφία φαίνεται πως απλά αντικείμενα ενώνονται για τον σχηματισμό πολύπλοκων αντικειμένων, δίνοντας την δυνατότητα στον δημιουργό μιας σκηνής να συνθέσει πολύπλοκες σκηνές και στον καταναλωτή μιας σκηνής να χειριστεί ομάδες αντικειμένων με ένα συγκεκριμένο σημασιολογικό περιεχόμενο.

Γενικά όσων αφορά στα αντικείμενα του MPEG-4, το πρότυπο παρέχει τυποποιημένες μεθόδους για την τοποθέτησή τους σε ένα δοσμένο σύστημα συντεταγμένων, μεθόδους για την μεταμόρφωση της γεωμετρικής ή ακουστικής μορφής τους, μεθόδους για την ομαδοποίησή τους σε σύνθετα αντικείμενα, μεθόδους για την αλλαγή των ιδιοτήτων τους σύμφωνα με δεδομένα που λαμβάνονται από το τερματικό και μεθόδους για την αλλαγή της οπτικής γωνίας ή της ακουστικής θέσης, από την οποία ο χρήστης βλέπει ή ακούει ένα αντικείμενο.

Η ισχύς και τα προτερήματα του object-based μοντέλου που χρησιμοποιεί το MPEG-4, όπως επίσης και το προτέρημα του ότι δεν απευθύνεται αποκλειστικά και μόνο σε έναν τύπο εφαρμογών, το κάνουν ικανό να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από τις επικοινωνίες με κινητά τηλέφωνα σε χαμηλά Bit Rate μέχρι και για κωδικοποίηση βίντεο υψηλής ανάλυσης. Ακριβώς για αυτό το λόγο όμως το MPEG-4 χρειάστηκε να λάβει υπόψη του ένα μεγάλο αριθμό προδιαγραφών, να μεγαλώσει σε όγκο και τελικά να χωριστεί από την ομάδα του MPEG σε 21 μέρη. Αυτά είναι τα εξής :

- Μέρος 1 – Συστήματα : Σε αυτό το μέρος ορίζεται η αρχιτεκτονική των συστημάτων που ακολουθούν το πρότυπο MPEG-4 και εργαλεία που αφορούν τη περιγραφή των σχέσεων οπτικο-ακουστικών object που αποτελούν μια σκηνή. Τα βασικά εργαλεία αυτού του μέρους είναι το format BIFS(Binary Format for Scenes) και το format XMT(eXtensible MPEG-4 Textual). Το BIFS είναι μια δυαδική γλώσσα που έχει αναπτυχθεί για την περιγραφή μιας σκηνής, ενώ το XMT περιγράφει μια σκηνή χρησιμοποιώντας σύνταξη κειμένου. Επίσης σε αυτό το μέρος του προτύπου ορίζεται και ένα καινούριο format αρχείων το MP4, το οποίο σχεδιάστηκε για να επιτρέπει την εύκολη μεταφορά και ανταλλαγή μιας απεικόνισης σε MPEG-4 και να είναι ανεξάρτητο του πρωτοκόλλου μεταφοράς που θα χρησιμοποιηθεί. Τέλος ορίζεται το MPEG-J, που είναι ένα προγραμματιστικό σύστημα το οποίο υλοποιεί ένα API (Application Program Interface) για την συνεργασία ενός λογισμικού αναπαραγωγής MPEG-4 με κώδικα Java.

- Μέρος 2 – Οπτική (Visual) : Σε αυτό το μέρος προδιαγράφονται όλα τα εργαλεία για την κωδικοποίηση όλων των οπτικών αντικειμένων, είτε αυτά είναι φυσικά, είτε τεχνητά, αρχίζοντας από πολύ χαμηλά Bit Rates μέχρι και για πολύ υψηλές απαιτήσεις ποιότητας.
- Μέρος 3 – Ήχος (Audio) : Αντίστοιχα με το Μέρος 2, εδώ περιγράφονται όλα τα εργαλεία για την κωδικοποίηση φυσικών ή τεχνητών ήχων σε διάφορες διαβαθμίσεις ποιότητας.
- Μέρος 4 – Τεστ Συμβατότητας : Ορίζει τεστ για τον έλεγχο της συμβατότητας των Bit Stream και τον αποκωδικοποιητών με τις προδιαγραφές που ορίζει το MPEG-4. Ο έλεγχος συμβατότητας αναφέρεται, όπως και στο MPEG-2, σε συνδυασμούς profile@level. Όπου το προφίλ αναφέρεται σε ομάδες από τύπους αντικειμένων.
- Μέρος 5 – Λογισμικό Αναφοράς : Σε αυτό το μέρος υπάρχει ενδεικτικό λογισμικό το οποίο υλοποιεί σχεδόν όλα τα μέρη του προτύπου, αλλά κυρίως το μέρος των ηχητικών και οπτικών κωδικοποιητών και αποκωδικοποιητών.
- Μέρος 6 – Delivery Multimedia Integration Framework : Ορίζει ένα format για την αποστολή media ανεξαρτήτως περιεχομένου, μέσα από διάφορα περιβάλλοντα αποστολής.
- Μέρος 7 – Βελτιστοποιημένο λογισμικό για εργαλεία του MPEG-4 : Περιλαμβάνει βελτιστοποιημένο λογισμικό για διάφορα εργαλεία οπτικής κωδικοποίησης που χρησιμοποιούνται στο MPEG-4 όπως για fast motion estimation, fast global motion estimation κ.α.
- Μέρος 8 – Μεταφορά περιεχομένου MPEG-4 πάνω από δίκτυα IP (4onIP): Εξετάζει την μεταφορά περιεχομένου κωδικοποιημένου κατά MPEG-4 πάνω από δίκτυα IP.
- Μέρος 9 – Περιγραφή υλικού αναφοράς : Περιέχει υλοποιήσεις σε γλώσσα VHDL εργαλείων του MPEG-4, τα οποία μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή πιο ολοκληρωμένων λύσεων και να εξομοιωθούν χρησιμεύοντας σε διάφορες αναλύσεις.
- Μέρος 10 – Advanced Video Coding (AVC): Στο μέρος αυτό ορίζονται περισσότερο αναπτυγμένα εργαλεία κωδικοποίησης βίντεο τύπου frame based από ότι στο Μέρος 2. Το αποτέλεσμα είναι 50% αυξημένη αποτελεσματικότητα στην κωδικοποίηση, αλλά και αύξηση της

πολυπλοκότητας του αποκωδικοποιητή κατά δύο φορές. Το μέρος αυτό αναπτύχθηκε από την ομάδα Joint Video Team (JVT), που δημιουργήθηκε για τη συνεργασία του MPEG με την ITU-T. Η ονομασία του AVC κατά ITUT είναι H.264 .

- Μέρος 11 – Περιγραφή Σκηνης : Περιλαμβάνει κάποια συμπληρωματικά εργαλεία σε αυτά που έχουν ήδη οριστεί στο Μέρος 1.
- Μέρος 12 – ISO Base format αρχείων media : Ορίζει το format ISO base για αρχεία με media. Αυτό το format αποτελεί τη βάση για άλλα πιο ειδικά format αρχείων. Περιέχει τις πληροφορίες για τη δομή, το περιεχόμενο και τον συγχρονισμό για οπτικά ή ηχητικά δεδομένα.
- Μέρος 13 – Επέκταση IPMP : Ανάλογα με το Μέρος 11 του MPEG-2 ορίζει διάφορα εργαλεία για την προστασία και τον έλεγχο των πνευματικών δικαιωμάτων σε media.
- Μέρος 14 – Format αρχείων MP4 : Αυτό το μέρος αποσπάστηκε από το Μέρος 1 και πλέον το format αρχείων mp4 ορίζεται εδώ. Το mp4 αποτελεί ειδικότερο μέρος και βασίζεται στο γενικό format ISO που περιγράφεται στο Μέρος 12.
- Μέρος 15 – Format αρχείων AVC : Περιγράφει ένα format αρχείων για αποθήκευση video κωδικοποιημένου χρησιμοποιώντας το AVC του Μέρους 10. Και αυτό το format βασίζεται στο format ISO
- Μέρος 16 – Animation Framework eXtension (AFX) : Το AFX προσφέρει ένα ενοποιημένο πλαίσιο για 3D interactive απεικονίσεις, που προσφέρει τα απαραίτητα εργαλεία για συμπίεση, μεταφορά και απρόσκοπτη ενσωμάτωση με άλλα media για την δημιουργία εφαρμογών.
- Μέρος 17 – Streaming Timed Text Format : Αυτό το μέρος ορίζει ένα format για υπότιτλους το οποίο μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα αρχείο mp4.
- Μέρος 18 - Font Compression and Streaming : Περιγράφει εργαλεία για την αντιμετώπιση και τη μεταφορά δεδομένων γραμματοσειράς, σαν ένα μέρος της κωδικοποιημένης κατά MPEG-4 παρουσίασης.
- Μέρος 19 – Synthesized Texture Stream : Σε αυτό το μέρος ορίζονται συνθετικές φωτο-ρεαλιστικές υφές, που δημιουργούνται από διανύσματα που περιγράφουν πληροφορία χρώματος.

- Μέρος 20 – Lightweight Application Scene Representation (Laser) : Παρέχει μια αναπαράσταση μιας σκηνής σκοπεύοντας σε ένα συμβιβασμό ανάμεσα στο επίπεδο συμπίεσης, την πολυπλοκότητα του αποκωδικοποιητή και την αποτελεσματικότητα της απεικόνισης.
- Μέρος 21 – Graphics Framework eXtensions : Παρέχει ένα πλήρες προγραμματιστικό πλαίσιο για την ευέλικτη σύνθεση και απεικόνιση συνθετικών, όσο και φυσικών media. Το GFX παρέχει τις δυνατότητες για την ανάπτυξη ενός μεγάλου φάσματος οπτικο-ακουστικών εφαρμογών από κινητά τηλέφωνα έως και σταθερούς Η/Υ.

## 2.6 Το Πρότυπο H.264/AVC

Το H.264/AVC είναι ένα πρότυπο για την κωδικοποίηση βίντεο γνωστό και ως MPEG 4 Part 10 ή MPEG-4 AVC (Advanced Video Technology). Πρόκειται για ένα πρότυπο κωδικοποίησης το οποίο στηρίζεται στην κίνηση και στα μπλοκ (block-oriented motion-compensation-based codec standard) και αναπτύχθηκε από την ομάδα ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) σε συνεργασία με την ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG). Η συνεργασία αυτή είναι γνωστότερη με την ονομασία Joint Video Team (JVT).

Ο σκοπός του H.264/AVC ήταν να δημιουργηθεί ένα πρότυπο το οποίο θα παρέχει καλύτερη ποιότητα σε χαμηλότερους ρυθμούς bit (Bit Rates) σε σχέση με τα προγενέστερα πρότυπα, χωρίς όμως την αύξηση της πολυπλοκότητας σχεδιασμού τόσο ώστε η εφαρμογή του να γίνει ασύμφορη. Ένας άλλος στόχος ήταν η δυνατότητα χρησιμοποίησης του προτύπου σε διάφορων ειδών εφαρμογές, δικτύων και συστημάτων, ανεξαρτήτως ρυθμού Bit και ποιότητας.

Το H.264/AVC έχει χαρακτηριστικά τα οποία του επιτρέπουν να συμπιέζει βίντεο πολύ πιο αποτελεσματικά σε σχέση με τα προηγούμενα από αυτό codecs και του παρέχουν μεγάλη ευελιξία εφαρμογής σε μια μεγάλη ποικιλία δικτύων και εφαρμογών. Μερικά χαρακτηριστικά του είναι:

- Εσωτερική πρόβλεψη εικόνας (inter-picture prediction).
- Χρησιμοποιούνται προηγούμενες κωδικοποιημένες εικόνες σαν αναφορές με έναν ευέλικτο τρόπο, επιτρέποντας μέχρι και 16 πλαίσια αναφοράς (ή 32 πεδία αναφοράς αν πρόκειται για συμπλεγμένες εικόνες (interlaced pictures)).

- Δύνανται διαφορετικά μεγέθη μπλοκ (block-size) τα οποία μπορεί να είναι μεγάλα μέχρι 16x16 έως πολύ μικρά 4x4. Τα επιτρεπόμενα μεγέθη είναι: 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8 και 4x4 τα οποία μπορούν να συνδυαστούν μέσα σε ένα μακρό-μπλοκ (macroblock, MB).
- Δίνεται η δυνατότητα χρήσης διανυσμάτων κίνησης (motion vectors) ανά μακρό-μπλοκ, τα οποία για 8x8 ή μεγαλύτερο τεμαχισμό μπορούν να «δείχνουν» σε διαφορετικές εικόνες αναφοράς.
- Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης οποιουδήποτε τύπου μακρό-μπλοκ σε πλαίσια τύπου-B (B-frames), ακόμα και μακρό-μπλοκ τύπου-I (I-macroblocks), και έτσι έχουμε αποδοτικότερη συμπίεση όταν χρησιμοποιούμε πλαίσια τύπου-B.
- Δυνατότητα φιλτραρίσματος διαίρεσης των φωτεινών δειγμάτων μισού pixel (derivation of half-pel luma sample prediction), δημιουργώντας καλύτερη αναπαράσταση της κίνησης.
- Δυνατότητα ακρίβειας διαιρεμένου εικονοστοιχείου (quarter-pixel precision) για την απόδοση της κίνησης, το οποίο μας επιτρέπει ακριβή αναπαράσταση των κινούμενων περιοχών.
- Πρόβλεψη με βαρύτητες (weighted prediction) η οποία επιτρέπει στον κωδικοποιητή την αλλαγή των παραμέτρων επεκτασιμότητας (scaling) και έναρξης (offset), η οποία οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της απόδοσης υπό ορισμένες συνθήκες.
- Χωρική πρόβλεψη (spatial prediction) από τις άκρες των γειτονικών μπλόκ.
- Μη-απωλεστική κωδικοποίηση ενός μακρό-μπλοκ (lossless macroblock coding).
- Μη-απωλεστική αναπαράσταση PCM (Pulse Code Modulation) του μακρό-μπλοκ, αφού τα δεδομένα απεικονίζονται απευθείας, επιτρέποντας πολύ καλή απεικόνιση συγκεκριμένων περιοχών και την εφαρμογή αυστηρών ορίων ως προς το πλήθος των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για κάθε μακρό-μπλοκ.
- Ένα πιο ευέλικτο είδος κωδικοποίησης το οποίο δεν αυξάνει το απαιτούμενο εύρος ζώνης (flexible interlaced-scan video coding), όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα ζευγάρι μακρό-μπλοκ για εικόνες κωδικοποιημένες ως πλαίσια (macroblockadaptive frame-field, MBAFF coding) ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μίγμα από κωδικοποιημένες εικόνες ως MBAFF πλαίσια

με τις εικόνες κωδικοποιημένες σαν ξεχωριστά πεδία (fields) του πεπλεγμένου βίντεο (interlaced video) 1 (picture adaptive frame-field, PAFF coding).

- Νέοι μέθοδοι μετασχηματισμού όπως ο 4x4 ή 8x8 ακέραιος μετασχηματισμός ακριβείας (exact-match integer 4x4 or 8x8 spatial block transform), όπου μπορεί να υπάρξει και εναλλαγή μεταξύ των δύο αυτών μετασχηματισμών για καλύτερα αποτελέσματα. Υπάρχει και ο μετασχηματισμός Hadamard ο οποίος επιτρέπει ακόμα καλύτερη συμπίεση στις λείες (smooth) επιφάνειες.
- Νέος σχεδιασμός κβάντοποίησης όπου χρησιμοποιείται λογαριθμικός έλεγχος βήματος (logarithmic step size control) για ευκολότερο έλεγχο του ρυθμού μετάδοσης.
- Επαναληπτικό φίλτρο διαχωρισμού μπλοκ (loop deblocking filter) που βοηθάει στην εξάλειψη των αλλοιώσεων και έτσι έχουμε καλύτερη απόδοση της εικόνας.
- Νέοι σχεδιασμοί κωδικοποίησης όπως η δυαδική κωδικοποίηση γενικευμένου πλαισίου (Context-adaptive binary arithmetic coding, CABAC) όπου τα στοιχεία κωδικοποιούνται βάσει πιθανοτήτων σε σχέση με τα άλλα στοιχεία σε ένα δοσμένο πλαίσιο και η μεταβλητού μήκους κωδικοποίηση γενικευμένου πλαισίου (Contextadaptive variable-length coding, CAVLC) όπου είναι χαμηλότερης πολυπλοκότητας από την CABAC αλλά και χαμηλότερης συμπίεσης. Ωστόσο η CAVLC αποδίδει καλύτερα από τις προηγούμενες τυπικές κωδικοποιήσεις.
- Ένα στρώμα δικτύου NAL (network abstraction layer, NAL) που επιτρέπει τη χρήση της ίδιας σύνταξης βίντεο σε διαφορετικά δίκτυα, παρέχοντας έτσι μεγαλύτερη ευελιξία σε σχέση με τα προηγούμενα codecs.
- Ευέλικτη οργάνωση των μακρό-μπλοκ (flexible macroblock ordering, FMO), τεχνικές οι οποίες επιτρέπουν την παρουσίαση των μακρό-μπλοκ μέσα στην εικόνα.
- Διαίρεση των δεδομένων (data partitioning, DP) όπου επιτρέπεται ο διαχωρισμός των λιγότερο σημαντικών δεδομένων σε ξεχωριστά πακέτα και έτσι βελτιώνεται ο ρυθμός διόρθωσης λαθών.
- Δυνατότητα του κωδικοποιητή να στέλνει επιπλέον αντιπροσώπευση μιας περιοχής της εικόνας (συνήθως χαμηλότερης πιστότητας) η οποία μπορεί να

χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση που η απεικόνιση είναι ελλιπής (redundant slices, RS).

- Αρίθμηση πλαισίων (frame numbering) η οποία επιτρέπει τη δημιουργία «υπο- ακολουθιών» επιτρέποντας και χρονικό διαχωρισμό πολλών εικόνων και έτσι εκμεταλλευόμαστε καλύτερα το δίκτυο.
- Δυνατότητα του κωδικοποιητή να καθοδηγήσει τον αποκωδικοποιητή σε ένα επερχόμενο κομμάτι βίντεο (switching slices, SP and SI slices).
- Δυνατότητα κωδικοποίησης ξεχωριστών χρωματικών επιπέδων σαν διαφορετικές εικόνες με διαφορετικές δομές, μακρό-μπλοκ, διανύσματα κίνησης κτλ. επιτρέποντας στους κωδικοποιητές να σχεδιάζονται με απλή παράλληλη αρχιτεκτονική.
- Αρίθμηση σειράς των εικόνων (picture order count) όπου δίνεται η δυνατότητα να κρατείται η σειρά των εικόνων και οι τιμές των δειγμάτων των κωδικοποιημένων εικόνων ανεξάρτητα από την χρονική πληροφορία, επιτρέποντας έτσι να μεταφέρεται/αλλάζεται/ελέγχεται ανεξάρτητα η χρονική πληροφορία χωρίς να επηρεάζεται το περιεχόμενο της κωδικοποιημένης εικόνας.

### 2.6.1 Προφίλ Του H.264

Το H.264/AVC περιλαμβάνει τα παρακάτω σύνολα χαρακτηριστικών (profiles) σχεδιασμένα για συγκεκριμένες εφαρμογές:

- Baseline profile (BP): Το πρωταρχικό προφίλ για εφαρμογές χαμηλού ρυθμού Bit με περιορισμένες υπολογιστικές δυνατότητες. Συνήθως το προφίλ αυτό χρησιμοποιείται σε εφαρμογές βίντεο-διάσκεψης (videoconferencing) και κινητές εφαρμογές (mobile application).
- Main profile (MP): Το πιο συνηθισμένο προφίλ για εφαρμογές μετάδοσης και αποθήκευσης, το οποίο άρχισε να «χάνεται» όταν αναπτύχθηκε το High profile (HiP).
- Extended profile (XP): Το πιο συνηθισμένο προφίλ για συνεχή ροή βίντεο (video streaming), αφού περιλαμβάνει χαρακτηριστικά που του επιτρέπουν υψηλή συμπίεση, διόρθωση λαθών κ.α.

- High Profile (HiP): Το πρωταρχικό προφίλ για εφαρμογές μετάδοσης και αποθήκευσης, ειδικά σε εφαρμογές υψηλής ανάλυσης (high definition applications) (για παράδειγμα αυτό το προφίλ χρησιμοποιείται στο HD DVD και στο Blu-ray).
- High 10 Profile (Hi10P): Πηγαίνοντας ένα βήμα παραπέρα το HiP σε αυτό το προφίλ έχουμε 10 bits παραπάνω ανά δείγμα για μεγαλύτερη ακρίβεια της αποκωδικοποιημένης εικόνας.
- High 4:2:2 Profile (Hi422P): Αναπτύχθηκε πάνω στο Hi10P προσθέτοντας υποστήριξη για 4:2:2 χρωματική δειγματοληψία (4:2:2 chroma sampling) για εφαρμογές που χρησιμοποιούν πεπλεγμένο βίντεο.
- High 4:4:4 Predictive Profile (Hi444PP): Αναπτύχθηκε πάνω στο Hi422P υποστηρίζοντας 4:4:4 χρωματική δειγματοληψία, 14 bits ανά δείγμα και επιπλέον αποδοτικότερη κωδικοποίηση των περιοχών της εικόνας και την κωδικοποίηση της εικόνας σαν τρία χρωματικά επίπεδα.

	baseline	extended	main	high	High 10	High 4:2:2	High4:4:4 predictive
I και p κομμάτια	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
B κομμάτια	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
SI και SP κομμάτια	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Πολλαπλά πλαίσια αναφοράς	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Φίλτρο διαχωρισμού μπλοκ, εσωτερικού βρόγχου	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι



Κωδικοποίηση CAVLC	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Κωδικοποίηση CABAC	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Ευέλικτη σειρά μακρό-μπλοκ (FMO)	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Διαιτητική σειρά κομματιών (ASO)	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Πλεονάζουσα κομμάτια	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Διαμερισμός δεδομένων	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Interlaced Κωδικοποίηση (PicAFF, MBAFF)	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
4:2:0 χρωματικό format	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Μονοχρωματικό format (4:0:0)	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
4:2:2 χρωματικό format	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι
4:4:4 χρωματικό format	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Βάθος δείγματος 8 bit	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Βάθος δείγματος 9	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι

και 10 bit							
Βάθος δείγματος 11 και 14 bit	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Προσαρμογή 8x8 αντί 4x4 μετασχηματισμού	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Επεκτασιμότητα κβαντοποίησης	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαχωρισμένοι έλεγχοι Cb και QP	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Διαχωρισμένη χρωματική κωδικοποίηση	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
Προληπτική μη απωλεστική κωδικοποίηση	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι

Πίνακας 2.1: Προφίλ του H.264

## 2.7 Αποτελέσματα Σύγκρισης Μεταξύ Των H.264 Και MPEG-4

Οι συνθήκες επιλέχτηκαν έτσι ώστε το MPEG-4 να ταιριάζει όσο το δυνατό περισσότερο με το H.264. Για παράδειγμα ο τύπος πλαισίου (frame type) είναι IPPP, ο ρυθμός πλαισίου (frame rate) 30fps, το εύρος αναζήτησης (search range) 32 κτλ. Στον πίνακα 2.2 φαίνονται τα αποτελέσματα για τέσσερεις διαφορετικούς ρυθμούς bit.

