

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ ΣΕ
ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ MOBILE
WIMAX 3.5 ΓΕΝΕΑΣ**

Όλγα Μούσκου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2011

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΙΑΤΡΙΚΟΥ ΒΙΝΤΕΟ ΣΕ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ MOBILE WIMAX 3.5 ΓΕΝΕΑΣ

Όλγα Μούσκου

Επιβλέπων Καθηγητής

Κωνσταντίνος Σ. Παττίχης

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2011

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή ξεκίνησε και ολοκληρώθηκε κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2010-2011 σύμφωνα με τον υπάρχοντα κανονισμό του τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου. Επιθυμώ να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Παττίχη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, δίνοντας μου τη δυνατότητα να εκπονήσω την διπλωματική μου εργασία στον επιστημονικό τομέα που επιθυμούσα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδακτορικό φοιτητή του τμήματος Πληροφορικής Αντρέα Παναγίδη για την βοήθεια και τις συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας, καθώς οι γνώσεις του στον τομέα της τηλειατρικής και της επεξεργασίας βίντεο ήταν αναγκαίες για την ολοκλήρωση της. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση όχι μόνο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι επεξεργασία και μετάδοση ιατρικού βίντεο σε ασύρματα περιβάλλοντα mobile WiMAX 3.5 γενεάς.

Η συγκεκριμένη εργασία ξεκίνησε με στόχο να μελετηθούν τα διάφορα στάδια της επεξεργασίας βίντεο (προ-επεξεργασία και κωδικοποίηση) καθώς και η αποστολή του κωδικοποιημένου βίντεο μέσω ασύρματων καναλιών.

Χρησιμοποιώντας open-source εργαλεία κωδικοποίησης, έγιναν πολλές δοκιμές κωδικοποίησης ιατρικού βίντεο για να μελετηθούν οι διάφορες τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη του προτύπου H.264/AVC. Η προ-επεξεργασία έγινε με το εργαλείο FFMPEG ενώ η κωδικοποίηση με τον JM ο οποίος υλοποιεί το πρότυπο H.264/AVC για ερευνητικούς σκοπούς. Στη συνέχεια και πάλι με τη χρήση εργαλείου έγινε μια προσομοίωση προσθήκης σφάλματος στο συμπιεσμένο βίντεο (παρόμοια με αυτή που γίνεται κατά τη διάρκεια αποστολής μέσω δικτύου) για να εντοπιστούν τεχνικές οι οποίες είναι ανθεκτικότερες στο σφάλμα.

Γενικά η ποιότητα του κωδικοποιημένου βίντεο είναι ανάλογη του μεγέθους του, δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του βίντεο, αποθηκεύεται περισσότερη πληροφορία άρα η ποιότητα του είναι μεγαλύτερη.

Επίσης οι τεχνικές ανθεκτικότητας στα λάθη που έχουν μελετηθεί είναι πολύ αποτελεσματικές αφού πειραματικά έδειξαν ότι αυξάνουν την ποιότητα του τελικού βίντεο μετά από την μετάδοση.

Στο τέλος της διπλωματικής μελετήθηκαν και πιο ρεαλιστικά σενάρια αποστολής βίντεο με τη χρήση του προσομοιωτή δικτύου OPNET Modeler 16, έτσι ώστε να μελετηθεί το ποσοστό απώλειας πακέτων καθώς και η καθυστέρηση που παρατηρείται στην αποστολή του βίντεο μέσω ενός 3.5G mobile WiMAX δικτύου. Το mobile WiMAX δίκτυο επιλέχθηκε καθότι αποτελεί ένα τελευταίας γενεάς δίκτυο, με πολλές δυνατότητες, όπως η δυνατότητα αποστολής βίντεο υψηλής ευκρίνειας, ένα από τα ζητούμενα της παρούσας εργασίας. Τελικά αποδείχτηκε ότι τα mobile WiMAX δίκτυα είναι επαρκή για την αποδοτική αποστολή ιατρικού βίντεο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1	1
1.1 Κίνητρο	1
1.2 Τηλεϊατρική	2
1.3 Ασύρματη μετάδοση ιατρικού βίντεο για επείγοντα περιστατικά.	5
1.4 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας	6
1.5 Δομή Διπλωματικής Εργασίας	7
1.6 Ακρωνύμια.....	8
Κεφάλαιο 2	9
2.1 Ιστορική Αναδρομή	9
2.1.1 Δεύτερη Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών (2G).....	12
2.1.2 2.5G – 2.75G Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	13
2.1.3 Τρίτη Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών (3G).....	14
2.1.4 3.5G Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	16
2.1.5 Τέταρτη Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	17
Κεφάλαιο 3	23
3.1 Περιγραφή	23
3.2 Εφαρμογές	26
3.3 Τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη του προτύπου H.264/AVC.....	28
3.3.1 QP (Quantization Parameter).....	28
3.3.2 Intra Update	28
3.3.3 Rate Control	30
3.4 Πίνακας αντιστοίχισης μεγέθους βίντεο με ασύρματα κανάλια	31