Video	Επιθυμητός ρυθμός bit (kbps)	PSNR (dB)		Κέρδος PSNR (dB)	Ρυθμός bit (kbps)		Εξοικονόμηση ρυθμού bit (%)
		MPEG-4	H.264		MPEG-4	H.264	
	438.19	36.12	43.07	6.95	450.93	438.19	2.83
	285.03	35.05	40.55	5.50	303.56	285.03	6.10
	197.55	35.10	37.73	2.63	214.89	197.55	8.07
	145.10	35.07	34.91	-0.16	162.38	145.10	10.64
	2266.14	35.79	38.09	2.30	2266.51	2266.14	0.02
	1317.29	32.94	35.15	2.21	1292.83	1317.29	-1.89
	667.08	30.98	32.44	1.46	703.83	667.08	5.22
	308.26	30.41	29.81	-0.60	327.52	308.26	5.88

Πίνακας 2.2: PSNR και ρυθμοί bit του MPEG-4 και του H.264 για τα βίντεο (17)

Το κέρδος σηματοθορυβικού λόγου (PSNR gain) είναι η διαφορά του σηματοθορυβικού λόγου σε dB (decibels) μεταξύ του H.264 και του MPEG-4. Αντίστοιχα η εξοικονόμηση ρυθμού bit είναι η ποσοστιαία (%) διαφορά ρυθμού bit μεταξύ του H.264 και του MPEG-4. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε το H264 αποδίδει καλύτερα από το MPEG-4. Στην πρώτη περίπτωση πετυχαίνει θετικό κέρδος σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις, ενώ συγχρόνως έχουμε εξοικονόμηση στο ρυθμό bit. Ακόμα και σε υψηλό ρυθμό bit βλέπουμε ότι πετυχαίνει αρκετό κέρδος στο PSNR, περίπου 6.95dB.

Στην δεύτερη περίπτωση το H.264 πετυχαίνει και πάλι θετικό κέρδος στο PSNR σε όλες τις περιπτώσεις. Για να έχουμε μια συνολική εικόνα της απόδοσης του H.264 σε σχέση με το MPEG-4, στον πίνακα 2.3 παρουσιάζεται η μέση διαφορά των σηματοθορυβικών λόγων (average PSNR difference) και η μέση διαφορά ρυθμού bit (average bit rate difference). Τα μεγέθη αυτά χρησιμοποιούνται για σύγκριση του ποσοστού παραμόρφωσης (Rate Distortion) μεταξύ των δύο μεθόδων.

VIDEO	Μέση διαφορά PSNR για όλο το εύρος των bit rate(dB)	Μέση διαφορά bit rate για όλο το εύρος PSNR (%)
	4.35	<-100
	1.51	-59.7

Πίνακας 2.3: Μέση διαφορά PSNR και ρυθμού bit μεταξύ MPEG-4 και H.264 (14)

Όπως φαίνεται το H.264 αποδίδει αρκετά καλύτερα από το MPEG-4 όσο αναφορά τη μέση διαφορά PSNR και τη μέση διαφορά ρυθμού bit. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το H.264 είναι πιο αποδοτική λύση από το MPEG-4 για συμπίεση βίντεο.

## 2.8 Η Χρησιμοποίηση Του RTP Πρωτοκόλλου Για Την Μετάδοση Βίντεο

Το πρωτόκολλο RTP (Real-time Transport Protocol ) δημιουργήθηκε για τη μεταφορά δεδομένων πραγματικού χρόνου όπως βίντεο και ήχος. Αρχικά σχεδιάστηκε για multicast επικοινωνία αλλά στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε και για unicast επικοινωνία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μονόδρομη επικοινωνία όπως video on demand, αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία όπως για διαδικτυακή τηλεφωνία. Παρέχει μια κοινή πλατφόρμα για την μεταφορά δεδομένων και την έκφραση πληροφοριών συγχρονισμού που απαιτούνται από εφαρμογές πραγματικού χρόνου.

Το RTP, είναι ένα πρωτόκολλο που προσφέρει υπηρεσίες μεταφοράς για δεδομένα από άκρο σε άκρο (end-to-end) με χαρακτηριστικά πραγματικού χρόνου (real-time characteristics), όπως ήχος ή κινούμενη εικόνα (video) και άλλες εφαρμογές πάνω από δίκτυα μεταγωγής πακέτου, όπως τα IP δίκτυα. Τέτοιες υπηρεσίες είναι ο καθορισμός και η αναγνώριση του τύπου των δεδομένων που μεταδίδονται (payload type), σειριακή αρίθμηση των πακέτων, χρονοσφράγιση (timestamping) πακέτων και έλεγχος των διαδικασιών μεταφοράς.

Μια εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιεί το RTP πάνω από την οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP ώστε να χρησιμοποιεί τις ευκολίες που παρέχει, ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω από κάποιο άλλο κατάλληλο network ή transport protocol. Όπως ήδη αναφέραμε, το RTP υποστηρίζει μεταφορά δεδομένων με χρήση multicast αν βέβαια αυτό υποστηρίζεται από το δίκτυο. Παρόλο που το κύριο πεδίο εφαρμογής για το οποίο είναι αρχικά σχεδιασμένο το RTP είναι η ικανοποίηση των αναγκών πολυμελούς τηλεδιάσκεψης πολυμέσων, εντούτοις δεν περιορίζεται στη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Το RTP παρουσιάζεται σαν ένα νέο είδος πρωτοκόλλου, με την έννοια ότι μπορεί να παρέχει με εύκολο τρόπο την πληροφορία που απαιτεί μια δικτυακή

εφαρμογή πολυμέσων και συχνά χρησιμοποιείται σαν ένα τμήμα της εφαρμογής παρά σαν ένα ξεχωριστό επίπεδο. Επιπλέον μεταβολές ή προσθήκες στη μορφή του πρωτοκόλλου μπορούν εύκολα να γίνουν αλλάζοντας τη μορφή της επικεφαλίδας (header), σε αντίθεση με άλλα πρωτόκολλα όπου επιπρόσθετες μεταβολές θα πρέπει να εισαχθούν με τρόπο που να κάνει το πρωτόκολλο πιο γενικό ή να προστεθούν μηχανισμοί συντακτικού ελέγχου των αντίστοιχων πακέτων.

Το RTP παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς από άκρο σε άκρο, αλλά δεν παρέχει όλη την λειτουργικότητα που παρέχεται από ένα τυπικό πρωτόκολλο μεταφοράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Περιγραφή Μεθόδων Αξιολόγησης Ψηφιακού Βίντεο

#### 3.1 Εισαγωγή

Οι μέθοδοι αξιολόγησης ψηφιακού βίντεο χωρίζονται σε υποκειμενικές και αντικειμενικές μεθόδους. Οι αντικειμενικοί μέθοδοι αξιολόγησης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Στις αντικειμενικούς μεθόδους αξιολόγησης γίνεται μία αλγοριθμική σύγκριση μεταξύ της αρχικής βίντεο ακολουθίας και του παραμορφωμένου βίντεο. Οι αντικειμενικοί μέθοδοι αξιολόγησης είναι ακατάλληλοι για τον έλεγχο της ποιότητας του βίντεο σε πραγματικό χρόνο.

Οι υποκειμενικοί μέθοδοι αξιολόγησης χρησιμοποιούνται για την καθιέρωση της λειτουργίας τηλεοπτικών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούν μετρήσεις οι οποίες περισσότερο άμεσα προσδοκούν τις αντιδράσεις εκείνων οι οποίοι πιθανόν να επιθεωρούν τα συστήματα τα οποία δοκιμάζονται. Από αυτή την άποψη, είναι κατανοητό ότι πιθανόν δεν είναι δυνατόν να χαρακτηρίσουμε πλήρως το σύστημα απόδοσης με μέσα αντικειμενικά, συνεπώς, είναι απαραίτητο να συμπληρώσουμε αντικειμενικές μετρήσεις.

Γενικά υπάρχουν δύο τάξεις υποκειμενικών αξιολογήσεων. Πρώτον, υπάρχουν αξιολογήσεις οι οποίες καθιερώνουν την λειτουργία συστημάτων κάτω από καλύτερες συνθήκες. Αυτές τυπικά ονομάζονται ποιοτικές αξιολογήσεις. Δεύτερον, υπάρχουν αξιολογήσεις οι οποίες αποδεικνύουν, ότι τα συστήματα είναι δυνατά να κρατούν την ποιότητα κάτω από μη καλές συνθήκες οι οποίες έχουν σχέση με την μετάδοση ή την εκπομπή. Αυτές τυπικά ονομάζονται αξιολογήσεις βλάβης (αποσύνθεσης).

Για να διευκολύνουμε κατάλληλες υποκειμενικές αξιολογήσεις είναι κατά αρχάς, απαραίτητο να επιλέξουμε από διαφορετικές επιλογές διαθέσιμες οι οποίες να ταιριάζουν καλύτερα τους αντικειμενικούς στόχους και περιστάσεις του προβλήματος της αξιολόγησης. Παρακάτω δίνονται κάποιες πληροφορίες σε προβλήματα αξιολόγησης τα οποία προκαλούνται από κάθε μια μέθοδο. Κατόπιν προτείνονται δύο κύριοι μέθοδοι, και στο τέλος αναφέρεται με γενικές πληροφορίες σε άλλες εναλλακτικές μεθόδους.

## 3.2 Η Μέθοδος Double-Stimulus Impairment Scale (DSIS)

### 3.2.1 Γενική Περιγραφή

Μια τυπική εκτίμηση πιθανόν να απατήσει αξιολόγηση είτε ενός νέου συστήματος ή του αποτελέσματος μίας βλάβης κατά την διάρκεια της μετάδοσης στο μονοπάτι. Τα αρχικά μέτρα για τον οργανωτή του τεστ θα συμπεριλαμβάνουν την επιλογή επαρκούς υλικού ώστε να γίνει μια νοητή αξιολόγηση, και η καθιέρωση των συνθηκών του τεστ που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Εάν το αποτέλεσμα της απόκλισης παραμέτρου παρουσιάσει ενδιαφέρον, είναι απαραίτητο να διαλέξουμε ένα σετ παραμέτρων τα οποία θα καλύπτουν το βαθμό της βλάβης σε ένα μικρό αριθμό περίπου ίσων μέτρων.

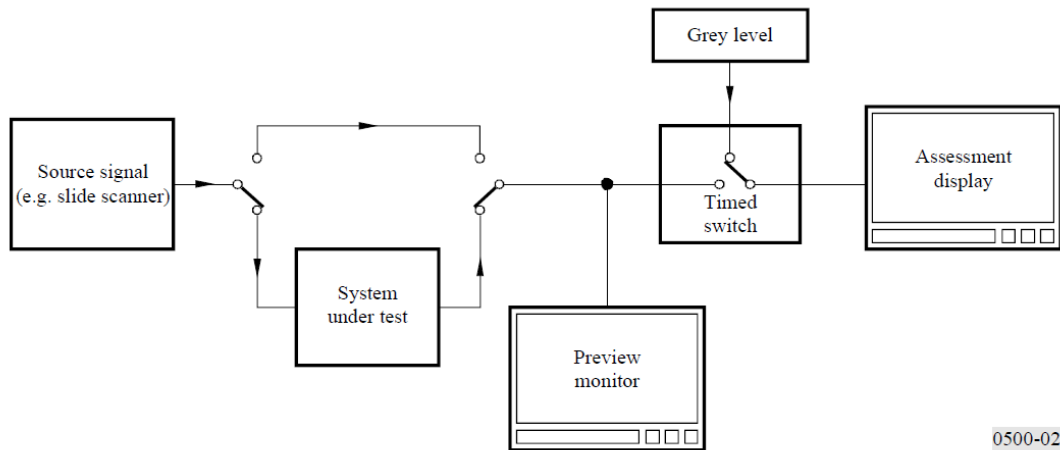
Σε ένα νέο σύστημα, για το οποίο οι τιμές τις παραμέτρου δεν είναι τόσο διαφοροποιημένες αξιολογείτε, αλλιώς αν είναι υποκειμενικά παρόμοιες χρειάζεται να προστεθούν “λάθη” ή να χρησιμοποιηθεί μια άλλη μέθοδο.

Η double – stimulus (EBU) μέθοδος είναι κυκλική στο ότι παρουσιάζουν στην αρχή στον αξιολογητή μια εικόνα χωρίς λάθος και στην συνέχεια ακολουθεί μια εικόνα με λάθος. Στην συνέχεια του ζητούν να εγκρίνει την δεύτερη έχοντας υπόψη την πρώτη εικόνα. Σε παρουσιάσεις οι οποίες διαρκούν μέχρι μισή ώρα παρουσιάζουν στον αξιολογητή μια σειρά εικόνων ή ακολουθιών βίντεο σε οποιαδήποτε σειρά και με τυχαία λάθη τα οποία καλύπτουν όλους τους απαιτούμενους συνδυασμούς. Η εικόνα “χωρίς λάθη” περιλαμβάνεται σε εικόνες και ακολουθίες βίντεο για να εκτιμηθεί. Στο τέλος των παρουσιάσεων, το μέσο αποτέλεσμα για κάθε συνθήκες δοκιμής και εικόνων δοκιμής υπολογίζεται.

Η μέθοδος χρησιμοποιεί την κλίμακα λαθών, για την οποία συνήθως βρίσκουν για την σταθερότητα των αποτελεσμάτων, που είναι μεγαλύτερη για μικρότερα λάθη από ότι για μεγαλύτερα λάθη. Αν και η μέθοδος καμία φορά χρησιμοποιείται με περιορισμένη έκταση λαθών, είναι περισσότερο σωστό να χρησιμοποιείται με μία ευρεία έκταση λαθών.

### 3.2.2 Γενική Διάταξη

Η γενικευμένη παράταξη για το σύστημα δοκιμής θα πρέπει να είναι όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1: Γενική διάταξη για το πειραματικό σύστημα για τη μέθοδο DSIS

Οι εκτιμητές εξετάζουν an assessment display το οποίο παρέχεται με ένα σήμα μέσω ενός χρονοδιακόπτη (timed switch). Το μονοπάτι του βήματος προς τον χρονοδιακόπτη μπορεί να είναι είτε άμεσα προς την πηγή σήματος ή έμμεσα μέσω του συστήματος υπό δοκιμή. Παρουσιάζουν στους εκτιμητές μια σειρά εικόνων δοκιμής ή ακολουθίες βίντεο. Παρουσιάζονται σε ζεύγη έτσι ώστε η πρώτη εικόνα στο ζεύγος να έρχεται κατευθείαν από την πηγή, και η δεύτερη να είναι η ίδια εικόνα διαμέσου του συστήματος υπό δοκιμή.

### 3.2.3 Παρουσίαση Του Υλικού Δοκιμής

Ένα τεστ συμπεριλαμβάνει έναν αριθμό παρουσιάσεων. Υπάρχουν δύο παραλλαγές στην δομή των παρουσιάσεων A και B πιο κάτω.

Παραλλαγή A: Η εικόνα αναφοράς ή ακολουθίας βίντεο και εικόνα δοκιμής ή ακολουθίας βίντεο παρουσιάζονται μόνο μια φορά όπως στο σχήμα 3.2.

Παραλλαγή B: Η εικόνα αναφοράς ή ακολουθίας παρουσιάζονται δύο φορές όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2.



Η παραλλαγή Β, η οποία είναι περισσότερο χρονοβόρα από την παραλλαγή Α, μπορεί πιθανόν να εφαρμοσθεί εάν η διάκριση πολύ μικρών βλαβών απαιτείται η κινούμενες ακολουθίες είναι υπό δοκιμή.

### 3.2.4 Κλίμακες Βαθμολόγησης

5. ανεπαίσθητη
4. αντιληπτή, αλλά όχι ενοχλητική
3. λίγο ενοχλητική
2. ενοχλητική
1. πολύ ενοχλητική

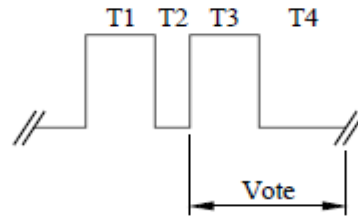
Οι εκτιμητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν έναν τύπο ο οποίος να δίνει την κλίμακα πολύ καθαρά.

### 3.2.5 Εισαγωγή Στις Εκτιμήσεις

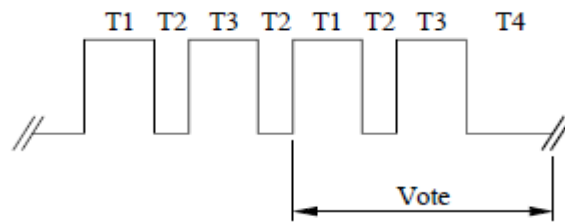
Στην αρχή κάθε παρουσίασης, εισάγουμε στους εκτιμητές τον τύπο της αξιολόγησης, την κλίμακα βαθμολόγησης, την ακολουθία και τον χρόνο ( αναφορά εικόνας, γκρι, test picture, περίοδο αξιολόγησης ).

Η έκταση και ο τύπος των λάθων για να αξιολογηθούν θα πρέπει να διευκρινίζονται σε εικόνες άλλες από εκείνες που χρησιμοποιούνται στις δοκιμές, αλλά παρόμοιας ευαισθησίας. Δεν πρέπει να υποδηλώνεται ότι το χειρότερο χαρακτηριστικό αντιστοιχεί στην κατώτατη υποκειμενική βαθμολόγηση. Θα πρέπει να ζητηθεί από τους παρατηρητές να βασισθούν στην κρίση τους στην γενική εντύπωση η οποία παρέχεται από την εικόνα, και να εκφράσουν αυτές τις εκτιμήσεις με όρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την υποκειμενική κλίμακα.

Οι παρατηρητές θα πρέπει να κοιτάξουν την εικόνα καθ'όλη την διάρκεια του T1 και T3. Σύγκριση θα πρέπει να επιτραπεί μόνο κατά την διάρκεια του T4. Η πείρα δηλώνει ότι επεκτείνοντας τις περιόδους T1 και T3 πέρα από 10s δεν βελτιώνει την ικανότητα του εκτιμητή για να αξιολογήσει τις εικόνες ή τις ακολουθίες βίντεο.



a) Variant I



b) Variant II

*Phases of presentation:*

T1 = 10 s	Reference picture
T2 = 3 s	Mid-grey produced by a video level of around 200 mV
T3 = 10 s	Test condition
T4 = 5-11 s	Mid-grey

Σχήμα 3.2: Παρουσίαση δομής του ελέγχου υλικών

### 3.2.6 Παρουσίαση Δοκιμής

Οι εικόνες και τα “ λάθη” θα πρέπει να παρουσιάζονται με μία ψευτο-τυχαία ακολουθία για κάθε παρουσίαση και κατά προτίμηση με διαφορετική ακολουθία για κάθε παρουσίαση. Σε οποιαδήποτε περίπτωση η ίδια δοκιμή εικόνας ή ακολουθίες βίντεο δεν θα πρέπει ποτέ να παρουσιάζονται σε δύο διαδοχικές περιστάσεις με τα ίδια ή διαφορετικά επίπεδα λαθών.

Το όριο των λαθών θα πρέπει να επιλεγεί έτσι ώστε όλες οι βαθμίδες να χρησιμοποιούνται από την πλειοψηφία των παρατηρητών. Ένα καλό μέσο αποτέλεσμα ( μέσος όρος των γενικών εκτιμήσεων κατά το πείραμα ) κοντά στο τρία θα πρέπει να είναι ο στόχος.

Μια παρουσίαση δεν θα πρέπει να διαρκεί περισσότερο από ½ ώρα

συμπεριλαμβανομένων των εξηγήσεων και των προκαταρτικών. Το τεστ θα μπορούσε να αρχίσει με λίγες εικόνες ενδεικτικές του μεγέθους των βλαβών, και οι εκτιμήσεις αυτών των εικόνων δεν θα ληφθεί υπόψη στα τελικά αποτελέσματα.

### 3.3 Η Μέθοδος Double-Stimulus Continuous Quality-Scale (DSCQS)

#### 3.3.1 Γενική Περιγραφή

Μια τυπική εκτίμηση πιθανόν να απατήσει αξιολόγηση ενός νέου συστήματος ή του αποτελέσματος της ποιότητας κατά την διάρκεια της μετάδοσης στο μονοπάτι. Η double – stimulus μέθοδος είναι πιθανά ιδιαίτερα χρήσιμη όταν δεν είναι δυνατό να παρασχεθούν οι όροι δοκιμής κινήτρων δοκιμής που εκθέτουν τη μεγάλη έκταση της ποιότητας. Η μέθοδος είναι κυκλική δεδομένου ότι ο αξιολογητής καλείται να δει ένα ζευγάρι εικόνων ή ακολουθίες βίντεο, κάθε μια από την ίδια πηγή, αλλά τη μια μέσω της υπό εξέταση διαδικασίας, και την άλλη άμεσα(αμέσως) από την πηγή. Καλείται να αξιολογήσει την ποιότητα και των δύο.

Στις συνεδριάσεις που διαρκούν μέχρι μισή ώρα, ο αξιολογητής παρουσιάζεται με μια σειρά ζευγαριών βίντεο (εσωτερικά τυχαίων) σε τυχαία διάταξη, και με τυχαία εξασθένιση που καλύπτουν όλους τους απαραίτητους συνδυασμούς. Στο τέλος των συνεδριάσεων, τα μέσα αποτελέσματα για κάθε όρο δοκιμής και βίντεο δοκιμής υπολογίζονται.

Η μέθοδος χρησιμοποιεί την κλίμακα λαθών, για την οποία συνήθως βρίσκουν για την σταθερότητα των αποτελεσμάτων που είναι μεγαλύτερη για μικρότερα λάθη από ότι για μεγαλύτερα λάθη. Αν και η μέθοδος καμία φορά χρησιμοποιείται με περιορισμένη έκταση λαθών, είναι περισσότερο σωστό να χρησιμοποιείται με μία ευρεία έκταση λαθών.

#### 3.3.2 Παρουσίαση Για Την Κατάλληλη Δοκιμή

Η παρουσίαση μιας δοκιμής συμπεριλαμβάνει έναν αριθμό παρουσιάσεων. Για την παραλλαγή 1 η οποία έχει έναν διεξάγον του τεστ, για κάθε παρουσίαση ο διεξάγον είναι ελεύθερος να αλλάξει μεταξύ Α και Β σημάτων μέχρι όπου ο εκτιμητής να έχει την ικανότητα μέτρησης της ποιότητας η οποία συνδέεται με κάθε σήμα. Ο διεξάγον μπορεί τυπικά να διαλέξει να κάνει αυτό δύο η τρεις φορές για χρονικά διαστήματα μέχρι 10s.

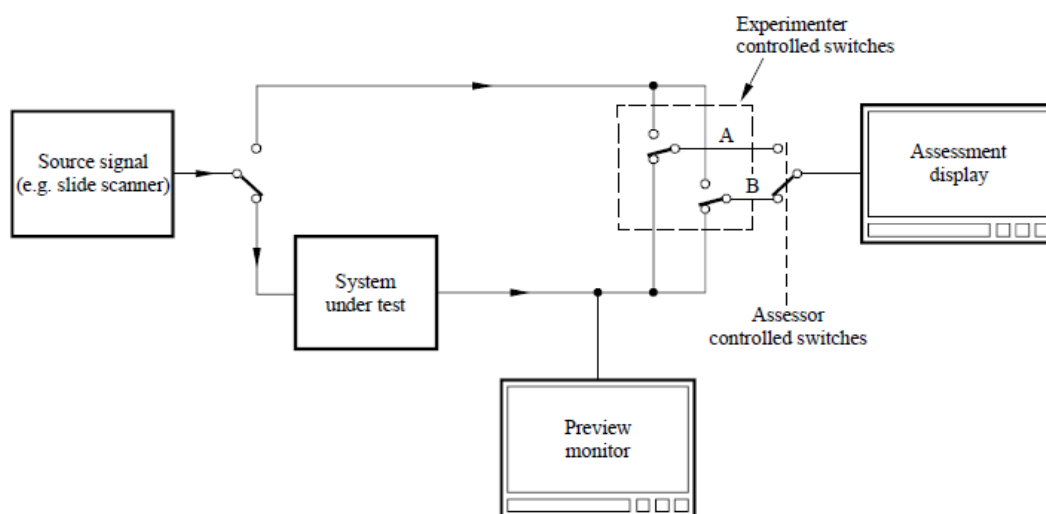
Για την παραλλαγή 2 η οποία χρησιμοποιεί έναν αριθμό από επιβλέποντες

συγχρόνως, πριν την καταγραφή των αποτελεσμάτων, το ζεύγος των καταστάσεων παρουσιάζεται μία ή περισσότερες φορές για ένα ίσο μέγεθος χρόνου για να επιτραπεί στον εκτιμητή να αποκτήσει την ικανότητα μέτρησης των χαρακτηριστικών τα οποία συνδέονται με αυτές τις καταστάσεις, τότε το ζεύγος εμφανίζεται ξανά μία ή περισσότερες φορές ενώ τα αποτελέσματα καταγράφονται. Ο αριθμός των επαναλήψεων εξαρτάται από το μέγεθος του χρόνου των ακολουθιών του τεστ.

Για ακίνητες εικόνες μία ακολουθία 3-4s και πέντε επαναλήψεων πιθανόν να είναι κατάλληλες. Για βίντεο ακολουθίες με αντικείμενα που ποικίλουν στον χρόνο, μία 10s ακολουθία βίντεο με δύο επαναλήψεις ( εγκρίνοντας κατά την διάρκεια της δεύτερης ) πιθανόν να είναι κατάλληλες. Η δομή των παρουσιάσεων παρουσιάζεται στο σχήμα 3.3.

Όπου πρακτικές μελέτες περιορίζουν την διάρκεια των ακολουθιών που είναι διαθέσιμες σε λιγότερο από 10s, συνθέσεις πιθανόν να γίνονται χρησιμοποιώντας αυτές τις πιο σύντομες ακολουθίες σαν δείγματα για την επέκταση του χρόνου παρουσίασης σε 10s. Για να μικρύνουμε την διακοπή στις ακολουθίες, διαδοχικά κομμάτια ακολουθίας πιθανόν να αντιστρέφονται στον χρόνο ( αυτό ονομάζεται: παλινδρομική παρουσίαση ).

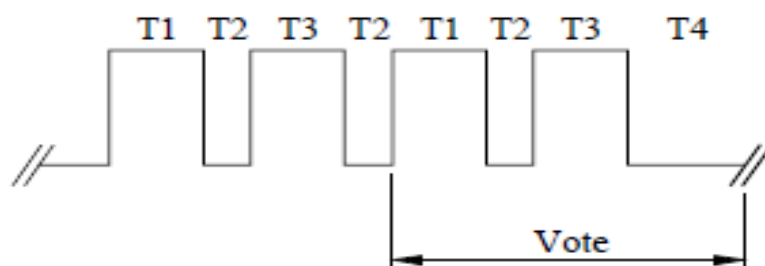
Φροντίδα πρέπει να ληφθεί για να εξασφαλίσει ότι οι συνθήκες του τεστ παρουσιάζονται ως αντίστροφου χρόνου δείγματα τα οποία αντιπροσωπεύουν πραγματικές διαδικασίες, δηλαδή πρέπει να επιτευχθούν περνώντας σε αναστρεφόμενο χρόνο πηγή σήματος μέσα από το σύστημα υπό δοκιμής.



Σχήμα 3.3 Υπάρχουν δύο παραλλαγές 1 και 2 οι οποίες σκιαγραφούνται πιο κάτω.

Παραλλαγή 1: Επιτρέπεται στον εκτιμητή, ο οποίος συνήθως είναι ο μόνος που μπορεί να αλλάξει τις δύο καταστάσεις A και B μέχρι ότου είναι ικανοποιημένος ότι έχει καθιερώσει την γνώμη του για την κάθε μία. Οι γραμμές A και B εφοδιάζονται με την άμεση βίντεο αναφοράς ή του βίντεο μέσω του συστήματος υπό δοκιμή, αλλά το οποίο τροφοδοτείται σε όποια γραμμή είναι τυχαία διαφορετική μεταξύ μιας συνθήκης (όρου) δοκιμής και της επόμενης, σημειωμένο από τον πειραματιστή, αλλά όχι ανακοινώσιμη/δηλωμένη.

Παραλλαγή 2: Οι αξιολογητές παρουσιάζονται κατά συνέπεια στα βίντεο από τις γραμμές A και B, για να καθιερώσουν την άποψη τους σχετικά με κάθε μια από αυτές. Οι γραμμές A και B τροφοδοτούνται για κάθε παρουσίαση όπως στην παραλλαγή 1 ανωτέρω. Η σταθερότητα των αποτελεσμάτων αυτής της παραλλαγής με μια περιορισμένη σειρά της ποιότητας θεωρείται/είναι ακόμα υπό έρευνα.



*Phases of presentation:*

T1 = 10 s	Test sequence A
T2 = 3 s	Mid-grey produced by a video level of around 200 mV
T3 = 10 s	Test sequence B
T4 = 5-11 s	Mid-grey

0500-05

Σχήμα 3.4 Παρουσίαση δομής του ελέγχου υλικών

### 3.3.3 Κλίμακα Βαθμολόγησης

Η μέθοδος απαιτεί την εκτίμηση δύο παραλλαγών κάθε βίντεο δοκιμής. Ένα βίντεο από το ζεύγος βίντεο δοκιμής είναι χωρίς λάθη ενώ το άλλο πιθανόν να περιέχει ένα ή περισσότερα λάθη. Το σωστό βίντεο συμπεριλαμβάνεται για να εξυπηρετήσει ως αναφορά, αλλά δεν λένε στους παρατηρητές ποιο είναι το βίντεο. Στη σειρά δοκιμών, η θέση του βίντεο αναφοράς αλλάζεται με ένα ψευδή τυχαίο τρόπο. Οι παρατηρητές απλώς πρέπει να αξιολογήσουν την γενική ποιότητα του βίντεο κάθε παρουσίασης εισάγοντας ένα όριο σε κατακόρυφη κλίμακα.

Οι κατακόρυφες κλίμακες τυπώνονται σε ζεύγη για να διευκολύνουν την διπλή παρουσίαση κάθε βίντεο δοκιμής. Οι κλίμακες παρέχουν ένα συνεχές σύστημα αξιολόγησης για την αποφυγή συσσώρευσης λαθών, αλλά διαιρούνται σε πέντε ίσα μεγέθη τα οποία αντιστοιχούν στην φυσιολογική ITU-R πέντε βαθμών ποιοτικής κλίμακας.

Οι συνδεδεμένοι όροι οι οποίοι ταξινομούν (θέτουν κατά κατηγορία) τα διαφορετικά επίπεδα οι ίδιοι με εκείνους που κανονικά χρησιμοποιούνται. Αλλά εδώ, αυτά συμπεριλαμβάνονται για γενική καθοδήγηση και τυπώνονται στην κλίμακα.

## 3.4 Η Μέθοδος Simultaneous Double Stimulus For Continuous Evaluation (SDSCE)

### 3.4.1 Γενική Περιγραφή

Η ιδέα της συνεχούς αξιολόγησης ήρθε στο ITU-R επειδή οι προηγούμενοι μέθοδοι παρουσιάζουν κάποιες ανεπάρκειες στην μέτρηση της ποιότητας του βίντεο σε συμπιεσμένα ψηφιακά βίντεο. Τα κύρια μειονεκτήματα των προηγούμενων τυποποιημένων μεθόδων συνδέονται με την εμφάνιση πλαισίων κινούμενων αντικειμένων στα παρουσιαζόμενα βίντεο. Στα προηγούμενα πρωτόκολλα, η διάρκεια του χρόνου θέασης των ακολουθιών του βίντεο υπό-αξιολόγηση γενικά περιορίζεται στα 10 s χρόνος που δεν είναι προφανώς αρκετός για τον παρατηρητή να σχηματίσει γνώμη που θα μπορούσε να συμβεί στην πραγματική επίδοση.

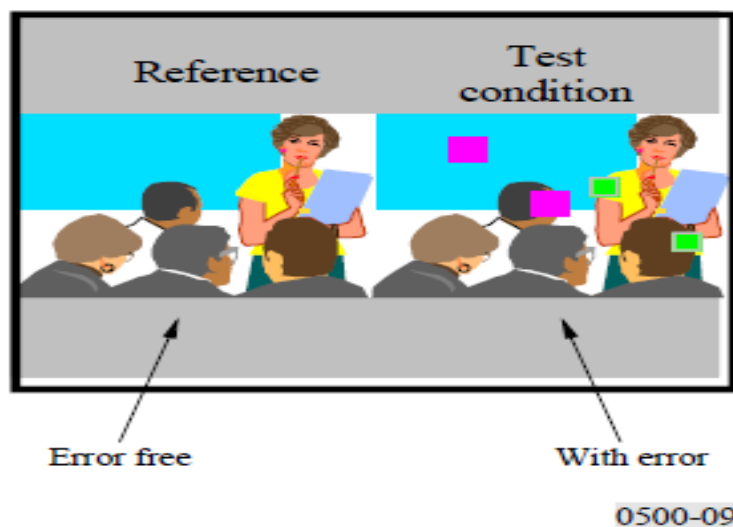
Τα ψηφιακά αντικείμενα εξαρτώνται πάρα πολύ από το περιεχόμενο στον χώρο και χρόνο της αρχικής εικόνας. Αυτό είναι αλήθεια για τα συμπιεσμένα βίντεο αλλά επίσης αφορούν συμπεριφορά ψηφιακών συστημάτων μετάδοσης ως προς την αυθεντικότητα λαθών. Με τις προηγούμενες τυποποιημένες μεθόδους ήταν πολύ

δύσκολο να διαλέξεις αντιπροσωπευτικές ακολουθίες βίντεο, ή τουλάχιστον να αξιολογήσεις της αντιπροσώπευσης τους. Για τον λόγο αυτό, το ITU-R εισήγαγε την μέθοδο SSCQE, η οποία μπορεί να μετρήσει την ποιότητα των βίντεο σε μακρύτερης διάρκειας ακολουθίες, αντιπροσωπευτικές του περιεχομένου του βίντεο και των στατιστικών λαθών.

Για την αναπαραγωγή συνθηκών θέασης οι οποίες είναι όσο τον δυνατόν πιο κοντά σε πραγματικές καταστάσεις, δεν χρησιμοποιούνται αναφορές κατά την SSCQE. Όταν πρέπει να αξιολογηθεί η ποιότητα πρέπει να εισαχθούν συνθήκες αναφοράς SDSCE έχει αναπτυχθεί ξεκινώντας από SSCQE, κάνοντας ελαφρές αποκλίσεις όσον αφορά τον τρόπο παρουσίασης των βίντεο προς τους παρατηρητές και όσον αφορά την κλίμακα αξιολόγησης. Η μέθοδος προτάθηκε στο MPEG για να αξιολογήσει τα λάθη σε πολύ χαμηλό βαθμό. Αλλά μπορεί να εφαρμοσθεί καταλλήλως σε όλες εκείνες τις περιπτώσεις όπου η ποιότητα οπτικών πληροφοριών επηρεάζονται από χρονικά μεταβαλλόμενο υποβιβασμό. Σαν αποτέλεσμα, η ακόλουθη SDSCE τεχνική έχει αναπτυχθεί και δοκιμαστεί.

### 3.4.2 Η Διαδικασία Του Τεστ

Το πάνελ των παρευρισκομένων παρακολουθεί δύο ακολουθίες συγχρόνως. Μια είναι η πηγή και η άλλη είναι το τεστ. Εάν η μορφή της ακολουθίας είναι SIF ή μικρότερη, η δύο ακολουθίες βίντεο μπορούν να παρουσιασθούν η μια δίπλα στην άλλη, στο ίδιο μόνιτορ, αλλιώς δύο ευθυγραμμισμένα μόνιτορ θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν.



Σχήμα 3.5 Παράδειγμα μορφής εμφάνισης

Ζητείται από τους παρατηρητές να ελέγξουν τις διαφορές μεταξύ των δυο ακολουθιών βίντεο και να αξιολογήσουν την ποιότητα των πληροφοριών του βίντεο μετακινώντας τον ρυθμιστή για την ψηφοφορία. Όταν η ποιότητα είναι τέλεια, η μετακίνηση θα είναι στην κορυφή της κλίμακας αξιολόγησης, όταν η ποιότητα είναι μηδενική, ο δείκτης θα είναι στο κάτω μέρος της κλίμακας. Οι παρατηρητές είναι ενήμεροι ποιά είναι η διαφορά και τους ζητούν να εκφράσουν την γνώμη τους, ενώ παρακολουθούν τις ακολουθίες βίντεο, καθόλη την διάρκεια τους.

### 3.4.3 Οι Διαφορετικές Φάσεις

Η φάση εκπαίδευσης είναι ένα σημαντικό μέρος αυτής της μεθόδου, επειδή οι παρατηρητές πιθανόν να κατανοήσουν το καθήκον τους. Θα πρέπει να παρέχονται γραπτές οδηγίες και να είναι βέβαιο ότι όλοι οι παρατηρητές λαμβάνουν ακριβώς τις ίδιες πληροφορίες. Οι οδηγίες θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν εξηγήσεις για το τι οι παρατηρητές θα δουν, τι θα πρέπει να αξιολογήσουν ( πχ διαφορά στην ποιότητα ) και πως να εκφράσουν την γνώμη τους.

Ο διευθύνοντας του τεστ θα πρέπει να απαντά στις ερωτήσεις που υποβάλουν οι παρατηρητές ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε παρεξήγηση. Μετά τις οδηγίες, μια παρουσίαση θα πρέπει να γίνεται. Κατά αυτόν τον τρόπο οι παρατηρητές γνωρίζονται τόσο με την διαδικασία έγκρισης όσο και με το είδος των λαθών. Τελικά, ένα ψεύτικο τεστ θα πρέπει να διεξάγεται όπου ένας αριθμός αντιπροσωπευτικών συνθηκών δεικνύεται.

Οι ακολουθίες θα πρέπει να είναι διαφορετικές από εκείνες οι οποίες χρησιμοποιούνται στο τεστ και θα πρέπει να προβάλλονται η μία μετά την άλλη χωρίς καμία διακοπή. Όταν θα τελειώσει το ψεύτικο τεστ, ο διεξάγον του τεστ θα πρέπει να ελέγξει κυρίως ότι στην περίπτωση των συνθηκών του τεστ οι αναφορές των εκτιμήσεων θα είναι περίπου στο 1 εκατοστό. Εάν οι παρατηρητές δηλώσουν να δουν κάποιες διαφορές ο διεξάγον του πειράματος θα πρέπει να επαναλάβει τόσο τις εξηγήσεις όσο και το ψεύτικο τεστ.

Χαρακτηριστικά του test protocol

Οι ακόλουθοι ορισμοί εφαρμόζονται στην περιγραφή του test protocol.

- Τμήμα βίντεο (Video segment VS): Ένα VS αντιστοιχεί σε μια ακολουθία βίντεο.



- Κατάσταση δοκιμής (Test condition TC): Ένα TC μπορεί να είναι είτε μία καθορισμένη διεργασία βίντεο, μια μετάδοση βίντεο ή και τα δύο. Κάθε VS (video segment) θα πρέπει να επεξεργασθεί σύμφωνα με τουλάχιστον ένα test condition. Επιπλέον θα πρέπει αναφορές να προστεθούν στον κατάλογο των test conditions, για να καταστήσουν ζεύγη αναφοράς ή αναφορών για να αξιολογηθούν.
- Σύνοδος (Session S): Μια παρουσίαση είναι μια σειρά διαφορετικών ζευγών VS/TC χωρίς διαχωρισμό και τοποθετημένων σε μία τυχαία σειρά. Κάθε παρουσίαση περιέχει όλα τα VS και TC τουλάχιστον μια φορά αλλά όχι απαραίτητα όλους τους συνδυασμούς VS/TC.
- Δοκιμή παρουσίασης (Test presentation TP): Μια παρουσίαση τεστ είναι μια σειρά παρουσιάσεων για να περιβάλει όλους τους συνδυασμούς VS και TC. Όλοι οι συνδυασμοί VS/TC πρέπει να ψηφίζονται από τον ίδιο αριθμό παρατηρητών (αλλά όχι απαραίτητα από τους ίδιους τους παρατηρητές).
- Λεπτομέρειες της περιόδου (Voting period): Κάθε παρατηρητής να ψηφίζει συνεχώς κατά την διάρκεια της παρουσίασης.
- Τμήμα των ψήφων (Segment of votes SOV): Ένα μέρος 10s ανά ψήφο. Όλοι οι ψήφοι επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας ομάδες 20 διαδοχικών ψήφων (ισότιμο με 10s) χωρίς καμία κάλυψη.

#### 3.4.4 Επεξεργασία Δεδομένων

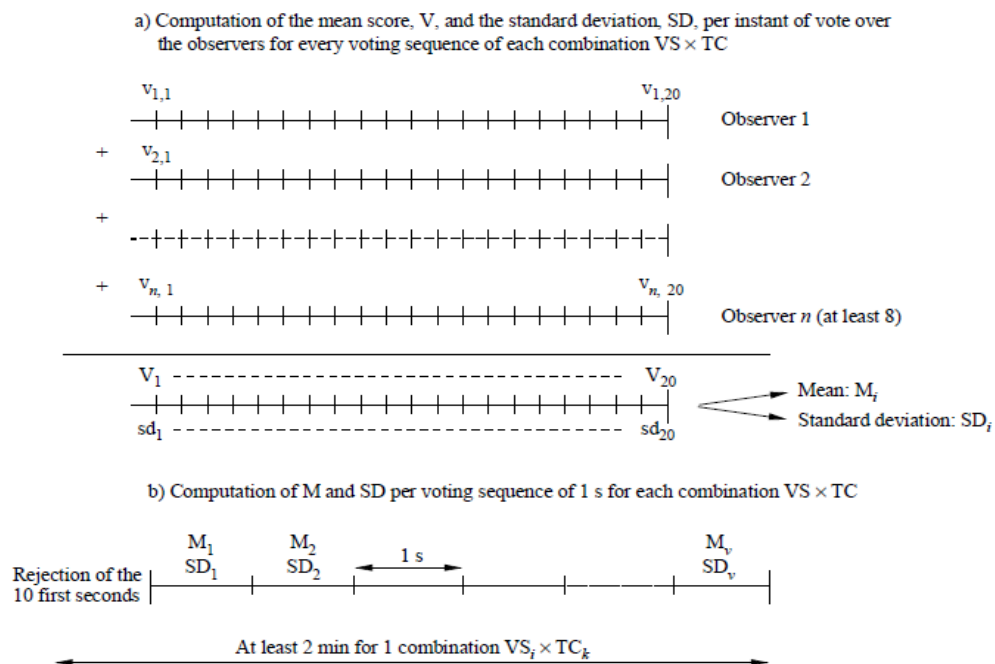
Εφόσον το τεστ έχει διεξαχθεί, ένας ή περισσότεροι φάκελοι δεδομένων είναι διαθέσιμοι, οι οποίοι περιέχουν τους ψήφους διαφορετικών συνεδριάσεων (S) οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το συνολικό αριθμό ψήφων για το test condition (TC). Ένας πρώτος έλεγχος εγκυρότητας των δεδομένων μπορεί να γίνει επαληθεύοντας ότι κάθε ζεύγος VS/TC έχει σταλεί και ότι ένας αντίστοιχος αριθμός ψήφων έχει κατανεμηθεί σε ένα από αυτά. Δεδομένα τα οποία έχουν συγκεντρωθεί από τεστ τα οποία έχουν διεξαχθεί σύμφωνα με αυτό το πρωτόκολλο, μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Στατιστική ανάλυση κάθε έναν ξεχωριστά VS.

- Στατιστική ανάλυση κάθε έναν ξεχωριστά TC.
- Γενική στατιστική ανάλυση όλων των ζευγών VS/TC.

Μία πολλαπλών βημάτων ανάλυση απαιτείται σε κάθε περίπτωση:

- Μέσα και αποκλίσεις δεδομένων υπολογίζονται για κάθε ψήφο από τους παρατηρητές.
- Μέσα και αποκλίσεις δεδομένων υπολογίζονται για κάθε SOV, όπως απεικονίζονται στο σχήμα 3.6. Τα αποτελέσματα αυτού του σταδίου μπορούν να παρουσιασθούν σε ένα χρονικό διάγραμμα.
- Στατιστική κατανομή των μέσων τα οποία υπολογίζονται στο προηγούμενο στάδιο, και ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης τους. Για να αποφύγουμε τη μείωση του αποτελέσματος εξαιτίας του προηγούμενου VS και TC συνδυασμού, οι πρώτοι 10 ψήφοι για κάθε VS και TC απορρίπτονται.
- Το γενικό χαρακτηριστικό ενόχλησης υπολογίζεται συσσωρεύοντας τις συχνότητες εμφάνισης. Τα διαστήματα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό όπως δεικνύεται στο σχήμα 3.6.



0500-10

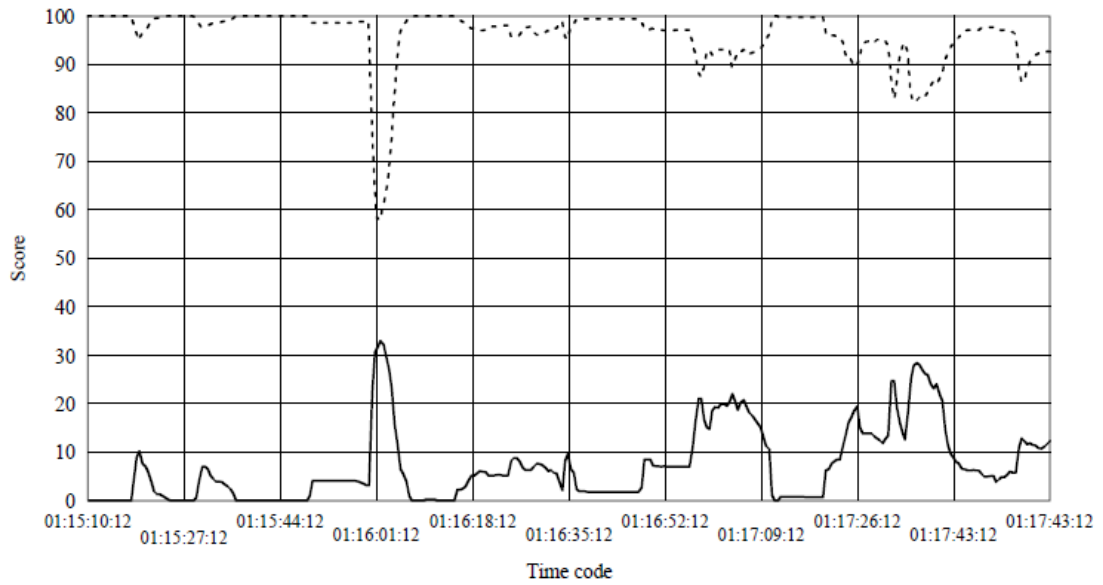
Σχήμα 3.6 Επεξεργασία δεδομένων, (α) Υπολογισμός της μέσης βαθμολογίας,  $V$ , και η τυπική απόκλιση,  $SD$ , ανά στιγμιαίο ψήφου άνω παρατηρητών για κάθε ακολουθία ψήφου κάθε συνδυασμού  $VS \times TC$ . (β) Υπολογισμός του  $M$  και  $SD$  ανά ψήφου ακολουθία 1 s για κάθε συνδυασμό  $VS \times TC$ .

### 3.4.5 Αξιοπιστία Των Παρατηρητών

Η αξιοπιστία των παρατηρητών μπορεί να αξιολογηθεί ποιοτικά ελέγχοντας την συμπεριφορά τους όταν η παρουσίαση δεικνύεται. Στις περιπτώσεις αυτές οι παρατηρητές αναμένεται να δώσουν εκτιμήσεις πολύ κοντά στο 100. Αυτό αποδεικνύει ότι τουλάχιστον έχουν κατανόηση το καθήκον τους και ότι δεν θα δώσουν τυχαίες εκτιμήσεις. Επιπλέον, η αξιοπιστία των παρατηρητών μπορεί να ελεγχθεί, χρησιμοποιώντας διαδικασίες που είναι κοντά σε αυτές που περιγράφησαν στην προηγούμενη παράγραφο για την μέθοδο SSCQE. Κατά την SDSCE διαδικασία, η αξιοπιστία των εκτιμήσεων εξαρτάται από τις δύο ακόλουθες παραμέτρους:

- Συστηματική αλλαγή κατεύθυνσης (Systematic shifts): Κατά την διάρκεια ενός τεστ ένας παρατηρητής μπορεί να είναι πάρα πολύ αισιόδοξος ή πάρα πολύ απαισιόδοξος, ή ακόμα να έχει παρουσιάσει τις διαδικασίες έγκρισης (την σημασία τις κλίμακα αξιολόγησης). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια σειρά αξιολογήσεων συστηματικά ως επί το πλείστον, οι οποίες προκύπτουν από μεσαίες σειρές, εάν όχι εντελώς εκτός κλίμακας.
- Τοπικές αντιστροφές (Local inversions): Όπως και σε άλλες γνωστές διαδικασίες τεστ, οι παρατηρητές μπορούν καμία φορά να ψηφίζουν χωρίς να δίνουν σημασία στην ποιότητα της ακολουθίας η οποία εμφανίζεται. Στην περίπτωση αυτή, η γενική καμπύλη έγκρισης μπορεί να είναι σχετικά ενός μέτριου ορίου. Άλλα Local inversions μπορούν παρόλα αυτά να παρατηρηθούν.