Κεφάλαιο 4	33
4.1 Εργαλείο Κωδικοποίησης FFMPEG	33
4.2 Εργαλείο Κωδικοποίησης JM	35
4.2.1 Κωδικοποίηση	35
4.2.2 Αποκωδικοποίηση.....	38
4.3 Loss Generator	39
4.4 YUV player	41
Κεφάλαιο 5	43
5.1 Βίντεο QCIF / CIF / 4CIF	44
5.1.1 QCIF	45
5.1.2 CIF.....	45
5.1.3 4CIF.....	46
5.2 Παράμετροι Κωδικοποίησης.....	48
5.2.1 QP (Quantization Parameter).....	48
5.2.1.1 Πειραματικές Μετρήσεις (QCIF)	48
5.2.1.2 Πειραματικές Μετρήσεις (CIF).....	50
5.2.2 Intra Update	51
5.2.2.1 Πειραματικές Μετρήσεις- Intra Period (QCIF).....	51
5.2.2.2 Πειραματικές Μετρήσεις - Line Update (QCIF).....	53
5.2.3 Rate Control	56
5.2.3.1 Πειραματικές Μετρήσεις – Rate Control (QCIF)	56
5.3 Αποτελέσματα Μετάδοσης μέσω Ornet modeler 16	58
5.3.1 Profile και Applications	58
5.3.2 Αποστολέας και Παραλήπτης	59
5.4 Σενάριο Pathloss	61

5.4.1 Παράμετροι.....	61
5.4.1.1 Pathloss Model.....	61
5.4.1.2 Terrain Type	62
5.4.1.3 Shadow fading.....	62
5.4.2 Σενάριο 1: Pathloss model	63
5.4.3 Σενάριο 2: Shadow Fading	66
5.5 Σενάριο Modulation and Coding.....	68
5.5.1 Παραμέτροι.....	68
5.5.1.1 Modulation and Coding.....	68
5.5.2 Σενάριο 1.....	69
5.6 Τελικό Σενάριο με ασθενοφόρο	72
5.6.1 Βίντεο QCIF.....	74
5.6.2 Βίντεο CIF	76
5.6.3 Βίντεο 4CIF	78
Κεφάλαιο 6	80
6.1 Σύνοψη.....	80
6.2 Μελλοντική Εργασία.....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τύπος, τυπικές ταχύτητες και delay ασύρματων δικτύων [7].....	11
Πίνακας 2: κατηγορίες ποιότητας υπηρεσίας που προσφέρουν τα WiMAX δίκτυα.[19].....	21
Πίνακας 3: Εφαρμογές του προτοτύπου H.264 [23]	26
Πίνακας 4: Απαιτήσεις στις διάφορες εφαρμογές του H.264 [23].....	27
Πίνακας 5: Αντιστοίχιση μεγέθους βίντεο με ασύρματα δίκτυα	31
Πίνακας 6: Παράμετροι του JM [26].....	37
Πίνακας 7 : Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βίντεο	44
Πίνακας 8 : Παράμετροι ΣεναρίουPathloss Model.....	63
Πίνακας 9 : Παράμετροι ΣεναρίουShadow Fading	67
Πίνακας 10 : Παράμετροι ΣεναρίουModulation and Coding.....	69
Πίνακας 11: Παράμετροι τελικού σεναρίου	73
Πίνακας 12: Τελικά αποτελέσματα για QCIF	75
Πίνακας 13: Τελικά αποτελέσματα για CIF.....	77
Πίνακας 14: Τελικά αποτελέσματα για 4CIF.....	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Τυπική Αρχιτεκτονική Συστήματος Τηλεϊατρικής για τη Μετάδοση Ιατρικού Βίντεο σε Επείγοντα Περιστατικά [4].....	5
Σχήμα 2: Χρονολογική εξέλιξη των ασύρματων δικτύων [5].....	10
Σχήμα 3: Τοπολογία δικτύου GSM [6]	13
Σχήμα 4: Τοπολογία δικτύου WiMAX [18].....	19
Σχήμα 5: Χρονολογική Εξέλιξη των Προτύπων Κωδικοποίησης [22]	24
Σχήμα 6: Layers του Προτύπου H.264 και Εφαρμογές του [22]	25
Σχήμα 7 : Υπολογισμός QP πρώτου πλαισίου	30
Σχήμα 8 : Χρήση ffmpeg απο το Command Line	34
Σχήμα 9 : Μέρος ενός configuration file του κωδικοποιητή JM.....	35
Σχήμα 10 : Απο το batch file με το οποίο μελετούσα το rate control	36
Σχήμα 11 : Από το batch file με το οποίο έγινε η αποκωδικοποίηση	38
Σχήμα 12 : Πιθανότητα απώλειας πακέτου.....	39
Σχήμα 13 : Το batch file για την πρόσθεση λάθους.....	40
Σχήμα 14 : Τα διαφορετικά κανάλια των YUV και RGB	42
Σχήμα 15:Βίντεο QCIF	45
Σχήμα 16:Βίντεο QCIF	45
Σχήμα 17:Βίντεο 4CIF	47
Σχήμα 18 : Αντιστοίχιση ποιότητας και εύρους ζώνης για βίντεο QCIF	48
Σχήμα 19 : Αξιολόγηση ποιότητας κωδικοποίησης για κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.....	49
Σχήμα 20 : Αντιστοίχιση ποιότητας και εύρους ζώνης για βίντεο CIF	50
Σχήμα 21: PSNR vs Bitrate for Intra Update.....	51
Σχήμα 22: Έλεγχος ποιότητας ενδοπλαισιακής συχνότητας κωδικοποίησης πάνω από κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.	52
Σχήμα 23: Bits per Frame. Individual frame bandwidth requirements.	54
Σχήμα 24: Έλεγχος ποιότητας τεχνικών ενδοπλαισιακής κωδικοποίησης πάνω από κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.	54
Σχήμα 25 : Rate Control vs Packet Loss Rate	57