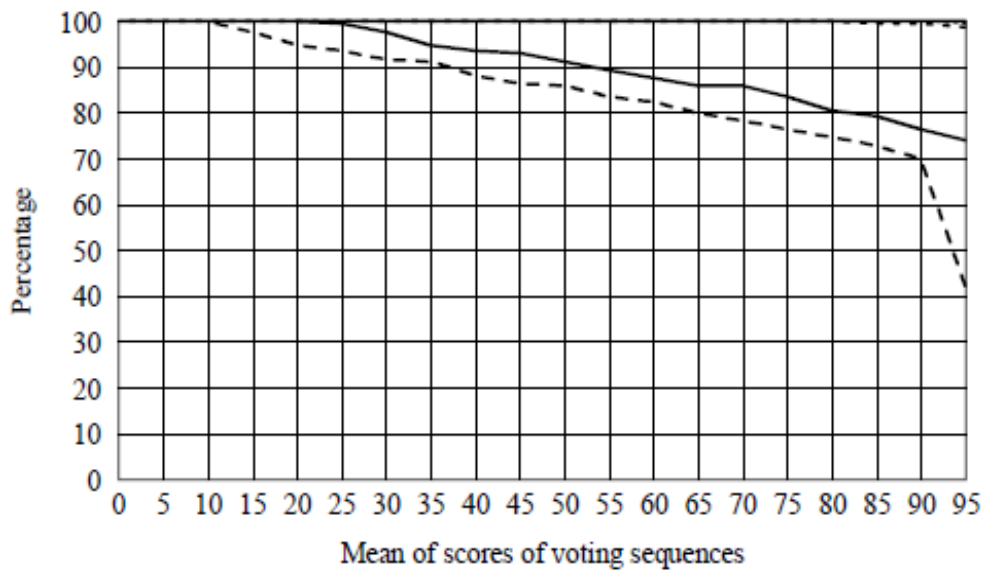
Αυτά τα δύο ανεπιθύμητα αποτελέσματα θα μπορούσαν να αποφευχθούν. Η εκπαίδευση των συμμετεχόντων είναι βέβαια πολύ σημαντική. Αλλά η χρήση ενός εργαλείου το οποίο επιτρέπει τις ανιχνεύσεις και, εάν είναι ανάγκη και την παράβλεψη ασυνεπών παρατηρητών θα πρέπει να είναι δυνατόν.



----- Mean  
 \_\_\_\_\_ Standard deviation

0500-11

Σχήμα 3.7 Πρώτο χρονικά διάγραμμα



----- Critical  
 \_\_\_\_\_ No error  
 - - - - - Typical

0500-12

Σχήμα 3.8 Γενικά χαρακτηριστικά ενόχλησης που υπολογίζονται από τη στατιστική κατανομή και συμπεριλαμβανομένου του confidence interval

### 3.4.6 Παρατηρήσεις

Άλλες τεχνικές όπως μέθοδοι πολυδιάστατης κλίμακας και πολυποίκιλες μέθοδοι, περιγράφονται στην αναφορά ITY-R και είναι ακόμα υπό μελέτη. Όλες μέχρι τώρα περιγραφόμενες μελέτες έχουν ισχύ και περιορισμούς και ακόμα δεν είναι δυνατόν να συστήσουμε η την μία η την άλλη. Έτσι παραμένει στην κρίση του ερευνητή να επιλέξει μεθόδους περισσότερο κατάλληλους στις επικείμενες περιστάσεις.

Οι περιορισμοί των διαφόρων μεθόδων υποδηλώνουν ότι πιθανόν να μην είναι σωστό να δίνουμε τόσο πολύ βάρος σε μία μόνο μέθοδο. Έτσι πιθανόν να είναι σωστό να λαμβάνουμε υπόψη περισσότερο ολοκληρωμένες προσεγγίσεις όπως είτε την χρήση αρκετών μεθόδων είτε την χρήση πολυδιάστατης προσέγγισης.

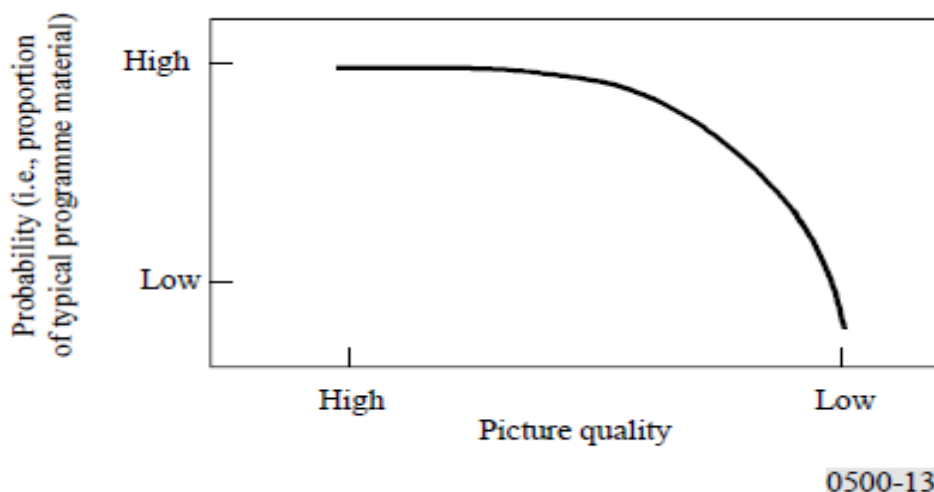
### 3.4.7 Χαρακτηριστικό Αποτυχίας Στο Περιεχόμενο Του Βίντεο

Ακολουθώντας την εφαρμογή, ένα σύστημα θα υπόκειται σε ένα ενδεχομένως ευρύ αριθμό υλικού προγράμματος μερικό από το οποίο να είναι αδύνατον να περιβάλει χωρίς απώλεια ως προς την ποιότητα. Για να λάβουμε υπόψη την καταλληλότητα του συστήματος, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τόσο την αναλογία του προγράμματος που θα αποδειχθεί σημαντικό για το σύστημα, όσο και την απώλεια σε ποιότητα η οποία αναμένεται σε τέτοιες περιπτώσεις.

Σαν αποτέλεσμα, αυτό που απαιτείται είναι ένα χαρακτηριστική αποτυχία βίντεο περιεχομένου για το υπό μελέτη σύστημα. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό αποτυχίας είναι ιδιαίτερα σημαντικό για συστήματα των οποίων η απόδοση πιθανόν να μην υποβαθμίζεται ομοιόμορφα καθόσον το υλικό γίνεται όλο και περισσότερα σημαντικό. Πχ, κάποια ψηφιακά και προσαρμόσιμα συστήματα πιθανόν να διατηρούν υψηλή ποιότητα ως προς έναν μεγάλο αριθμό υλικού προγράμματος, αλλά υποβαθμίζονται έξω από το όριο.

### 3.4.8 Άντλιση Των Χαρακτηριστικών Αποτυχίας

Γενικά, τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου βίντεο δημιουργεί την αναλογία του υλικού που είναι πιθανόν να συμβεί μακροπρόθεσμα, για την οποία το σύστημα θα πετύχει ιδιαίτερα επίπεδα ποιότητας.

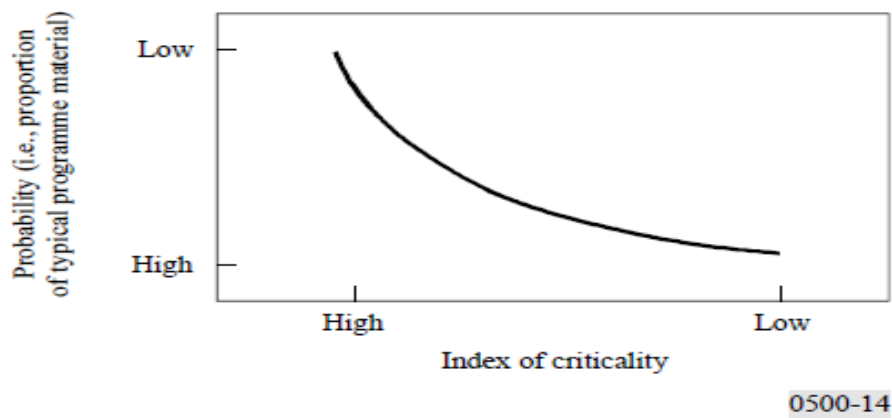


Σχήμα 3.9 Γραφική αναπαράσταση των πιθανοτήτων εικόνας-περιεχομένου σε χαρακτηριστικά αποτυχίας.

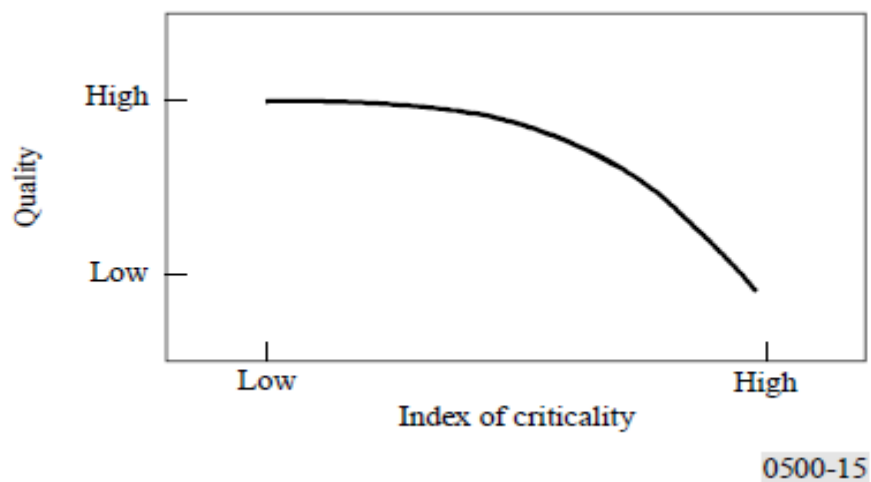
Ένα χαρακτηριστικό για την αποτυχία βίντεο μπορεί να συμβεί σε τέσσερα στάδια.

- Βήμα 1: Έχει να κάνει με την αποφασιστικότητα μιας αλγοριθμικής μέτρησης για criticality κάποια θα πρέπει να είναι σε θέση να αξιολογήσει έναν αριθμό ακολουθιών βίντεο οι οποίες υπόκειται σε παραποίηση από το σύστημα ή κατηγορία συστημάτων, με τέτοιο τρόπο που η σειρά της αξιολόγησης ανταποκρίνεται σε εκείνο το οποίο θα επιτυγχανόταν εάν οι παρατηρητές εκτελούσαν την εργασία. Αυτό το μέτρο κριτικής πιθανόν να εμπλέκει απόψεις οπτικού μοντέλου.
- Βήμα 2: Εμπλέκει την παραγωγή, εφαρμόζοντας το μέτρο της κριτικής σε ένα μεγάλο αριθμό δειγμάτων κανονικών τηλεοπτικών προγραμμάτων, μιας κατανομής η οποία υπολογίζει την δυνατότητα της εμφάνισης του υλικού το οποίο περιέχει διαφορετικά ποιοτικά επίπεδα για το σύστημα ή την κατηγορία συστημάτων που είναι υπό μελέτη.
- Βήμα 3: Εμπλέκει την παραγωγή, με εμπειρικά μέσα της ικανότητας του συστήματος για να διατηρήσει την ποιότητα καθόσον το επίπεδο της ποιότητας του υλικού του προγράμματος αυξάνεται. Στην πράξη αυτό απαιτεί υποκειμενική αξιολόγηση της ποιότητας ή οποία επιτυγχάνεται από το σύστημα με υλικά επιλεγμένα για να δοκιμάσουν το όριο της ποιότητας το οποίο προσδιορίζεται στο στάδιο 2. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μια λειτουργία

η οποία συσχετίζει την ποιότητα η οποία επιτυγχάνεται από το σύστημα με το επίπεδο της ποιότητας στο υλικό του προγράμματος. Μια τέτοια λειτουργία φαίνεται από το σχήμα 3.10.



Σχήμα 3.10 Πιθανότητα εμφάνισης του υλικού στα διαφορετικά επίπεδα κρισιμότητας.



Σχήμα 3.11 Μια πιθανή λειτουργία που αφορά την ποιότητα της κρισιμότητας υλικού προγραμμάτων.

- Βήμα 4: Εμπλέκει τον συνδυασμό πληροφοριών των σταδίων 2 και 3 για να παράγει ένα χαρακτηριστικό της αποτυχίας βίντεο της μορφής όπως φαίνεται στο σχήμα 3.11.

### 3.4.9 Χρήση Του Χαρακτηριστικού Αποτυχίας

Στην μετάδοση μιας γενικής εικόνας της απόδοσης η οποία είναι δυνατόν να επιτευχθεί με έναν αριθμό πιθανού υλικού προγράμματος, το χαρακτηριστικό αποτυχίας είναι ένα σημαντικό εργαλείο για να λάβουμε υπόψη την καταλληλότητα των συστημάτων. Το χαρακτηριστικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τρεις τρόπους:

- Βελτίωση παραμέτρων (πχ source resolution, Bit Rate, Bandwidth) ενός συστήματος κατά το στάδιο του σχεδιασμού για να το ταιριάξουμε με τις απαιτήσεις μιας λειτουργίας.
- Να λάβουμε υπόψη μας την καταλληλότητα ενός μόνου συστήματος (πχ να προβλέψουμε την επίπτωση και σοβαρότητα της αποτυχίας κατά την λειτουργία).
- Να εκτιμήσουμε τις σχετικές καταλληλότητες εναλλακτικών συστημάτων (πχ σύγκριση χαρακτηριστικών αποτυχίας και να αποφασίσουμε ποιο σύστημα είναι πιο κατάλληλο να χρησιμοποιήσουμε). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, ενώ εναλλακτικά συστήματα ενός παρόμοιου τύπου πιθανόν να χρησιμοποιήσουν τον ίδιο δείκτη ποιότητας. Είναι δυνατόν τα συστήματα ενός διαφορετικού τύπου, πιθανόν να έχουν διαφορετικούς δείκτες ποιότητας. Παρόλο αυτά, τα χαρακτηριστικά της αποτυχίας εκφράζουν μόνο την πιθανότητα ότι τα διαφορετικά επίπεδα ποιότητας θα είναι θεατά στην πράξη, χαρακτηριστικά που μπορούν να συγκριθούν άμεσα και ακόμα και όταν προέρχονται από διαφορετικούς, συγκεκριμένου συστήματος δείκτες ποιότητας.

Ενώ η μέθοδος η οποία περιγράφεται σε αυτήν την αναφορά παρέχει ένα μέτρο μέτρησης των χαρακτηριστικών αποτυχίας των περιεχομένων βίντεο ενός συστήματος, πιθανόν να μην βλέπει πλήρως την απόδοση του συστήματος σε έναν θεατή μιας τηλεοπτικής λειτουργίας. Για να πετύχουμε αυτές τις πληροφορίες πιθανόν να είναι απαραίτητο για έναν αριθμό θεατών να παρακολουθούν κωδικοποιημένα προγράμματα.



### 3.5 Μέθοδος Προσδιορισμού Με Ένα Σύνθετο Χαρακτηριστικής Αποτυχίας Για Το Πρόγραμμά Και Για Το Περιεχόμενο

#### 3.5.1 Εισαγωγή

Ένα σύνθετο χαρακτηριστικό αποτυχίας συνδυάζει αντιληπτή ποιότητα βίντεο με δυνατότητα εμφάνισης στην πράξη με τρόπο ο οποίος σαφώς λαμβάνει υπόψη τόσο το περιεχόμενο του προγράμματος όσο και τις συνθήκες μετάδοσης. Γενικά ένα τέτοιο χαρακτηριστικό θα μπορούσε να προέλθει από μία υποκειμενική μελέτη η οποία εμπλέκει επαρκείς αριθμούς παρατηρητικότητας, χρόνους του τεστ, και σημεία αποδοχής για την παραγωγή ενός δείγματος το οποίο αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό του πιθανού περιεχομένου προγράμματος και συνθηκών μετάδοσης. Παρόλα αυτά στην πράξη, ένα πείραμα αυτού του είδους δεν έχει κανένα νόημα.

Το παρόν παράρτημα περιγράφει μια εναλλακτική, περισσότερη έτοιμη να πραγματοποιήσει διαδικασία για τον ορισμό σύνθετων χαρακτηριστικών αποτυχίας. Αυτή η μέθοδος αποτελείται από δύο στάδια.

- Ανάλυση περιεχομένου προγράμματος.
- Ανάλυση μετάδοση στο κανάλι.

#### 3.5.2 Ανάλυση Περιεχομένου Προγράμματος

Αυτό το στάδιο περιέχει δύο λειτουργίες. Πρώτον μια κατάλληλη μέτρηση του περιεχομένου του προγράμματος παράγεται και δεύτερον, οι δυνατότητες της εκτίμησης αυτού του μέτρου που συμβαίνει στην πράξη, υπολογίζονται. Μια μέτρηση του περιεχομένου προγράμματος είναι μια στατιστική η οποία περιλαμβάνει απόψεις του περιεχομένου του προγράμματος που τονίζουν την ικανότητα των συστημάτων υλικού προγράμματος. Σαφώς θα ήταν χρήσιμο, εάν αυτό το μέτρο βασιζόταν σε ένα κατάλληλο συνεχές μοντέλο.

Παρόλα αυτά, επειδή δεν υπάρχει ένα τέτοιο μοντέλο, μια μέτρηση η οποία περιλαμβάνει κάποια άποψη της έκτασης ποικιλίας χώρου εντός και διαμέσου πεδίων πιθανόν να είναι αρκετή, αρκεί αυτή η μέτρηση να έχει μια περίπου μονοτονική σχέση με αντιληπτή ποιότητας εικόνας. Πιθανόν να είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικές μετρήσεις για συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν

κατά βάση διαφορετικές προσεγγίσεις στην παρουσίαση των βίντεο. Εφόσον μια κατάλληλη μέτρηση έχει επιλεγθεί, είναι απαραίτητο να υπολογίσουμε τις πιθανότητες με τις οποίες οι δυνατές αξίες αυτής της στατιστικής συμβαίνουν. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Με την εμπειρική διαδικασία, ένα τυχαίο δείγμα πιθανόν 200 τμημάτων προγράμματος ανά 10s εκτελείται. Η ανάλυση αυτού του δείγματος παράγει σχετικές συχνότητες εμφάνισης.
- Με την θεωρητική μέθοδο, ένα θεωρητικό μοντέλο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δυνατοτήτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και η εμπειρική μέθοδο προτείνεται, πιθανόν να είναι απαραίτητο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιούμε την θεωρητική μέθοδο (πχ όταν δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για το περιεχόμενο του προγράμματος, όπως με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών παραγωγής).

Οι προαναφερθείσες αναλύσεις θα έχουν σαν αποτέλεσμα μια πιθανή διανομή για εκτιμήσεις στατιστικού περιεχομένου. Αυτό θα συνδυαστεί με τα αποτελέσματα της ανάλυσης των συνθηκών μετάδοσης για να προετοιμαστούν για το τελικό στάδιο της διαδικασίας.

### 3.5.3 Ανάλυση Μετάδοσης Στο Κανάλι

Αυτό το στάδιο επίσης εμπλέκει δύο λειτουργίες. Πρώτον ένα μέτρο εκτέλεσης από το κανάλι μετάδοσης παράγεται. Δεύτερον, η πιθανότητες με τις οποίες η εκτίμηση του μέτρου συμβαίνουν στην πράξη, υπολογίζονται. Μια μέτρηση του περιεχομένου προγράμματος είναι μια στατιστική η οποία περιλαμβάνει απόψεις του περιεχομένου του προγράμματος που τονίζουν την ικανότητα των συστημάτων υλικού προγράμματος. Σαφώς θα ήταν χρήσιμο, εάν αυτό το μέτρο βασιζόταν σε ένα κατάλληλο συνεχές μοντέλο.

Παρόλα αυτά, επειδή δεν υπάρχει ένα τέτοιο μοντέλο, μια μέτρηση η οποία περιλαμβάνει κάποια άποψη της έκτασης ποικιλίας χώρου εντός και διαμέσου πεδίων πιθανόν να είναι αρκετό, αρκεί αυτή η μέτρηση να έχει μια περίπου μονοτονική σχέση με αντιληπτή ποιότητας βίντεο. Πιθανόν να είναι απαραίτητο να χρησιμοποιήσουμε διαφορετικές μετρήσεις για συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν κατά βάση διαφορετικές προσεγγίσεις στην κωδικοποίηση που γίνεται στο κανάλι.

Εφόσον μια κατάλληλη μέτρηση έχει επιλεγθεί, είναι απαραίτητο να υπολογίσουμε τις πιθανότητες με τις οποίες οι δυνατές αξίες αυτής της στατιστικής συμβαίνουν. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Με την εμπειρική διαδικασία, η επίδοση καναλιού μετριέται σε πιθανόν 200 τυχαίους επιλεγμένους χρόνους και σημεία αποδοχής. Ανάλυση αυτού του δείγματος παράγει σχετικές συχνότητες εμφάνισης για στατιστικές εκτιμήσεις οι οποίες λαμβάνονται ως εκτιμήσεις πιθανότητας της εμφάνισης στην πράξη.
- Με την θεωρητική μέθοδο, ένα θεωρητικό μοντέλο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των δυνατοτήτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, αν και η εμπειρική μέθοδο προτείνεται, πιθανόν να είναι απαραίτητο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις να χρησιμοποιούμε την θεωρητική μέθοδο (πχ όταν δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για την απόδοση καναλιού, όπως με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών παραγωγής).

Οι προαναφερθείσες αναλύσεις θα έχουν σαν αποτέλεσμα μια πιθανή διανομή για εκτιμήσεις στατιστικού καναλιού. Αυτό θα συνδυαστεί με τα αποτελέσματα της ανάλυσης των συνθηκών προγράμματος για να προετοιμαστούν για το τελικό στάδιο της διαδικασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Προσομοίωση

#### 4.1 Εισαγωγή

Σκοπός σε αυτό το κεφάλαιο είναι να γίνει η υποκειμενική αξιολόγηση των παραμορφωμένων βίντεο σε ένα ασύρματο δίκτυο από τελικούς χρήστες. Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος SSCQE, η οποία μπορεί να μετρήσει την ποιότητα των βίντεο σε μακρύτερης διάρκειας ακολουθίες βίντεο, αντιπροσωπευτικές του περιεχομένου του βίντεο και των στατιστικών λαθών. Για την προσομοίωση του ασύρματου δικτύου χρησιμοποιείται το πρόγραμμα ns 2.28.

Υπάρχουν τρία βίντεο το paris.yuv, deadline.yuv και το bridgeclose.yuv τα οποία είναι διαθέσιμα στο ίντερνετ και θα δεχθούν συγκεκριμένη επεξεργασία, έτσι ώστε να εισαχθούν λάθη στα υπό-επεξεργασία βίντεο. Κάθε ένα βίντεο μεταδίδεται ξεχωριστά μέσω του ασύρματου καναλιού. Λόγω της συμφόρησης που υπάρχει στο ασύρματο δίκτυο και των φυσικών λαθών στο κανάλι υπάρχουν απώλειες στα βίντεο, και μέσω του ενός εργαλείου (ObjectiveVideo) γίνεται η υποκειμενική αξιολόγηση των παραμορφώσεων με την μέθοδο SSCQE. Στο εργαλείο (ObjectiveVideo) ο τελικός χρήστης συγκρίνει ταυτόχρονα το κωδικοποιημένο βίντεο με το λαμβανόμενο το οποία έχει υποστεί παραμορφώσεις.

Στην συγκεκριμένη προσομοίωση οι παρατηρητές είναι προπτυχιακούς φοιτητές από διάφορες σχολές της Ελλάδας. Τα αποτελέσματα θα χρησιμοποιηθούν για να εξεταστούν διάφορα διαγράμματα και οι συγκρίσεις τους μεταξύ του MOS(Mean Opinion Score):Για τον υπολογισμό της ποιότητας του βίντεο ένα πλήθος διαφορετικών ανθρώπων βλέπουν τα επεξεργασμένα συμπίεσμένα βίντεο και τα συγκρίνουν με το αρχικό βίντεο που στέλνεται. Ο κάθε χρήστης βαθμολογεί συνεχώς τα βίντεο στην διακριτή κλίμακα 0 (χειρίστη ποιότητα) μέχρι 100 (άριστη ποιότητα). Η μέση βαθμολόγηση είναι το MOS. Ο ρυθμός λαθών λόγω απώλειας στο φυσικό κανάλι ισούται με την πιθανότητα να φθάσουν όλα σωστά δηλαδή  $(1-BER)^N$ . Δηλαδή  $PER=1-(1-BER)^N$ . BER (Bit Error Rate): είναι ο λόγος του πλήθους των bit που μεταδίδονται λανθασμένα δια του συνόλου των μεταδιδόμενων bit. Δηλαδή ο ρυθμός λαθών μας δίνει την πιθανότητα να φθάσει ένα bit λάθος. PER (Packet Error Rate): είναι ο αριθμός πακέτων δεδομένων που χάνονται λόγω της συμφόρησης.

## 4.2 NS 2.28

Μέσω του εργαλείου του cygwin χρησιμοποιήθηκε ο ns-2.28, όπου εισήχθησαν τα βίντεο στο πρόγραμμα και στην συνέχεια τους έγινε συγκεκριμένη επεξεργασία. Όπως φαίνεται και στα σχήματα του παραρτήματος, έγινε η κωδικοποίηση των βίντεο της μορφής cif χρησιμοποιώντας την τυποποίηση του YUV 4:2:0. Το μέγεθος των βίντεο ήταν 352x288.

Στόχος ήταν να δημιουργηθούν τεχνικές απώλειες στο δίκτυο έτσι ώστε να υπάρξουν απώλειες πληροφορίες και παραμορφώσεις στα βίντεο. Για να χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια το πρόγραμμα του ObjectiveVideo και η μέθοδο της υποκειμενικής αξιολόγησης SSCQE. Έγινε η εισαγωγή των βίντεο και χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω εντολές:

1. Βήμα 1: έγινε κωδικοποίηση στα βίντεο με την εντολή  
\$ ./lencod.exe -f encoder.cfg
2. Βήμα 2: μετά έγινε η πακετοποίηση των βίντεο  
\$ ./parser config
3. Βήμα 3: Μετά χρησιμοποιήθηκε το ptyxiaki\_cbr.tcl αρχείο.  
\$./ns ptyxiaki\_cbr.tcl
4. Βήμα 4: εισήχθησαν λάθη  
\$ ./errinsert foreman\_cif.264 distorted.264 sd\_tfile rd\_tfile
5. Βήμα 5: μετά έγινε η από-κωδικοποίηση των βίντεο  
\$ ./ldecod decoder\_distorted.cfg

## 4.3 Διαμόρφωση Ασύρματου Λάθους Και Το Μοντέλο Gilbert-Elliott

Εκτός από τις απώλειες που οφείλονται στη συμφόρηση του δικτύου, ενδιαφέρον έχει να μελετηθεί η επίδραση των φυσικών βλαβών στην αντιληπτή τηλεοπτική ποιότητα. Το κλασικό πρότυπο δύο-θέσεων του Gilbert-Elliott (GE) για τα θορυβώδη κανάλια, έχει μελετηθεί εκτενώς από πολλούς ερευνητές. Ένα πεπερασμένων καταστάσεων Markov κανάλι παρουσιάζεται για τη μετάδοση πακέτων όπου η λαμβανόμενη στιγμιαία αναλογία σήματος προς θόρυβο (SNR)

διαμοιράζεται στα Κ χωρισμένα διαστήματα.

Το κανάλι είναι στη κατάσταση Κ όταν το SNR παίρνει μια τιμή μέσα στο διάστημα  $k^{\text{th}}$ . Σαφώς, κάθε κατάσταση χαρακτηρίζεται από ένα διαφορετικό BER στο PHY στρώμα. Σε αυτό το έγγραφο, η εξασθένιση του Rayleigh καναλιού απεικονίζεται από ένα πρότυπο Markov δύο-καταστάσεων. Χρησιμοποιώντας ένα σενάριο κινητικότητας (5km/h) και το κατώτατο όριο SNR έχει χρησιμοποιηθεί προκειμένου να καθοριστούν οι πιθανότητες μετάβασης μεταξύ των δύο καταστάσεων (18). Ο μέσος όρος του BER μέσα σε κάθε κατάσταση παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα 4.1.

	BAD	MEDIUM	GOOD
A(dB)	25	30	35
Μέσο BER	$7.887 \cdot 10^{-4}$	$2.498 \cdot 10^{-4}$	$7.903 \cdot 10^{-6}$
Pb	0,99	0,99	0,99
Pg	$3.35 \cdot 10^{-9}$	$1.065 \cdot 10^{-9}$	$3.35 \cdot 10^{-10}$
Pgb	0.013	0.007	0.004
Pbg	0.198	0.36	0.664
Pbb	0.802	0.64	0.336
Pgg	0.987	0.993	0.996

Πίνακας 4.1:παράμετροι προσομοίωσης ψηφιακού καναλιού

Στο υπόλοιπο του εγγράφου οι κακές, μέσες και υψηλές ιδιότητες των καναλιών θα αναφερθούν ως τους κακούς, μέσους και χαμηλούς όρους καναλιών BER.

Η μετάδοση δεδομένων σε ένα ασύρματο κανάλι μεταξύ δύο τερματικών υπόκειται σε διαλείψεις που προκαλούνται από τις πολλαπλές οδεύσεις του σήματος. Όταν το κανάλι βρίσκεται σε κατάσταση διαλείψεων προκαλούνται ριπές από λανθασμένα bit στο μεταδιδόμενο πακέτο. Αντίθετα με ένα κανάλι προσθετικού Gaussian θορύβου, το κανάλι με διαλείψεις έχει μνήμη. Με άλλα λόγια υπάρχει συσχέτιση μεταξύ δύο λανθασμένων bit.

Για το λόγο αυτό για τη μοντελοποίηση των σφαλμάτων στο ασύρματο κανάλι δεν χρησιμοποιούμε το μοντέλο Gaussian προσθετικού θορύβου. Στην περίπτωση του Gaussian θορύβου τα λανθασμένα bit είναι ανεξάρτητα κατανομημένα πάνω στο μήκος του πακέτου και ο υπολογισμός της πιθανότητας να εμφανιστεί λάθος στο πακέτο, PER, υπολογίζεται ευθέως αν γνωρίζουμε την πιθανότητα λάθους ενός bit, BER, και δίνεται από την παρακάτω εξίσωση.

$$PER = 1 - (1 - BER)^L$$

όπου L είναι το μήκος του μεταδιδόμενου πακέτου

Η ποιότητα ενός ασύρματου καναλιού ποικίλει λόγω διαφόρων φαινομένων όπως είναι η σχετική κίνηση πομπού και δέκτη και οι πολλαπλές οδεύσεις του σήματος. Για το λόγο αυτό τα λάθη σε ένα ασύρματο κανάλι τείνουν να συμβαίνουν κατά ριπές. Κατά τη διάρκεια βαθιών διαλείψεων τα μεταδιδόμενα bits είναι περισσότερο πιθανό να είναι λανθασμένα ενώ στη διάρκεια που το κανάλι είναι σε καλή κατάσταση είναι λιγότερο πιθανό να έχουμε λάθη. Για το λόγο αυτό ο υπολογισμός της πιθανότητας σφάλματος πακέτου δεν γίνεται απευθείας όπως στην περίπτωση του Gaussian θορύβου. Αν υποθέσουμε ότι ακόμη και ένα λανθασμένο bit προκαλεί σφάλμα στο πακέτο τότε μπορούμε να γράψουμε για την πιθανότητα λάθους

$$PER \leq 1 - (1 - BER)^L$$

Στην παραπάνω εξίσωση η ισότητα ισχύει όταν τα λανθασμένα bits είναι ασυσχέτιστα (όπως στην περίπτωση του Gaussian θορύβου). Αυτό σημαίνει πως το PER είναι μικρότερο όταν τα λανθασμένα bit είναι ομαδοποιημένα. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι σε ένα ασύρματο κανάλι η πιθανότητα σφάλματος πακέτου εξαρτάται από το μήκος των ριπών σφαλμάτων και από το κενό μεταξύ των ριπών (το διάστημα δηλαδή που το κανάλι είναι ελεύθερο λαθών).

Για να υπολογίσουμε το ακριβές PER σε ένα κανάλι με ριπές σφαλμάτων αρκεί να υπολογίσουμε το  $P(0,L)$ , δηλαδή την πιθανότητα να μην έχουμε κανένα λανθασμένο bit σε ένα πακέτο με L bits. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χρήση ενός λογικού μοντέλου για το ασύρματο κανάλι με διαλείψεις. Ένα αναλυτικό μοντέλο που είναι χρήσιμο στη μελέτη καναλιών με ριπές σφαλμάτων είναι το

μοντέλο Gilbert – Elliott (GE). Για κανάλια με διαλείψεις Rayleigh, οι παράμετροι του μοντέλου συνδέονται με τη στατιστική των διαλείψεων στο κανάλι. Έχει δειχθεί ότι η αναπαράσταση ενός ασύρματου καναλιού με διαλείψεις με το μοντέλο καναλιού GE είναι εξαιρετικά ακριβής παρά την απλότητά του.

Στην ανάλυσή μας θεωρείται ένα μοντέλο GE το οποίο μπορεί να προσεγγίσει τη φύση των λαθών σε ένα κανάλι με Rayleigh διαλείψεις. Το μοντέλο χρησιμοποιεί μια αλυσίδα Markov δύο καταστάσεων για να παράγει τις ριπές των σφαλμάτων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το διάγραμμα καταστάσεων του καναλιού με τις δύο καταστάσεις του Καλή (Good, G) και Κακή (Bad, B). Η κακή κατάσταση χαρακτηρίζει το κανάλι σε κατάσταση διαλείψεων, ενώ η καλή στη διάρκεια μεταξύ των διαλείψεων.

Στη διάρκεια της καλής κατάστασης τα λάθη συμβαίνουν με μικρή πιθανότητα  $P_G = BER_G$ , ενώ στην κακή κατάσταση λάθη συμβαίνουν με πιο μεγάλη πιθανότητα  $P_B = BER_B$ . Τα λάθη εμφανίζονται σε ομάδες από λανθασμένα bit ή ριπές σφαλμάτων όπως ονομάζονται με σχετικά μεγάλα διαστήματα χωρίς λάθη ανάμεσά τους.

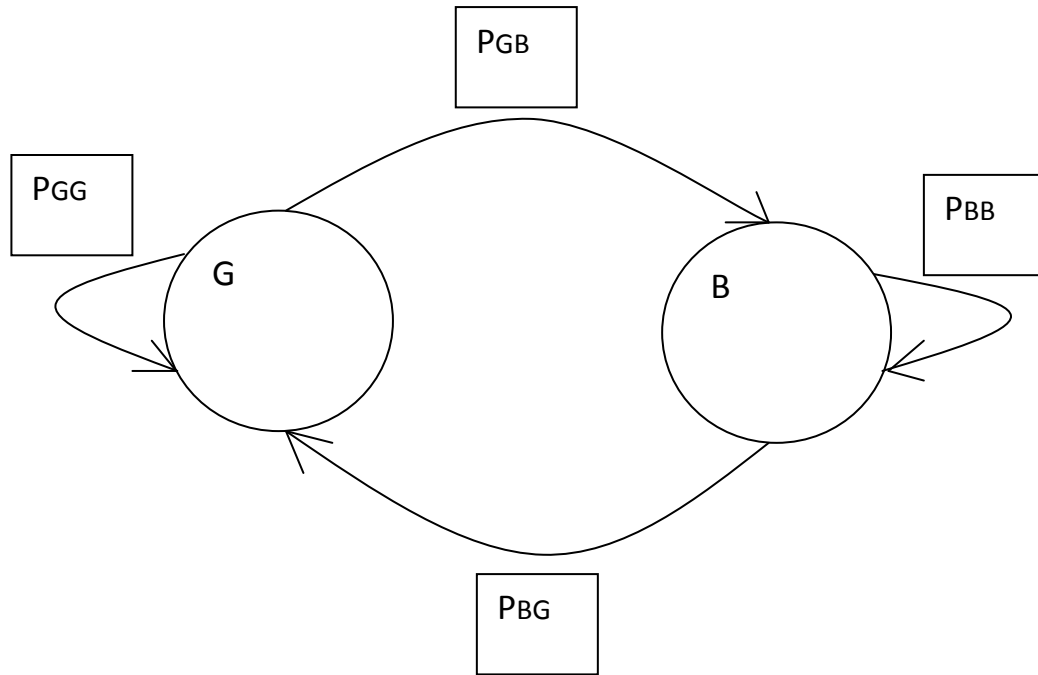
$$\Pi_G = P_{BG} / P_{BG} + P_{GB}$$

$$\Pi_B = P_{GB} / P_{BG} + P_{GB}$$

Ο μέσος όρος του ρυθμού των χαμένων πακέτων παράγονται από το λάθος μοντέλο GE είναι

$$P_{avg} = P_G \Pi_G + P_B \Pi_B$$





Σχήμα 4.1: Το μοντέλο Gilbert-Elliott

#### 4.4 Οργάνωση Προσομοίωσης

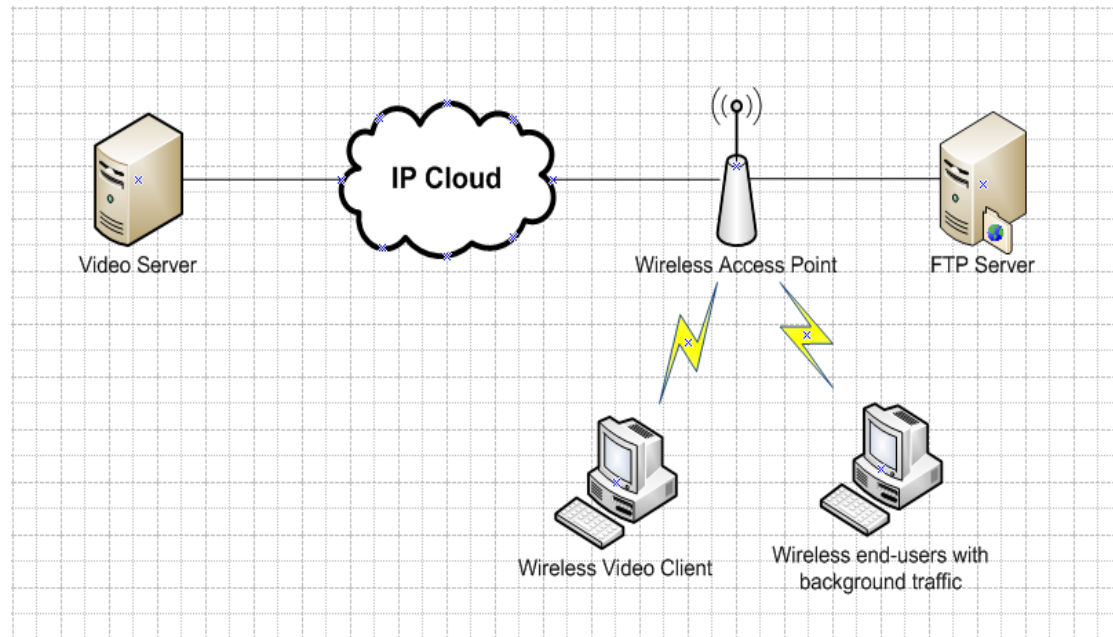
Στο στάδιο της τηλεοπτικής ποιοτικής αξιολόγησης (VQE), τρεις υψηλής ποιότητας ασυμπίεστες τηλεοπτικές ακολουθίες έχουν χρησιμοποιηθεί ονομαζόμενες «highway», «deadline» και «paris», οι οποίες είναι ελεύθερα διαθέσιμες από Picture Tel at. Both YUV 4:2: 0 CIF το χωρικό ψήφισμα των τριών τηλεοπτικών ακολουθιών που χρησιμοποιήθηκαν σε ένα ποσοστό πλαισίων των 30fps. Όλες οι τηλεοπτικές ακολουθίες έχουν συμπίεσει από τον κωδικοποιητή αναφοράς H.264/AVC (JM12).

Οι παράμετροι διαμόρφωσης κωδικοποίησης περιλαμβάνουν ένα μέγεθος GOP 12 πλαισίων (GOP έχει τη μορφή IPP... I) έναν αριθμό 5 πλαισίων αναφοράς και διαφορετικές τιμές QP για κάθε κωδικοποιημένη τηλεοπτική ακολουθία προκειμένου να επιτευχθεί ο ίδιος (ή σχεδόν ο ίδιος) μέσος όρος κωδικοποιημένου βίντεο σε ποσοστό δυαδικών ψηφίων μεταξύ του CIF κάθε βίντεο ακολουθίας. Ο πίνακας 4.2 συνοψίζει τα τηλεοπτικά χαρακτηριστικά των ακολουθιών.

Μια μετάδοση βίντεο unicast H.264 (ένας κεντρικός υπολογιστής βίντεο και ένας βίντεο πελάτης) προσομοιώνεται και ένας ενιαίος σχεδιασμός πακετοποίησης μονάδων NAL (ένα RTP πακέτο-μία μονάδα NAL) προσαρμόζεται με ένα μέγεθος πακέτων RTP 1024 bytes (ωφέλιμο φορτίο). Τα πακέτα βίντεο που δημιουργούνται μεταδίδονται μέσω του προσομοιωμένου ασύρματου δικτύου στη μορφή λίστας

πρωτοκόλλου UDP/IP.

Υιοθετείται ένα NS-2 βασισμένο στο περιβάλλον προσομοίωσης με τις κατάλληλες επεκτάσεις για τη προσομοίωση του 802.11b WLANs. Επιπλέον στον κεντρικό υπολογιστή βίντεο, ένας δεύτερος κεντρικός υπολογιστής παράγει την παρασκηνιακή κυκλοφορία με σταθερό ρυθμό μετάδοσης (CBR) μέσω του UDP προκειμένου να υπερφορτωθεί το προσομοιωμένο 802.11b δίκτυο.



Σχήμα 4.2: Ασύρματο δίκτυο

<b>Video Sequence</b>	<b>CIF (352*288)</b>
Highway	<u>interval : 700kbps@30Hz,</u> <u>QP=12</u>
Deadline	<u>interval : 800kbps@30Hz,</u> <u>QP=12</u>
Paris	<u>interval : 1.1Mbps@30Hz,</u> <u>QP=12</u>

Πίνακας 4.2. Χαρακτηριστικά ακολουθίας βίντεο

#### 4.5 Υποκειμενική Αξιολόγηση

Οι υποκειμενικές ποιοτικές δοκιμές αξιολόγησης πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές τηλεοπτικές ακολουθίες με τα ίδια χωρικά ψηφίσματα. Οι δοκιμές έχουν πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τις συστάσεις από το ITU-T BT.500 για τα εργαστηριακά περιβάλλοντα. Οι παρακάτω ακόλουθοι παράμετροι έχουν εξεταστεί: συνθήκες φωτός ημέρας, μέσο γκρίζο υπόβαθρο χρησιμοποιούμενο από τις κατάλληλες κουρτίνες. Οι επιδείξεις υψηλής ποιότητας LCD έχουν χρησιμοποιηθεί για την συγκεκριμένη υποκειμενική αξιολόγηση.

Έχουν χρησιμοποιηθεί δύο υψηλής ποιότητας ακατέργαστα βίντεο που έχουν καταγραφεί με τον επαγγελματικό εξοπλισμό χρησιμοποιώντας την τυποποίηση του YUV 4:2:0. Όλα τα βίντεο είναι ελεύθερα διαθέσιμα για κατέβασμα από το Διαδίκτυο. Όλοι οι αξιολογητές που συμμετείχαν στην αξιολόγηση είναι προπτυχιακοί σπουδαστές και μέλη διαφόρων σχολών της Ελλάδας και του εξωτερικού. Συνολικά 30 αξιολογητές έχουν χρησιμοποιηθεί για να αξιολογήσουν τα βίντεο.

Κατά τη διάρκεια της φάσης οργάνωσης της δοκιμής, κάθε αξιολογητής εξοικειώνεται με τη σημείωση της διαδικασίας και των τηλεοπτικών χειροποίητων αντικειμένων. Αυτό θα εξασφαλίσει ότι οι αξιολογητές θα εξοικειωθούν με τα τηλεοπτικά χειροποίητα αντικείμενα εξεταστικής διαδικασίας και αποτελέσματος αναλόγως. Τα βίντεο εξάσκησης έχουν χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσουν τους αξιολογητές να έχουν εξοικείωση με το περιβάλλον του προγράμματος και για να κάνουν σωστή χρήση της ψήφου.

Η υποκειμενική μελέτη αξιολόγησης χρησιμοποιεί την ταυτόχρονη διπλή συνεχή αξιολόγηση ερεθισμάτων που περιγράφεται. Στα διπλά πλαίσια, δύο τηλεοπτικές ακολουθίες παρουσιάζονται ταυτόχρονα σε κάθε θέμα. Η πρώτη είναι η αρχική τηλεοπτική ακολουθία και η δεύτερη είναι η διαβιβασθείσα σε ένα ετερογενές ασύρματο περιβάλλον. Το θέμα ενημερώνεται για την παρουσία του βίντεο αναφοράς (ερέθισμα Α) και του διαστρεβλωμένου βίντεο (ερέθισμα Β), έτσι ώστε να αξιολογείται συνεχώς το υλικό δοκιμής.

#### 4.6 Αξιοπιστία Των Παρατηρητών

Η αξιοπιστία των παρατηρητών μπορεί να αξιολογηθεί ποιοτικά ελέγχοντας την συμπεριφορά τους όταν η παρουσίαση ενδείκνυται. Στις περιπτώσεις αυτές οι παρατηρητές αναμένεται να δώσουν εκτιμήσεις πολύ κοντά στο 100. Αυτό αποδεικνύει ότι τουλάχιστον έχουν κατανόηση το καθήκον τους και ότι δεν θα δώσουν τυχαίες εκτιμήσεις. Επιπλέον, η αξιοπιστία των παρατηρητών μπορεί να ελεγχθεί, χρησιμοποιώντας διαδικασίες που είναι κοντά σε αυτές που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο για την μέθοδο SSCQE. Κατά την SDSCE διαδικασία, η αξιοπιστία των εκτιμήσεων εξαρτάται από τις δύο ακόλουθες παραμέτρους:

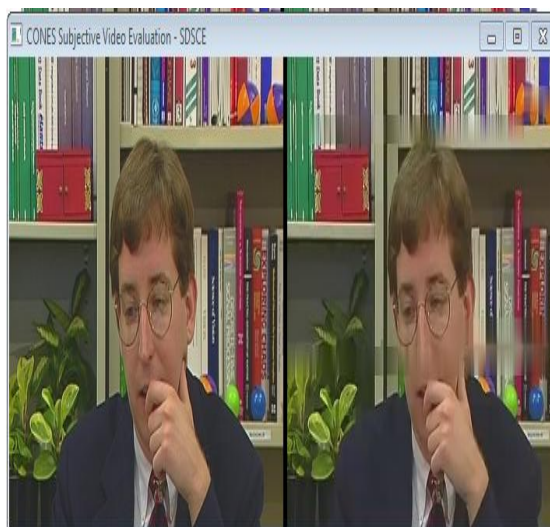
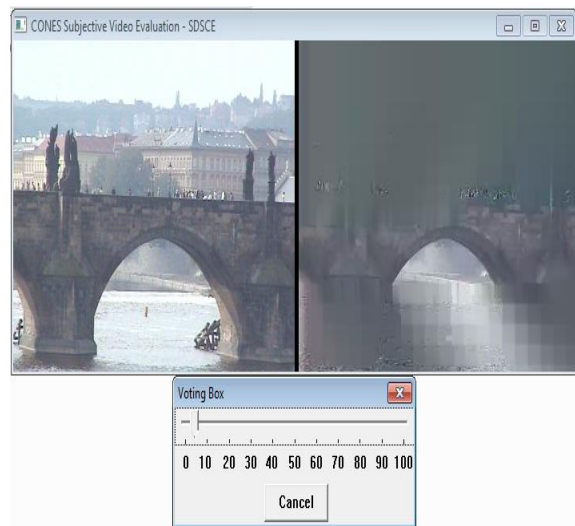
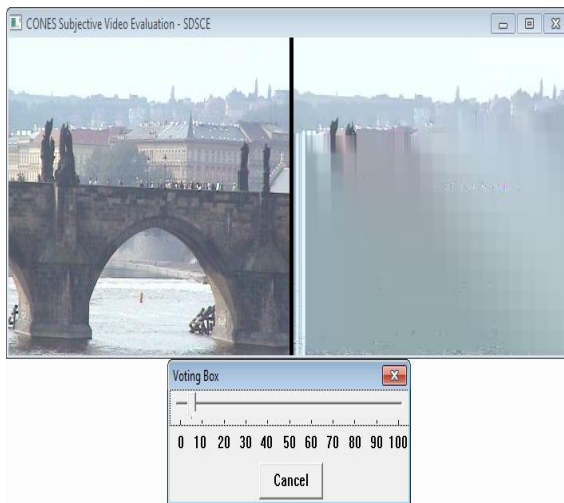
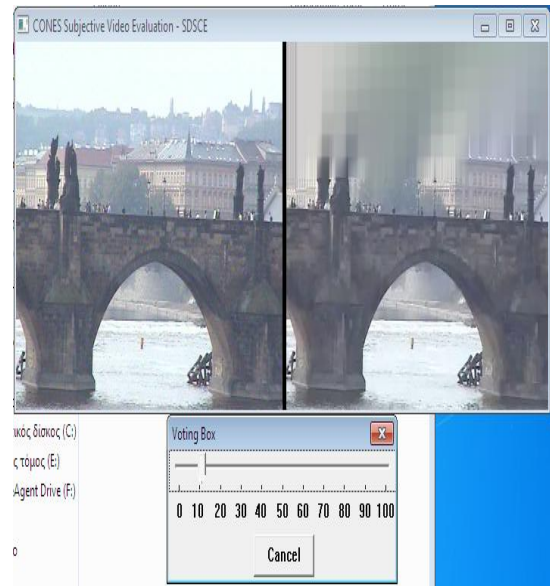
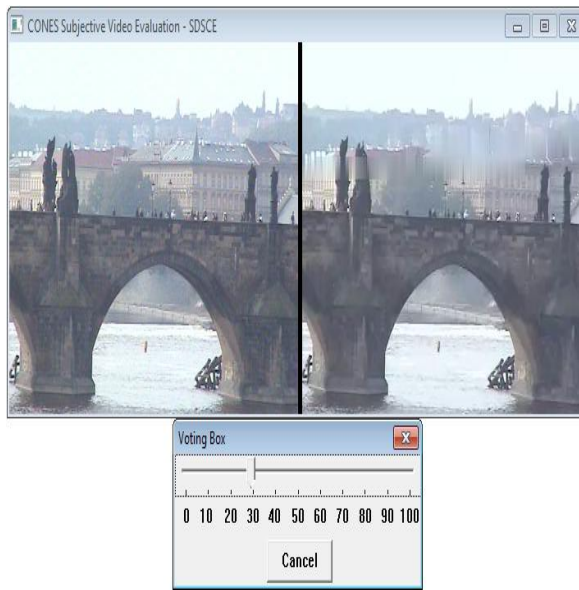
Συστηματική αλλαγή κατεύθυνσης (Systematic shifts): Κατά την διάρκεια ενός τεστ ένας παρατηρητής μπορεί να είναι πάρα πολύ αισιόδοξος ή πάρα πολύ απαισιόδοξος, ή ακόμα να έχει παρουσιάσει τις διαδικασίες έγκρισης (την σημασία τις κλίμακα αξιολόγησης). Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια σειρά αξιολογήσεων συστηματικά ως επί το πλείστον, οι οποίες προκύπτουν από μέσες σειρές, εάν όχι εντελώς εκτός κλίμακας.

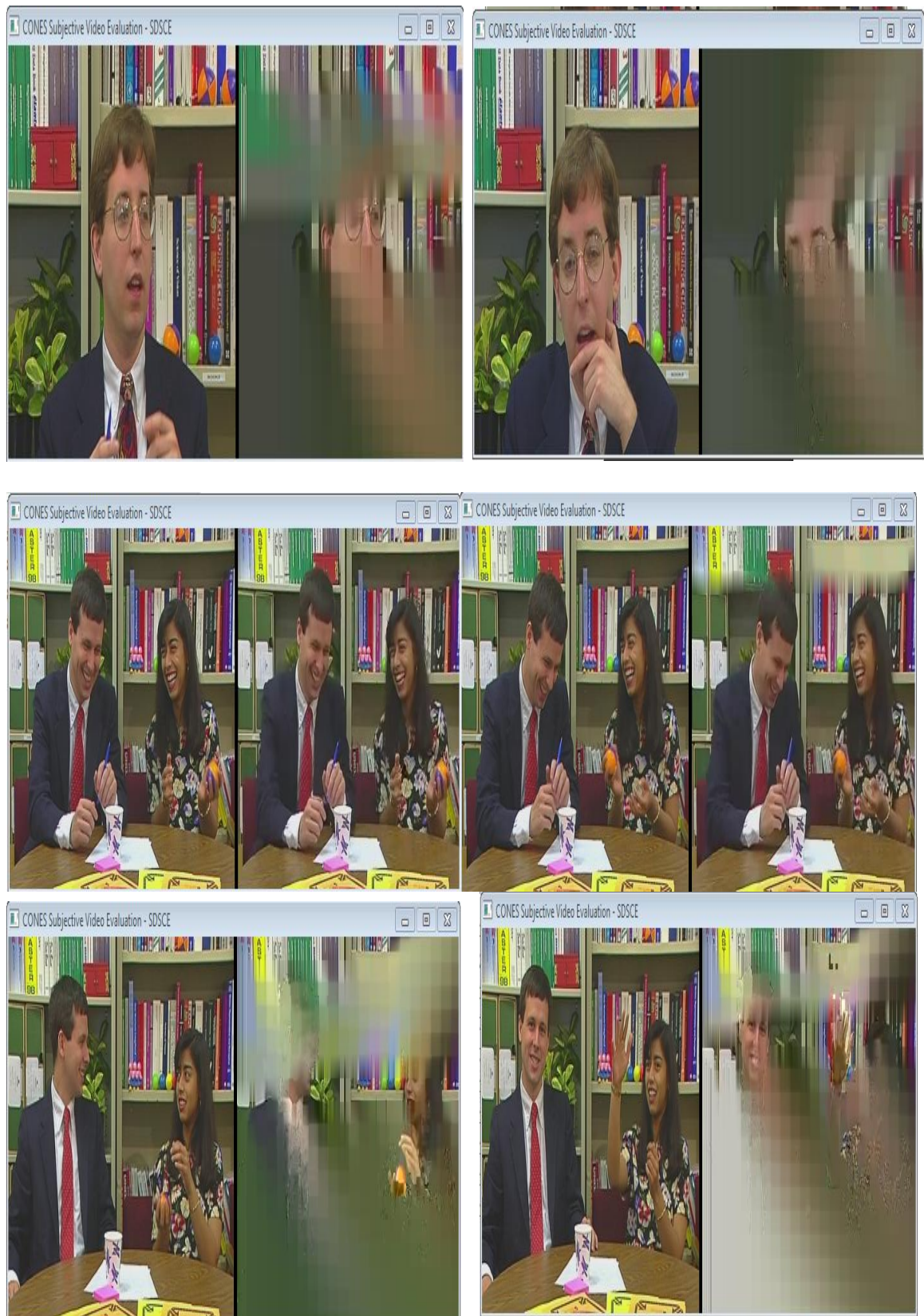
Τοπικές αντιστροφές (Local inversions): Όπως και σε άλλες γνωστές διαδικασίες τεστ, οι παρατηρητές μπορούν καμία φορά να ψηφίζουν χωρίς να δίνουν στην ποιότητα της ακολουθίας η οποία εμφανίζεται. Στην περίπτωση αυτή, η γενική καμπύλη έγκρισης μπορεί να είναι σχετικά ενός μέτριου ορίου. Άλλα Local inversions μπορούν παρόλα αυτά να παρατηρηθούν.

Αυτά τα δύο ανεπιθύμητα αποτελέσματα θα μπορούσαν να αποφευχθούν. Η εκπαίδευση των συμμετεχόντων είναι βέβαια πολύ σημαντική. Αλλά η χρήση ενός εργαλείου το οποίο επιτρέπει τις ανιχνεύσεις και, εάν είναι ανάγκη και την παράβλεψη ασυνεπών παρατηρητών θα πρέπει να είναι δυνατόν. Μια πρόταση για διεργασία σε δύο στάδια η οποία να τα επιτρέπει περιγράφεται σε άλλο recommendation.

#### 4.7 Αποτελέσματα

Εφόσον το τεστ έχει διεξαχθεί, φάκελοι δεδομένων είναι διαθέσιμοι, οι οποίοι περιέχουν τους ψήφους διαφορετικών συνεδριάσεων οι οποίοι αντιπροσωπεύουν το συνολικό αριθμό ψήφων για το test condition.



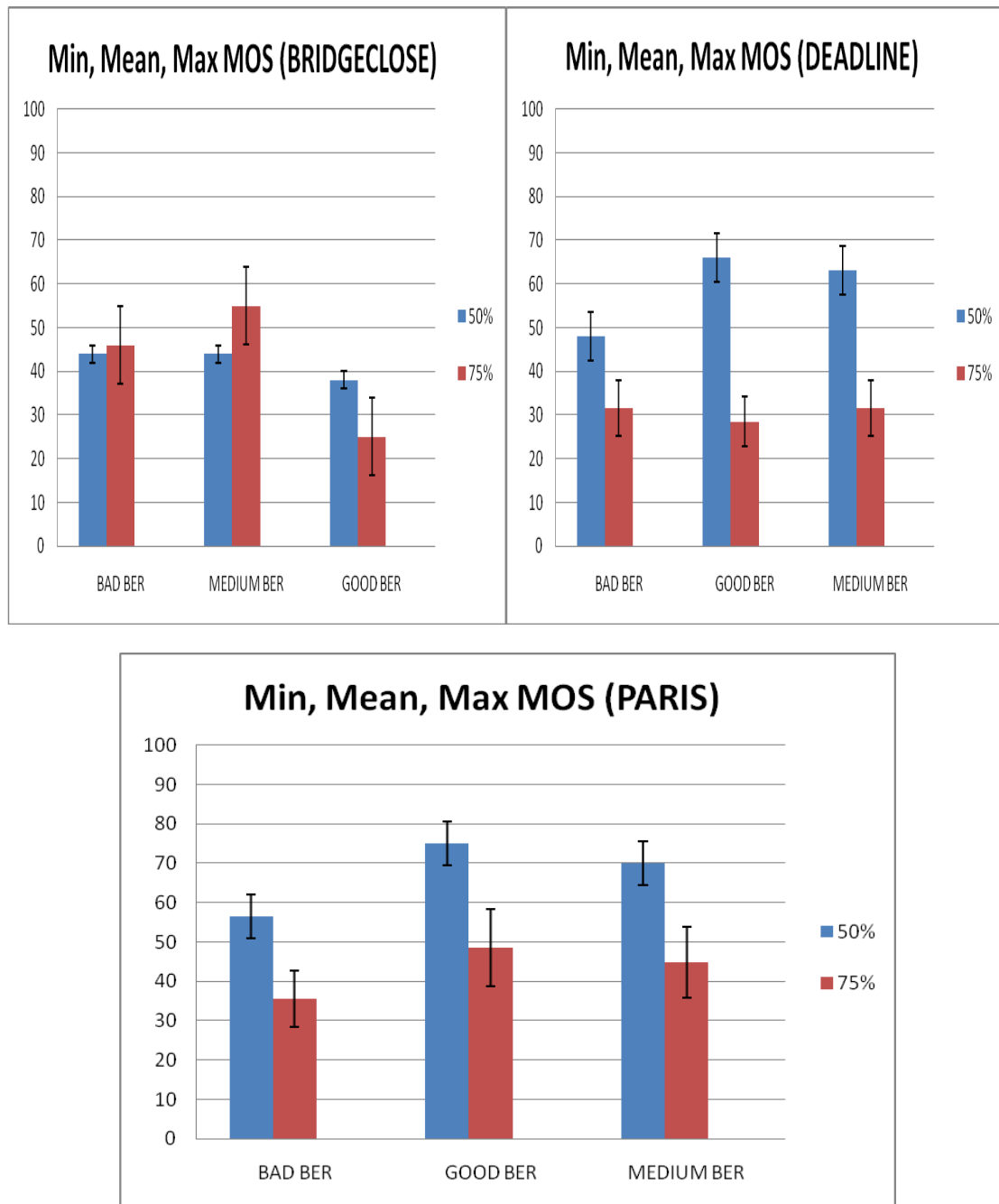


Σχήμα 4.5 Σύγκριση της πηγής με τα τεστ των βίντεο ακολουθιών με λάθος. Η παραποίηση προκαλείται στα συμπιεσμένα βίντεο στα 2,5 Mb/s.

Στην συνέχεια γίνεται η υποκειμενική αξιολόγηση με την μέθοδο (SDSCE). Οι ψηφοφορίες επιλέγονται κάθε 0.5 όπως περιγράφονται από το ταυτόχρονο διπλό ερέθισμα για τη συνεχή αξιολόγηση (SDSCE) στη ITU BT-500. Δύο διαφορετικά εξασθετισμένα τηλεοπτικά τμήματα έχουν αξιολογηθεί. Κάθε εξασθετισμένο τηλεοπτικό τμήμα αντιστοιχεί σε μια διαφορετική ασύρματη τηλεοπτική πολιτική μετάδοσης. Ο στόχος είναι να αξιολογηθούν οι τηλεοπτικές ακολουθίες στα προαναφερθέντα πλαίσια: η ασύρματη τηλεοπτική μετάδοση σε ένα ετερογενές ασύρματο περιβάλλον, η ασύρματη τηλεοπτική μετάδοση και ο ρυθμός προσαρμογής (χρησιμοποιώντας το R-D του κωδικοποιητή και του προσανατολισμένου προς το εύρος ζώνης αλγορίθμου).

Σε αυτήν την διαδικασία ψηφοφορίας, το επόμενο βήμα θεωρεί την αφαίρεση outliers ψηφοφορίας. Αυτές οι ψηφοφορίες αναφέρονται στις περιπτώσεις όπου η διαφορά μεταξύ της μέσης υπαγόμενης ψηφοφορίας και του μέσου όρου της ψηφοφορίας για αυτήν την περίπτωση δοκιμής από όλους τους άλλους αξιολογητές υπερβαίνει το 15%. Αυτός είναι ένας γενικός κανόνας που έχει χρησιμοποιηθεί επίσης σε άλλες ερευνητικές εργασίες.

Το ακόλουθο σχήμα επεξηγεί το ανώτατο, ελάχιστο και μέσο MOS και για τις τρεις τηλεοπτικές ακολουθίες «Bridgeclose», «Deadline» και «paris». Είναι προφανές ότι η καλύτερη ποιότητα είναι πεπειραμένη υπό το βασισμένο εύρος ζώνης ελέγχου του ποσοστού, ο οποίος είναι η handover παράδοση που χρησιμοποιεί τη βελτιστοποιημένη λειτουργία προσαρμογής του ποσοστού. Όπως αναμένεται, το χειρότερο σενάριο είναι αυτό όπου η handover παράδοση δεν συνδυάζεται με την προσαρμογή του ποσοστού.



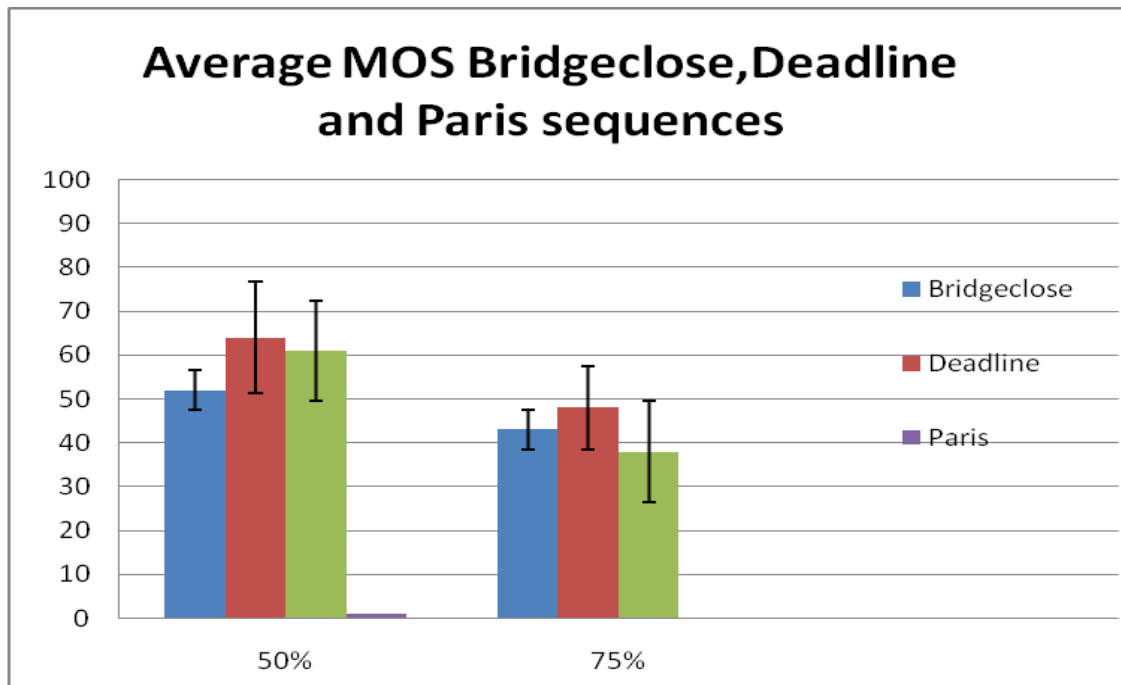
Σχήμα 4.3 Το MOS με την SDSCE μέθοδο για CIF στις χωρικές αναλύσεις των τριών ακολουθιών βίντεο. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Στο Σχήμα 4.3 παρουσιάζεται το MOS το οποίο λαμβάνεται με την μέθοδο SDSCE ποιοτικής εκτίμησης βίντεο. Ιδιαίτερα, είναι εμφανές ότι η ποιότητα του βίντεο επιδεινώνεται γρήγορα όταν αυξάνεται η φόρτωση του δικτύου, για τις ίδιες συνθήκες των καναλιών (BER). Αυτή είναι η συμπεριφορά του MOS στις μετρήσεις

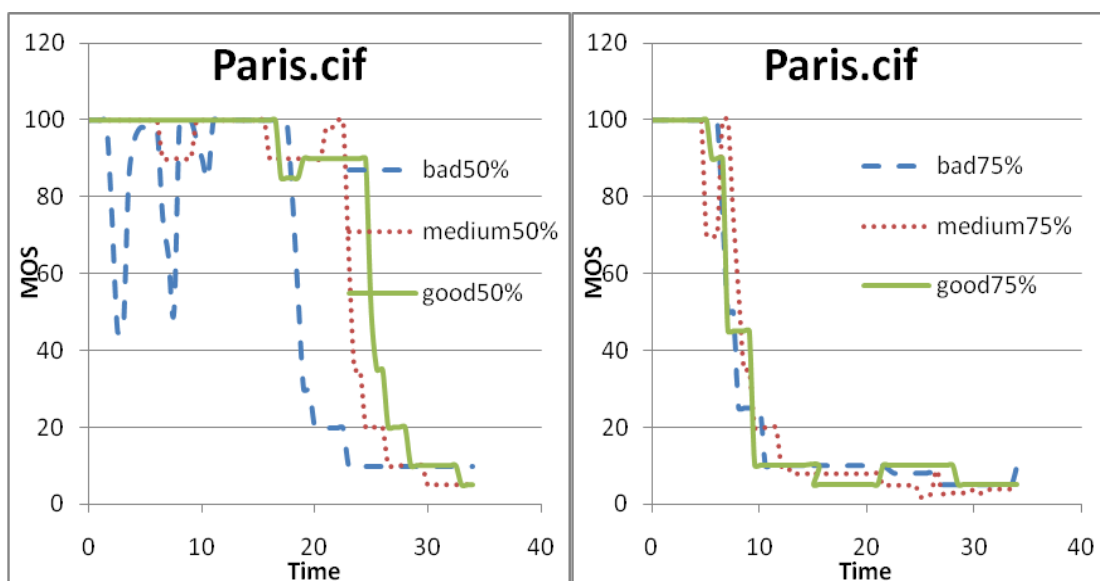
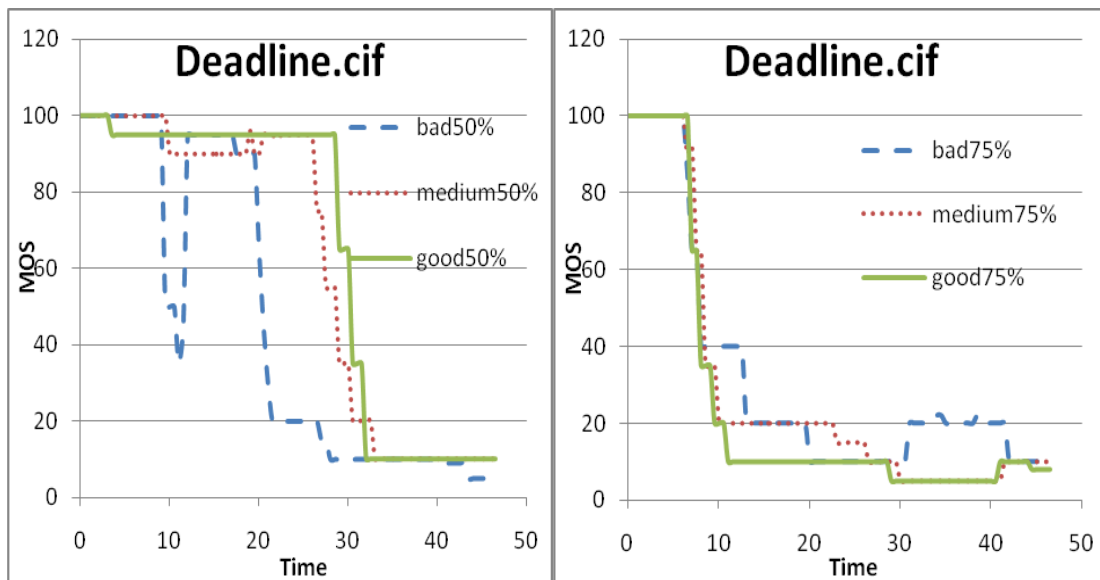
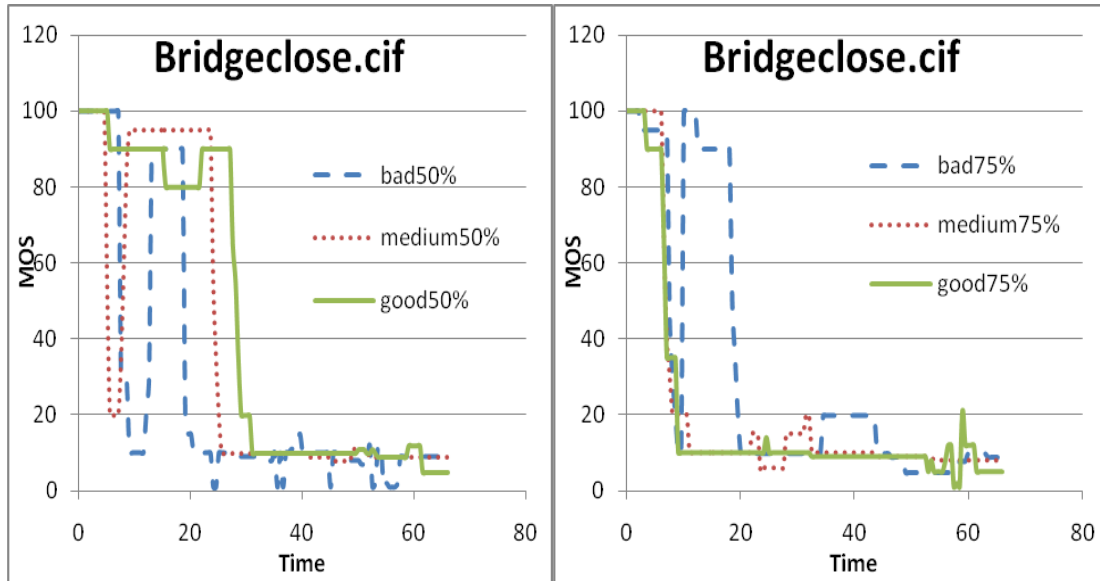


του PSNR, στις οποίες ο θεατής είναι πιο ευαίσθητος στην παραποίηση που εισάγεται στο αποκωδικοποιημένο βίντεο λόγω της απώλειας των πακέτων, παρά στη παραποίηση λόγω των λαθών στο φυσικό κανάλι.

Επιπλέον, η σύγκριση μεταξύ του MOS για CIF σχήμα 4.4, δείχνει ότι το βίντεο που ρέει με τη χαμηλότερη χωρική ανάλυση μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερο QOS κάτω από το BER και τις αυξανόμενες φορτώσεις του δικτύου. Εντούτοις, κατά συνέπεια η περαιτέρω έρευνα απαιτείται και περισσότερα πειράματα προγραμματίζονται για να καταλάβουν βαθύτερα την επίδραση του οπτικού πλαισίου σε QOE.

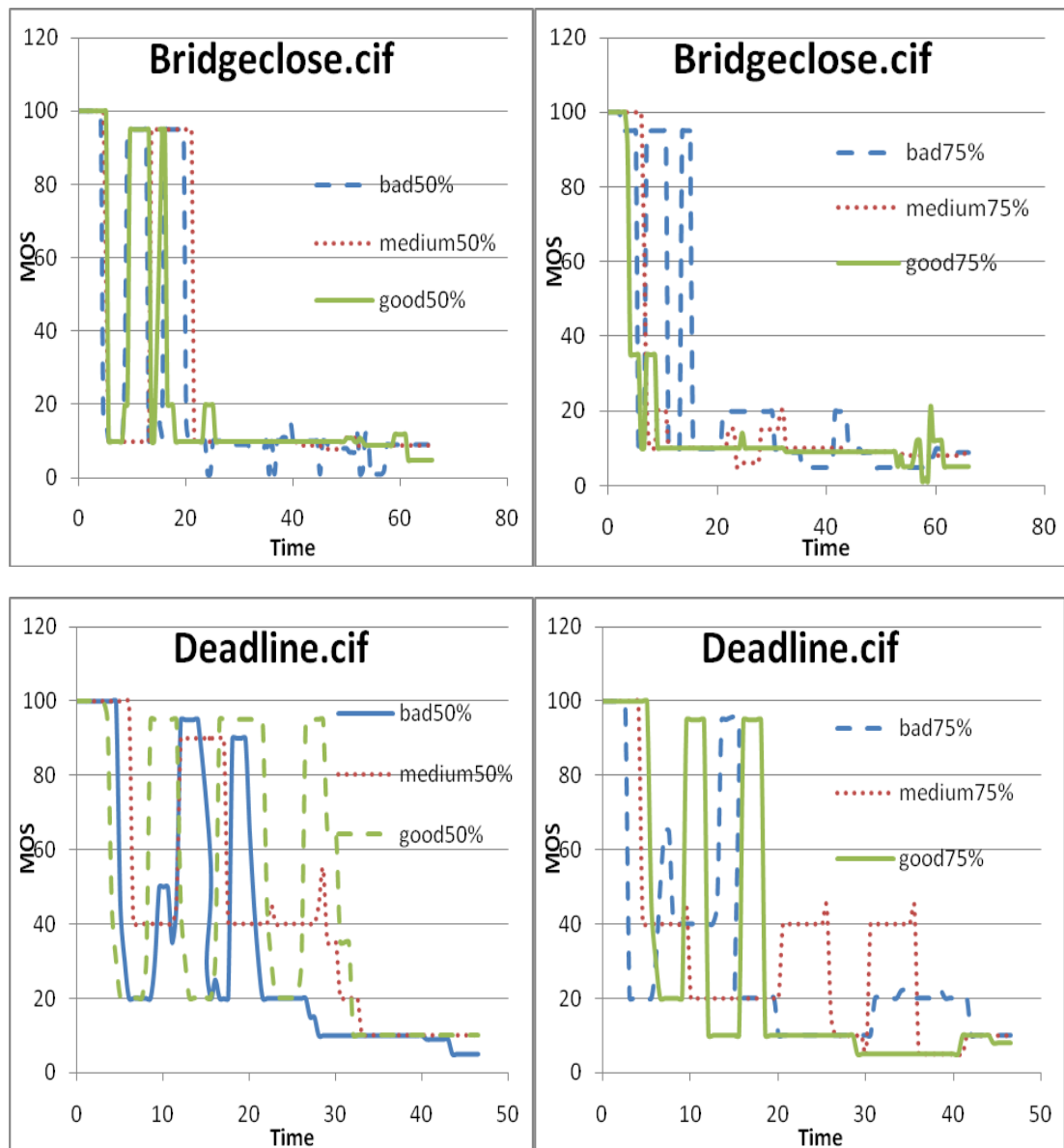


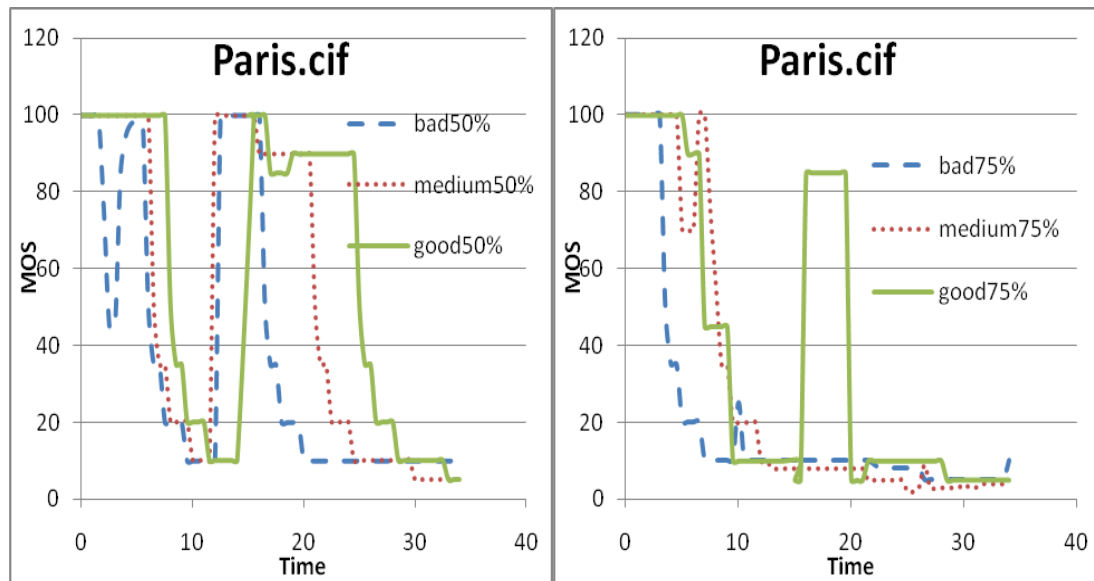
Σχήμα 4.4 Σύγκριση του μέσου MOS με τις ακολουθίες CIF. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.



Σχήμα 4.6 : Απεικόνιση του MOS σε σύγκριση με τον χρόνο με την SDSCE μέθοδο για CIF αποτελέσματα για τις τρεις ακολουθίες βίντεο. Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Στο σχήμα 4.6 φαίνεται ότι όσο μειώνεται η ποιότητα και υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες στα βίντεο τόσο μειώνεται το MOS. Το MOS σε αυτό το σχήμα μας δείχνει ότι κατά την διάρκεια που είχαμε τις μεγαλύτερες απώλειες στο κανάλι του δικτύου, οι παρατηρητές το αντιλήφθηκαν και οι ψήφοι τους κυμάνθηκαν από το 0 έως το 20. Σε περίπτωση που αυξηθεί το BER(Bit Error Rate) έχουμε μεγαλύτερες απώλειες στο ασύρματο κανάλι του δικτύου και έτσι θα έχουμε μείωση του MOS, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.7. Το ίδιο θα συμβεί αν αυξήσουμε το PER.





Σχήμα 4.7 Απεικόνιση του MOS σε σύγκριση με τον χρόνο για τις τρεις ακολουθίες βίντεο στην περίπτωση που έχει αυξηθεί το BER (Bit Error Rate). Το 50% μας δείχνει background κίνηση στα 2,5Mbps και το 75% μας δείχνει background κίνηση στα 3Mbps.

Στο σχήμα 4.7 φαίνεται ότι όσο αυξάνεται το BER η ποιότητα μειώνεται και υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες στα βίντεο και τόσο μειώνεται το MOS. Στην περίπτωση που το BER είναι υψηλό η ζεύξη είναι αδύνατη.

## Κεφάλαιο 5

### Συμπεράσματα Και Επίλογος

Η πτυχιακή εργασία εξετάζει την μέθοδο της υποκειμενικής αξιολόγησης του βίντεο SDSCE, όταν αυτή μεταδοθεί σε ένα ασύρματο δίκτυο. Υπάρχουν δύο λόγοι για τους οποίους υπάρχουν απώλειες πακέτων βίντεο. Ο πρώτος λόγος αφορά την περίπτωση που τα πακέτα χάνονται λόγω παραμορφώσεων στο φυσικό κανάλι. Ο δεύτερος λόγος αφορά τις απώλειες λόγω της συμφόρησης στο ασύρματο δίκτυο. Για τον πρώτο λόγο χρησιμοποιείτε το πρόγραμμα του NS-2.28 που δημιουργεί απώλειες πακέτων βίντεο στο φυσικό επίπεδο, και για τον δεύτερο λόγο χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο δύο-καταστάσεων του Gilbert-Elliott (GE) που δημιουργήσε συμφόρηση και απώλειες πακέτων στο ασύρματο δίκτυο.

Στην συνέχεια με την μέθοδο της υποκειμενικής αξιολόγησης SSCQE, γίνεται η υποκειμενική αξιολόγηση μέσω ενός εργαλείου των παραμορφώσεων. Στο εργαλείο αυτό, ο τελικός χρήστης συγκρίνει ταυτόχρονα το κωδικοποιημένο βίντεο με το λαμβανόμενο τα οποία έχουν υποστεί παραμορφώσεις. Επίσης έχει περιγραφεί μια διαδικασία για την ακρίβεια ενός τεστ υποκειμενικών εκτιμήσεων αφαιρώντας τους ψήφους που είναι στα όρια του στατιστικού λάθους. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στον υπολογισμό μέσω γενικών ποσοτήτων οι οποίες δεν είναι μόνο αντίστοιχες με το συγκεκριμένο πείραμα, αλλά επίσης με άλλα πειράματα τα οποία διεξήχθησαν με την ίδια μεθοδολογία. Ως εκτούτου τέτοιες ποσότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα διαγράμματα του MOS και του confidence interval.

Στην πτυχιακή μελετάται επίσης η επίδραση της εξασθένισης των ασύρματων φυσικών καναλιών και οι απώλειες των πακέτων λόγω της συμφόρησης του ασύρματου δικτύου στα βίντεο συνεχούς ροής με διαφορετική χωρική ανάλυση. Οι εκτενείς ποιοτικές αξιολογήσεις των βίντεο δείχνουν ότι η αύξηση του BER έχει περιορίσει την επίδραση στην αντιληπτή ποιότητα του βίντεο, σε αντίθεση με την επίδραση λόγω των απωλειών πακέτων από τη συμφόρηση του δικτύου.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι το MOS το οποίο λαμβάνεται με την μέθοδο SDSCE ποιοτικής εκτίμησης βίντεο. Είναι ιδιαίτερα, εμφανές ότι η ποιότητα του βίντεο επιδεινώνεται γρήγορα όταν αυξάνεται η φόρτωση του δικτύου, για τις ίδιες συνθήκες των καναλιών (BER). Αυτή είναι η συμπεριφορά του MOS, στις οποίες ο θεατής είναι πιο ευαίσθητος στην παραποίηση που εισάγεται στο αποκωδικοποιημένο

βίντεο λόγω της απώλειας των πακέτων, παρά στη παραποίηση λόγω των λαθών στο φυσικό κανάλι.

Επιπλέον, οι συγκρίσεις του MOS μεταξύ των διαφορετικών συνθηκών του δικτύου δείχνουν ότι το QOS βίντεο μπορεί καλύτερα να επιτευχθεί εάν διαβιβάζεται η χαμηλότερη χωρική ανάλυση του βίντεο πέρα από το δίκτυο που χαρακτηρίζεται από το υψηλό BER και την φόρτωση του δικτύου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

```

Total Frames: 2000 <2000>
Leaky BucketRateFile does not have valid entries;
using rate calculated from avg. rate
Number Leaky Buckets: 8
  Rmin   Bmin   Fmin
435780  624432  624432
544710  75184   75184
653640  75184   75184
762570  75184   75184
871500  75184   75184
980430  75184   75184
1089360 75184   75184
1198290 75184   75184
-----
Freq. for encoded bitstream      : 30
Hadamard transform               : Used
Image format                     : 352x288
Error robustness                 : Off
Search range                     : 16
MU resolution                    : 1/4-pel
No of ref. frames used in P pred : 1
Total encoding time for the seq. : 9185.586 sec
Sequence type                    : IPPP <QP: I 18, P 18>
Entropy coding method           : CABAC
Search range restrictions        : none
RD-optimized mode decision       : used
Data Partitioning Mode          : 1 partition
Output File Format               : RTP Packet File Format
-----
Average data all frames
SNR Y<dB>                        : 34.51
SNR U<dB>                        : 37.71
SNR V<dB>                        : 38.60
Total bits                       : 29052464 <I 75184, P 28977280>
Bit rate (kbit/s) @ 30.00 Hz    : 435.79
-----
Exit JM 1 encoder ver 1.7
$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$

```

```

Total Frames: 1500 <1500>
Leaky BucketRateFile does not have valid entries;
using rate calculated from avg. rate
Number Leaky Buckets: 8
  Rmin   Bmin   Fmin
357180  1601552  1589712
446460  247456  93280
535740  108584  93280
625020  101632  93280
714300  101632  93280
803580  101632  93280
892860  101632  93280
982140  101632  93280
-----
Freq. for encoded bitstream      : 30
Hadamard transform               : Used
Image format                     : 352x288
Error robustness                 : Off
Search range                     : 16
MU resolution                    : 1/4-pel
No of ref. frames used in P pred : 1
Total encoding time for the seq. : 7300.257 sec
Sequence type                    : IPPP <QP: I 18, P 18>
Entropy coding method           : CABAC
Search range restrictions        : none
RD-optimized mode decision       : used
Data Partitioning Mode          : 1 partition
Output File Format               : RTP Packet File Format
-----
Average data all frames
SNR Y<dB>                        : 38.68
SNR U<dB>                        : 40.26
SNR V<dB>                        : 41.23
Total bits                       : 17859848 <I 93280, P 17766568>
Bit rate (kbit/s) @ 30.00 Hz    : 357.20
-----
Exit JM 1 encoder ver 1.7

```

```

Total Frames: 1065 <1065>
Leaky BucketRateFile does not have valid entries;
using rate calculated from avg. rate
Number Leaky Buckets: 8
  Rmin      Bmin      Fmin
574710    709800    709800
718380    132696    121880
862050    132696    121880
1005720   132696    121880
1149390   132696    121880
1293060   132696    121880
1436730   132696    121880
1580400   132696    121880
-----
Freq. for encoded bitstream      : 30
Hadamard transform              : Used
Image format                    : 352x288
Error robustness                : Off
Search range                    : 16
MU resolution                   : 1/4-pel
No of ref. frames used in P pred : 1
Total encoding time for the seq. : 6062.028 sec
Sequence type                   : IPPP <QP: I 18, P 18>
Entropy coding method           : CABAC
Search range restrictions        : none
RD-optimized mode decision      : used
Data Partitioning Mode          : 1 partition
Output File Format               : RTP Packet File Format
----- Average data all frames -----
SMR Y<dB>                       : 34.58
SMR U<dB>                       : 38.99
SMR V<dB>                       : 39.10
Total bits                      : 20402584 <I 121880, P 20280704>
Bit rate <kbit/s> @ 30.00 Hz    : 574.72
-----
Exit JM 1 encoder ver 1.7

```

Σχήμα 6.1: κωδικοποίηση των βίντεο bridgeclose.yuv, deadline.yuv και paris.yuv

```

Current frame: 1999
Byte: 24      Bytepos: 0      Bitpos: 8      Thisbit: 0
Byte: 16      Bytepos: 1      Bitpos: 1      Thisbit: 0
Byte: 16      Bytepos: 1      Bitpos: 2      Thisbit: 0
Byte: 16      Bytepos: 1      Bitpos: 3      Thisbit: 0
Byte: 16      Bytepos: 1      Bitpos: 4      Thisbit: 1
Bytepos: 1      Bitpos: 4      Leading zero bits: 4
Read bits value: 6      New byte pos: 1      New bit pos: 0
U VLC code: 21      New bytes read: 2      New bit pos: 0
InitialQP: 21
Slice group for pattern 0, macroblock at X = 5 and Y = 17 : 0

Slice type: 0 - Inter (P)
Single Slice. Priority: 2

Total size: 3696366 bytes      Bit rate: 221.892914 kbit/s

```

```

Current frame: 1499
Byte: e1      Bytepos: 0      Bitpos: 4      Thisbit: 0
Byte: e1      Bytepos: 0      Bitpos: 5      Thisbit: 0
Byte: e1      Bytepos: 0      Bitpos: 6      Thisbit: 0
Byte: e1      Bytepos: 0      Bitpos: 7      Thisbit: 0
Byte: e1      Bytepos: 0      Bitpos: 8      Thisbit: 1
Bytepos: 1      Bitpos: 0      Leading zero bits: 4
Read bits value: 6      New byte pos: 0      New bit pos: 4
U VLC code: 21      New bytes read: 1      New bit pos: 4
InitialQP: 21
Slice group for pattern 0, macroblock at X = 0 and Y = 0 : 0

Slice type: 0 - Inter (P)
Single Slice. Priority: 2

Total size: 2272976 bytes      Bit rate: 181.959381 kbit/s

```



```

Current frame: 1064
Byte: 9e      Bytepos: 0      Bitpos: 8      Thisbit: 0
Byte: 16     Bytepos: 1      Bitpos: 1      Thisbit: 0
Byte: 16     Bytepos: 1      Bitpos: 2      Thisbit: 0
Byte: 16     Bytepos: 1      Bitpos: 3      Thisbit: 0
Byte: 16     Bytepos: 1      Bitpos: 4      Thisbit: 1
Bytepos: 1    Bitpos: 4      Leading zero bits: 4
Read bits value: 6      New byte pos: 1      New bit pos: 0
UULC code: 21      New bytes read: 2      New bit pos: 0
InitialQP: 21
Slice group for pattern 0, macroblock at X = 0 and Y = 0 : 0

Slice type: 0 - Inter (P)
Single Slice. Priority: 2

Total size: 2592206 bytes      Bit rate: 292.354065 kbit/s

```

Σχήμα 6.2: πακετοποίηση των βίντεο bridgeclose.yuv, deadline.yuv και paris.yuv

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.987 pBB:0.807
  pG:3.35e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.987 pBB:0.807
  pG:3.35e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 133.26666299999999 sec
4915 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl idgclose_di
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 133.26666299999999 sec
4915 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
Video start...
end_sim_time= 133.26666299999999 sec
4915 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.987 pBB:0.802
  pG:3.35e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.987 pBB:0.802
  pG:3.35e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 99.933334000000002 sec
3045 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 99.933334000000002 sec
3045 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$

```

```

Scg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
Video start...
end_sim_time= 99.933334000000002 sec
3045 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

Scg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.987 pBB:0.807
  pG:3.35e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.987 pBB:0.807
  pG:3.35e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 70.933334000000002 sec
3152 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

Scg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.993 pBB:0.64
  pG:1.065e-09 pB:1
Video start...
end_sim_time= 70.933334000000002 sec
3152 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!

```

```

$cg@scgpower ~/ns-allinone-2.28/ns-2.28
$ ./ns simulation_mobimedia.tcl
node-config
num_nodes is set 2
node 0.0.0
Wired node 0 created
node-config
create-wireless-node
INITIALIZE THE LIST xListHead
Base-Station node 1 created
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
node-config
create-wireless-node
wireless node 0 created
X_:150.067920000000002 Y_:261.176139999999998
  pGG:0.996 pBB:0.336
  pG:3.35e-10 pB:1
Video start...
end_sim_time= 70.933334000000002 sec
3152 records
channel.cc:sendUp - Calc highestAntennaZ_ and distCST_
highestAntennaZ_ = 1.5, distCST_ = 550.0
SORTING LISTS ...DONE!
    
```

Σχήμα 6.3: χρησιμοποίηση του ptychiaki\_cbr.tcl αρχείου στα βίντεο bridgeclose.yuv, deadline.yuv και paris.yuv.

```

1934(P) 142 18 13.2777 35.0869 31.2860 62
1935(P) 143 18 13.2781 35.0962 31.3798 31
1936(P) 144 18 13.2700 35.0946 31.3296 32
1937(P) 145 18 13.2686 35.1299 31.2881 62
1938(P) 146 18 13.2842 35.0568 31.3068 63
1939(P) 147 18 13.2803 35.0868 31.3595 62
1940(P) 148 18 13.2838 35.1598 31.2897 31
1941(P) 149 18 13.2880 35.1133 31.3668 79
1942(P) 150 18 13.2935 35.1336 31.2946 47
1943(P) 151 18 13.2951 35.1057 31.3952 78
Unable to read 4 bytes for the RTP packet size
----- Average SNR all frames -----
SNR Y(dB) : 18.68
SNR U(dB) : 35.54
SNR V(dB) : 34.51
Total decoding time : 109.135 sec
-----
Exit JM 1 decoder, ver 1.7
    
```

```

1432(P) 152 18 74.1078 48.1308 48.1308 265
1433(P) 153 18 74.1078 48.1308 48.1308 266
1434(P) 154 18 74.1078 48.1308 48.1308 265
1435(P) 155 18 74.1078 48.1308 48.1308 266
1436(P) 156 18 74.1078 48.1308 48.1308 281
1437(P) 157 18 74.1078 48.1308 48.1308 266
1438(P) 158 18 74.1078 48.1308 48.1308 265
1439(P) 159 18 74.1078 48.1308 48.1308 281
1440(P) 160 18 74.1078 48.1308 48.1308 266
1441(P) 161 18 74.1078 48.1308 48.1308 281
1442(P) 162 18 74.1078 48.1308 48.1308 266
1443(P) 163 18 74.1078 48.1308 48.1308 296
1444(P) 164 18 74.1078 48.1308 48.1308 282
Unable to read 4 bytes for the RTP packet size
----- Average SNR all frames -----
SNR Y(dB) : 25.31
SNR U(dB) : 31.94
SNR V(dB) : 30.25
Total decoding time : 90.728 sec
-----
Exit JM 1 decoder, ver 1.7
    
```

```

WARNING: mixed Slice types in a single picture -- interesting things may happen
:-<
972<I> 204    18 11.3247 22.4940 25.0112    32
973<P> 205    18 11.3466 22.4977 24.9883    31
974<P> 206    18 11.3686 22.5075 24.9946    47
975<P> 207    18 11.3846 22.5049 25.0025    47
976<P> 208    18 11.3868 22.5157 25.0186    47
977<P> 209    18 11.3822 22.5261 25.0388    78
978<P> 210    18 11.3615 22.5363 25.0766    16
979<P> 211    18 11.3418 22.5499 25.1011    16
980<P> 212    18 11.3362 22.5496 25.1143    47
Unable to read 4 bytes for the RTP packet size
----- Average SNR all frames -----
SNR Y(dB)      : 15.32
SNR U(dB)      : 24.62
SNR V(dB)      : 26.84
Total decoding time : 42.619 sec
-----
Exit JM 1 decoder, ver 1.7

```

Σχήμα 6.4: Αποκωδικοποίηση των βίντεο bridgeclose.yuv, deadline.yuv και paris.yuv

Το TCL αρχείο για την εισαγωγή παραμορφώσεων στις τρεις ακολουθίες βίντεο στο ασύρματο κανάλι.

```

=====
=====
# create simulator instance
#
=====
=====
set ns [new Simulator]

#
=====
=====
# Define options
#
=====
=====

set opt(prop)      Propagation/TwoRayGround      ;# radio-propagation model
set opt(chan)      Channel/WirelessChannel      ;# channel type
set opt(netif)     Phy/WirelessPhy             ;# network interface type

```

```

set opt(mac)      Mac/802_11                ;# MAC type
set opt(ifq)      Queue/DropTail/PriQueue   ;# interface queue type
set opt(ll)       LL                        ;# link layer type
set opt(ant)      Antenna/OmniAntenna       ;# antenna model
set opt(ifqlen)   5000                      ;# max packet in ifq
set opt(adhocRouting) NOAH                  ;# routing protocol  DSDV

set opt(x)        500                        ;# x coordinate of topology
set opt(y)        500                        ;# y coordinate of topology

set num_mobile_nodes  1                      ;# Number of Mobile Nodes
set num_wired_nodes   1                      ;# Number of Wired Nodes
set num_bs_nodes      1                      ;# Number of BS (Base Stations)

set num_nodes [expr $num_wired_nodes + $num_mobile_nodes + $num_bs_nodes]
;# Count all nodes

set bs_id $num_wired_nodes

set pGG           0.996                      ;# wGood --> Good 0.996
set pBB           0.336                      ;# wBad --> Bad  0.336
set pG            3.35e-10                   ;# bGood State  3.35e-10
set pB            1                          ;# bBad State   1

set opt(seed)     0.0

set max_fragmented_size 1024
set packetSize [expr $max_fragmented_size + 28] ;# Packet Size

#loss_model: 0 for uniform distribution, 1 for GE model
set loss_model 1                               #comm_type: 0 for broadcast, 1 for unicast
set comm_type 0

```

```

Mac/802_11 set SlotTime_      0.000020      ;# 20us
Mac/802_11 set SIFS_         0.000010      ;# 10us
Mac/802_11 set PreambleLength_ 144          ;# 144 bit
Mac/802_11 set PLCPHeaderLength_ 48          ;# 48 bits
Mac/802_11 set PLCPDataRate_  1.0e6         ;# 1Mbps
Mac/802_11 set dataRate_     11.0e6        ;# 11Mbps
Mac/802_11 set basicRate_    5.0e6         ;# 5Mbps
Mac/802_11 set ShortRetryLimit_ 7          ;# retransmissions
Mac/802_11 set LongRetryLimit_ 4          ;# retransmissions

```

```
#
```

```

=====
=====

```

```

# set up for hierarchical routing
# needed for routing over a basestation)
#

```

```

=====
=====

```

```

$ns node-config -addressType hierarchical
AddrParams set domain_num_ 2          ;# Number of domains
lappend cluster_num 1 1                ;# Number of clusters in each domain
AddrParams set cluster_num_ $cluster_num
lappend eilastlevel $num_wired_nodes [expr $num_mobile_nodes + $num_bs_nodes]
;# Number of nodes in each cluster
AddrParams set nodes_num_ $eilastlevel ;# Number of nodes of each domain

```

```

#Open the traffic trace file to record all events
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all-wireless $nf $opt(x) $opt(y)
set ntr [open out.tr w]
$ns trace-all $ntr

```

```

# Create channel
set chan [new $opt(chan)]

# Create topography object
set topo [new Topography]

# Define topology
$topo load_flatgrid $opt(x) $opt(y)

# Create God
create-god [expr $num_mobile_nodes + $num_bs_nodes]

#
=====
=====

# Creating Wired nodes
#
=====
=====

for {set i 0} {$i < $num_wired_nodes} {incr i} {
    set W($i) [$ns node 0.0.$i]
    puts "node 0.0.$i"
    puts "Wired node $i created"
}

#
=====
=====

# Create base station node
#
=====
=====

```



```

$ns node-config -adhocRouting $opt(adhocRouting) \
    -llType $opt(ll) \
    -macType $opt(mac) \
    -ifqType $opt(ifq) \
    -ifqLen $opt(ifqlen) \
    -antType $opt(ant) \
    -propType $opt(prop) \
    -phyType $opt(netif) \
    -channel $chan \
    -topoInstance $topo \
    -wiredRouting ON \
    -agentTrace OFF \
    -routerTrace OFF \
    -macTrace OFF \
    -movementTrace OFF

# Hypothesis Base Station
set BS(0) [$ns node 1.0.0]
$BS(0) random-motion 0
puts "Base-Station node $bs_id created"
set BSnetif_ [$BS(0) set netif_(0)]
$BSnetif_ set-error-level $pGG $pBB $pG $pB $loss_model

set bs_ifq [$BS(0) set ifq_(0)]
set bs_mac [$BS(0) set mac_(0)]
set bs_phy [$BS(0) set netif_(0)]

# Establishes the BS position
$BS(0) set X_ 250.0
$BS(0) set Y_ 250.0
$BS(0) set Z_ 0.0

set rng [new RNG]
$rng seed 1

```

```

set rand1 [new RandomVariable/Uniform]
$rand1 use-rng $rng
$rand1 set min_ -100.0
$rand1 set max_ 100.0

#
=====
=====

# Creating mobile nodes
#
=====
=====

$ns node-config -wiredRouting OFF

for {set i 0} {$i < $num_mobile_nodes} {incr i} {
    set wl_node_($i) [$ns node 1.0.[expr $i + 1]]
    $wl_node_($i) random-motion 0           ;# disable random motion
    puts "wireless node $i created"
    $wl_node_($i) base-station [AddrParams addr2id [$BS(0) node-addr]]
    set x [expr 250+[$rand1 value]]
    set y [expr 250+[$rand1 value]]
    $wl_node_($i) set X_ $x
    $wl_node_($i) set Y_ $y
    $wl_node_($i) set Z_ 0.0
    puts "X_: $x Y_: $y"
}

#
=====
=====

# Loss model->(0:random uniform; 1:GE)
#
=====
=====

```

```

#puts "\n"
#puts "pGG: $pGG pBB: $pBB"

set wl_phy [$wl_node_(0) set netif_(0)]
$wl_phy set-error-level $pGG $pBB $pG $pB $loss_model

#
=====
=====

# Establishing the links between nodes
#
=====
=====

# Establishes the link between Wired node $W(0) and BS
$ns duplex-link $W(0) $BS(0) 100Mb 1ms DropTail
set q [[$ns link $W(0) $BS(0)] queue]

set rng [new RNG]
$rng seed 1
set rand2 [new RandomVariable/Uniform]
$rand2 use-rng $rng
$rand2 set min_ 0.0
$rand2 set max_ 3.0

#
=====
=====

# Video Server
#
=====
=====

# Set the sender trace file name to sd
set udp0 [new Agent/myUDP]

```

```

$ns attach-agent $W(0) $udp0
$udp0 set packetSize_ $packetSize
$udp0 set_filename sd_file

# Set the receiver trace file to rd
set null0 [new Agent/myUdpSink2]
$ns attach-agent $wl_node_(0) $null0
$ns connect $udp0 $null0
>null0 set_trace_filename rd_file

```

```

#

```

```

=====
# CBR Traffic

```

```

#

```

```

=====
# W(0) ---> wl_node_()
set udp1 [new Agent/UDP]
$ns attach-agent $W(0) $udp1

set cbr1 [new Application/Traffic/CBR]
$cbr1 set packetSize_ $packetSize
$cbr1 set interval_ 0.003
$cbr1 attach-agent $udp1

set null1 [new Agent/Null]
$ns attach-agent $wl_node_(0) $null1
$ns connect $udp1 $null1

```

```

# Import video file

```

```

puts "Video start..."

```

```

set original_file_name paris_cif.txt

```

```
set trace_file_name video1.dat
set original_file_id [open $original_file_name r]
set trace_file_id [open $trace_file_name w]

set frame_count 0
set last_time 0
set pre_time 0

while {[eof $original_file_id] == 0} {

    gets $original_file_id current_line
    scan $current_line "%d%f%d%d" seq nexttime length type
    set time [expr ($nexttime-$pre_time)*1000000.0]

    puts $trace_file_id "$time $length $type"
    set pre_time $nexttime
    incr frame_count
}

#puts "frame count= [expr $frame_count - 1]"

close $original_file_id
close $trace_file_id
set end_sim_time $nexttime
puts "end_sim_time= $end_sim_time sec"

set trace_file [new Tracefile]
$trace_file filename $trace_file_name
set video1 [new Application/Traffic/myTrace3]
$video1 attach-agent $udp0
$video1 attach-tracefile $trace_file

set rng [new RNG]
$rng seed $opt(seed)
```

```
set RVstart [new RandomVariable/Uniform]
$RVstart set min_ 0
$RVstart set max_ 1
$RVstart use-rng $rng
set startT_video [expr [$RVstart value]]

set RVstart2 [new RandomVariable/Uniform]
$RVstart2 set min_ 1
$RVstart2 set max_ 2
$RVstart2 use-rng $rng
set startT_cbr1 [expr [$RVstart2 value]]

# Define node initial position in nam
for {set i 0} {$i < $num_mobile_nodes} {incr i} {
    $ns initial_node_pos $wl_node_($i) 20
}

#tell nodes when simulation ends

for {set k 0} {$k < $num_mobile_nodes} {incr k} {
    $ns at [expr $end_sim_time + 6.0] "$wl_node_($k) reset"
}

proc stop {} {
    global ns ntr nf
    $ns flush-trace
    close $ntr
    close $nf
    exit 0
}

$ns at $startT_video "$video1 start"
```

```

$ns at $startT_cbr1 "$cbr1 start"
$ns at [expr $end_sim_time + 4.0] "$cbr1 stop"
$ns at [expr $end_sim_time + 5.5] "stop"

```

```

# run the simulation
$ns run

```

Αρχείο για την εύρεση των outliers στο πρόγραμμα του matlab για το βίντεο paris.yuv. Παρομοίως και για τις άλλες δύο ακολουθίες βίντεο.

```

close all;
clc;

```

```

mos_paris_bw(:,33:34)=[];

```

```

%paris_bw votes
av_mos_per_user_paris_bw = round(mean(mos_paris_bw, 1)); % Table of MOS per
subject measured
s_bw = prctile(av_mos_per_user_paris_bw,[25 75]); % calculate 25th and 75th
percentiles

```

```

%using linear interpolation

```

```

i=1;
while i<=size(av_mos_per_user_paris_bw,1)
    if av_mos_per_user_paris_bw(i) > s_bw(2)+1.5*(s_bw(2)-s_bw(1)) ||
av_mos_per_user_paris_bw(i) < s_bw(1)-1.5*(s_bw(2)-s_bw(1));
        av_mos_per_user_paris_bw(i,:)=[];
    end
    i=i+1;
end

```

```

paris_bw_stats=
[ min(av_mos_per_user_paris_bw),round(mean(av_mos_per_user_paris_bw)),max(av
_mos_per_user_paris_bw)];

```

```

stats=[paris_bw_stats];
bar(stats)
boxplot(paris_bw_stats)

```

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) Chen και Chen, το 2003, Shankar και Van der Saar, το 2007
- (2) Ruiqin και η ομάδα του, το 2008
- (3) Bregni και η ομάδα του, 2004 Liang και η ομάδα του, 2003
- (4) Huusko και η ομάδα του, 2007
- (5) Pentikousis και Huusko 2006 (6) Weiss και η ομάδα του, 2006
- (7) Macker J.P. & Park V.D, το 2000
- (8) Παπαδημητρίου Π. και η ομάδα του, το 2007
- (9) Macker J.P. & Park V.D, το 2000, Pei Y. & Modestino J.W, το 2004
- (10) Noubir G., Lin G., το 2003
- (11) Politis και η ομάδα του, το 2007
- (12) Liang Yi. J. και η ομάδα του, το 2003
- (13) Wee S.J. & Apostolopoulos J. G., το 2001
- (14) Kenguka K. M. & Kumchaia A. S, το 2006
- (15) Fan και η ομάδα του, το 2006
- (16) Ahmed A., Boulahia L. M., το 2008, Rodriguez, το 2009
- (17) D. Storey, P. Nasiopoulos «Combining H.264 and MPEG4 for multi-resolution video applications, The University of British Columbia, Department of Electrical and Computer Engineering», IEEE 2004
- (18) E.O. Elliot, “Estimates of error rates for codes on burst-noise channels,” Bell Systems Technical Journal, vol. 42, pp. 1977–1997, Sept. 1963.
- (19) ITU-R Rec. BT.500-11 1 RECOMMENDATION ITU-R BT.500-11 Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures.pdf



- (20) [http://artemis.cslab.ntua.gr/el\\_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0261/DT20080261.pdf](http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2008-0261/DT20080261.pdf)
- (21) Badarneh O.S., Kadoch M., Elhakeem A.A., (2009b), "Supporting Video Multicast in Wireless Ad Hoc Networks Using Multiple Paths and Multiple Description Coding", IEEE Sixth International conference on Information Technology: New Generations, ITNG '09, pp. 646-651.
- (22) BAI Y., ITO M. R., (2005), "Class-Based Packet Scheduling to Improve QoS for IP Video", Telecommunication Systems, Vol. 29:No.1, pp. 47–60.
- (23) Barman D., Matta I., (2002, Nov.),"Effectiveness of loss labeling in improving TCP performance in wired/wireless networks"IEEE Proceedings of 18<sup>th</sup> conference on network Protocols, pp.2-11.
- (24) Basalamah A., Sato T., (2007, Sept.-Oct),." Adaptive FEC Reliable Multicast MAC Protocol for WLAN", IEEE 65<sup>th</sup> conference on Vehicular Technology, VTC2007-Fall.2007 pp.244-248.
- (25) Wang X., Du H., Guan L., Liu K., (2008, Oct.) "Research on WLAN Performance based on Priority Mechanism", 4<sup>th</sup> International Conference on Wireless Communications, Networking, and Mobile Computing, WiCOM'08.
- (26) Wee S. J., Apostolopoulos J. G., (2001,May), "Secure Scalable Video Streaming for Wireless Networks", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Salt Lake city, Utah.
- (27) Weiss, E.; Muehleisen, M.; Rokitansky, C.-H.; Walke, B.; Georgi, L.:(2006, Sept.),"Architecture of Always Best Connected Vehicular Communication Gateway", IEEE 64th Vehicular Technology Conference VTC 2006, pp.1-5,
- (28) Wei H.-C., Tsai Y.-C., Lin C.-W., (2004,May)," Prioritized retransmission for error protection of video streaming over WLANs", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2004,Vol.2, Page(s):II - 65-8.
- (29) Wiegand T., Gary J. Sullivan G. J., Bjontegaard G., Luthra A., (2003,July),"Overview of the H.264/AVC video coding standard", IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 13, No. 7, pp. 560-576.

- (30) Wong R. S., Shankar S., Van der Schaar M., (2005,May)," Integrated application MAC modeling for cross-layer optimized wireless video",IEEE International conference on Communications,ICC 2005, Vol. 2, pp.1271- 1275.
- (31) Wu Y.-D., Chih-Wei T., (2008,March-April) "The Motion Attention Directed Fast mode Decision for Spatial and CGS Scalable Video Coding", IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting.
- (32) Xu X., Van der Schaar M., Krishnamachari S., Choi S., Wang Y., (2003)," Adaptive Error Control for Fine-Granular-Scalability Video Coding over IEEE 802.11 Wireless LANS", Proceedings of 2003 International Conference on Multimedia and EXPO, ICME apos'03, Vol. 1, pp. 669-672.
- (33) Yang F., Zhang Q., Zhu W., Zhang Y.-Q., (2004),"Bit Allocation for Scalable Video Streaming over Mobile Wireless Internet", IEEE INFOCOM.
- (34) Zhang J., (2005),"advanced video coding: MPEG-4/H.264 and Beyond", Project on CMPT 880 – special topics : Multimedia Networking, University of Simon Fraser, Canada, 2005.
- (35) Zhang B., Shirazi M. N. (2003,March)," Implementation of explicit wireless loss notification using MAC-layer information" IEEE WCNC2003, on wireless communications and networking, Vol. 2, pp. 1339-1343.
- (36) Zhang Q., Zhu W., . Zhang Y.-Q., (2005,Jan.)," End-to-End QoS for Video Delivery Over Wireless Internet", IEEE Proceedings, vol. 93, No. 1, pp.123-134.
- (37) Zhao Z., Ostermann, J., Hexin Chen, (2009),"Low complexity multiple description coding for the scalable extension of H.264/AVC", Picture Coding Symposium, 2009. PCS 2009.
- (38) Zhi-Kui C., (2006),"An adaptive FEC to protect RoHC and UDP-Lite H.264 video critical data"Journal of Zhejiang University SCIENCE A, [www.zju.edu.cn/jzus](http://www.zju.edu.cn/jzus); [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com).
- (39) Zhu W., Zhaizg Q., Zhang Y.-Q., (2001)," Network-Adaptative Rate Control with Unequal Loss Protection for Scalable Video Over Internet", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2001, ISCAS 2001, Vol. 5, pp. 109-112.

- (40) Ahmed A., Boulahia L. M.,(2008), "Mobility and continuity of service in Heterogeneous Wireless Networks", <http://www2.lifl.fr/JDIR2008/Proceedings/atiq.pdf>
- (41) Alexiou A., Bouras C., Igglesis V.,(2007)," Scalable rate control for video transmission over UMTS", *Int. J. Commun. Syst.* Vol 20, pp.1315–1335.
- (42) Amon P., Rathgen T., Singer D.,(2007), "File Format for Scalable Video Coding (SVC)", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 17, No.9, pp. 1174-1185.
- (43) Arrifano A.M., Pereira M., Antonini M., Freire M.M., (2010)," Multiple-description video coding based on JPEG 2000 MQ-coder registers", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), Proceedings of 2010*, pp. 1827 – 1830.
- (44) Arya V., Turlitty T., (2002), "AED: An Accurate and Explicit Loss Differentiation Mechanism", [citeseer.ist.psu.edu/566133.html](http://citeseer.ist.psu.edu/566133.html)
- (45) Park M. – Y., Chung S. –H., Sreekumari P., (2009) "Estimating Rate of Queue Usage to Differentiate Cause of Packet Loss in Multi-hop Wireless Networks", *IEEE 33rd Annual International Conference on Computer Software and Applications*, pp. 500-508.
- (46) Park M. K., Shin K. H.,Jeong J. H., (2006,Jan.)" A statistical method of packet loss type discrimination in wired-wireless networks" *IEEE 3<sup>rd</sup> coference CCNC 2006, on consumer communications and networking, Vol1*, pp.458-462.
- (47) Parsa C., Garcia-Luna-Aceves J. J., (2000),"Differentiating Congestion vs. Random Loss: A Method for Improving TCP Performance over Wireless Links", *IEEE Conference on Wireless Communications and Networking (WCNC,'2000)*, Vol. 1, pp. 90-93.
- (48) Papadimitriou P., Tsaoussidis V., Zhang C., (2007,April), "Enhancing Video Streaming Delivery over Wired/Wireless Networks", *13<sup>th</sup> European Conference on Wireless (EW 2007)*.

- (49) Passas N., Paskalis S., Kaloxylos A., Bader C., Narcisi R., Tsontsis E., Jahan A. S., Aghvami H., "Enabling Technologies for "Always Best Connected" Concept" <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.2.6603>
- (50) Pei Y., Modestino J. W., (2004), "Interactive Video Coding and Transmission over Heterogeneous Wired-to-Wireless IP Networks Using an Edge Proxy", EURASIP Journal on Applied Signal Processing, volume 2004, issue 2 has been published online.
- (51) Pentikousis K., M. Huusko M., (2006), "Quality of service in heterogeneous networks: current status, examples, and open issues", Tutorial in IEEE "ISCC'06".
- (52) Pereira F., (2007), " MPEG multimedia standards: evolution and future developments", Proceedings of the 15th International Conference on Multimedia, Augsburg, Germany, Tutorial sessions, pp. 8-9.
- (53) Politis I., Tsagkaropoulos M, Pliakas T., Dagiuklas T., (2007, April), " Distortion Optimized Packet Scheduling and Prioritization of Multiple Video Streams over 802.11e Networks", Advances in Multimedia, Vol. 2, No. 6.
- (54) Qadri N., Altaf M., Fleury M., Ghanbari M., Sammak H., (2009), "Robust Video Streaming over an Urban VANET", IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, WIMOB 2009. pp. 429-434
- (55) Rodriguez J., Tsagkaropoulos M., Politis I., Dagiuklas T. and Kotsopoulos S, (2009, October) "A Middleware Architecture Supporting Seamless and Secure Multimedia Services across Inter-Technology Radio Access Network", IEEE Wireless Communications Magazine, Vol. 16, No.5.
- (56) Rossi L., Toni L., Agoulmine N., Fontaine J., (2010), "Source Coding Optimization for Heterogeneous Access Networks", IEEE/IFIP Symposium on Network Operations and Management Workshops (NOMS Wksp) 2010, pp.8-15.
- (57) Ruiqin X., Jizheng X., Feng W., (2008, Feb.), "In-Scale Motion Compensation for Spatially Scalable Video Coding", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.18, No. 2, pp.145-153.

- (58) Sabella R., (2007) "Network Architecture Evolution : towards "All-IP"", Proceedings of the 3rd Conference on Next Generation Internet Networks EuroNGI, pp.xviii-xix,
- (59) Samaraweera N. K. G., (1999, Aug.) " Non-congestion packet loss detection for TCP error recovery using wireless links", IEE Proceedings-Communication, Vol.146, No. 4, pp. 222-230.
- (60) Sandberg S. and von Deetzen N., (2010 March), "Design of Bandwidth-Efficient Unequal Error Protection LDPC Codes", IEEE Transactions on Communications, Vol. 58, No. 3, pp. 802-811.
- (61) Schafer R., Sikora T., (1995, June) "Digital video coding standards and their role in video communications", Proceedings of the IEEE, Vol. 83, No 6, pp.907-924.
- (62) Schwarz H., Marpe D., Wiegand T., (2007, Sept.), "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard" IEEE Transactions on circuits and systems for video technology, Vol. 17, No.9, pp. 1103-1120.
- (63) Seta N., Miyajima H., Zhang L., Hayashi H., Fujii T., (2007, April), " All-SIP Mobility: Session Continuity on Handover in Heterogeneous Access Environment" IEEE 65<sup>th</sup> VTC2007-Spring conference on Vehicular Technology, pp.1121-1126.
- (64) Setton E., Zhu X., Girod B., (2005, May), "Congestion-optimized scheduling of video over wireless ad hoc networks", IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS 2005, Vol.4, pp. 3531- 3534.
- (65) Shan Y., (2005), "Cross-Layer Techniques for Adaptive Video Streaming over Wireless Networks", EURASIP Journal on Applied Signal Processing Vol. 2, pp. 220–228.
- (66) Shen M., Zhao D., (2007, Nov.), " Opportunistic Link Scheduling for Multihop Wireless Networks", IEEE Global Telecommunications Conference GLOBECOM'07, pp.5064-5069.
- (67) Sun H., Vetro A., Xin J., (2007, Feb.), "An Overview of Scalable Video Coding" Research Articles", Wireless Communications & Mobile Computing, ISSN: 1530-8669 Vol. 7, No.2, pp. 159-172.

- (68) Sungwon H., Ikjun Y., (2006, Aug.), "Retransmission scheduling for multimedia delivery over wireless home networks", IEEE Transactions on Consumer Electronic, Vol. 52, No.3, pp850-856.
- (69) Tobe Y., Tamura Y., Molano A., Ghosh S., Tokuda H., (2000), "Achieving Moderate fairness for UDP Flows by Path-status Classification", IEEE Proceedings of 25<sup>th</sup> Annual Conference on Local Computer Networks (LCN'2000), pp. 252-261.
- (70) Van Velthoven J., Spaey K., Blondia C., (2006, Nov.), "performance of constant quality video applications using the DCCP Transport Protocol" Proceedings of 31<sup>st</sup> Conference on Local Computer Networks, pp. 511-512.
- (71) Villalón J., Cuenca P., Orozco-Barbosa L., Y. Seok Y., T. Turletti T., (2007, May), " Cross-Layer Architecture for Adaptive Video Multicast Streaming Over Multirate Wireless LANs", IEEE Journal on selected areas in communications, Vol. 25, No 4.