Σχήμα 26 : Παράμετροι για τη είσοδο αρχείου στην OPNET	58
Σχήμα 27 : Καθορισμός του Profile.....	59
Σχήμα 28 : Χαρακτηριστικά Αποστολέα	60
Σχήμα 29 : Χαρακτηριστικά Παραλήπτη.....	60
Σχήμα 30 : Περιγραφή εξασθένησης σήματος από τον αποστολέα στον παραλήπτη [29].....	61
Σχήμα 31 : Τοπολογία Σεναρίου Pathloss Model	63
Σχήμα 32:Αποτελέσματα Pathloss για διαφορετικές τιμές του Pathloss Model όπως φαίνονται στον Πίνακα 8.	64
Σχήμα 33 :Downlink και Uplink για διαφορετικές τιμές του Pathloss Model	65
Σχήμα 34 : Τοπολογία Σεναρίου Shadow Fading.....	66
Σχήμα 35:Αποτελέσματα Pathloss για διαφορετικές τιμές του Shadow Fading όπως φαίνονται στον Πίνακα 9.	67
Σχήμα 36: Τοπολογία Σεναρίου Modulation and Coding	69
Σχήμα 37:Αποτελέσματα Delay και Traffic Received για διαφορετικές τιμές του Modulation and coding όπως φαίνονται στον Πίνακα 10.....	70
Σχήμα 38:Αποτελέσματα Quantized CQI SNR για διαφορετικές τιμές του Modulation and coding όπως φαίνονται στον Πίνακα 10.	71
Σχήμα 39: Τοπολογία Τελικού σεναρίου	72
Σχήμα 40: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για QCIF βίντεο	74
Σχήμα 41: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για CIF βίντεο	76
Σχήμα 42: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για 4CIF βίντεο	78

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο	1
1.2 Τηλεϊατρική	2
1.3 Ασύρματη μετάδοση ιατρικού βίντεο για επείγοντα περιστατικά.	5
1.4 Στόχος διπλωματικής εργασίας	6
1.5 Δομή διπλωματικής εργασίας	7
1.6 Ακρωνύμια	8

1.1 Κίνητρο

Τα τελευταία χρόνια οι εξελίξεις που παρατηρούνται στη μετάδοση βίντεο είναι ραγδαίες [1], [2]. Μέχρι πρόσφατα, κατά την αποστολή και λήψη βίντεο μέσω διαδικτύου ήταν απαραίτητη η παραλαβή ολόκληρου του αρχείου πριν αρχίσει η αναπαραγωγή του βίντεο από την πλευρά του παραλήπτη. Το πλεονέκτημα της διαδικασίας αυτής ήταν το γεγονός ότι έδινε την δυνατότητα διατήρησης της ποιότητας του βίντεο ακόμα και σε κανάλια μικρής ταχύτητας, αφού η πλευρά του παραλήπτη θα έπρεπε να περιμένει την παραλαβή ολόκληρου του βίντεο ανεξαρτήτως χρόνου πριν προχωρήσει στην αναπαραγωγή του. Παράλληλα όμως αυτό ήταν και το κύριο μειονέκτημα καθώς ο παραλήπτης πολλές φορές έπρεπε να περιμένει αρκετή ώρα για την παραλαβή ολόκληρου του βίντεο, κάνοντας την χρήση του σε πολλούς τομείς αδύνατη (π.χ. στην τηλεϊατρική όπου ο χρόνος είναι πολύ σημαντικός, αλλά και γενικά στην μετάδοση εκδηλώσεων σε πραγματικό χρόνο).

Γι' αυτό μια νέα εξελιγμένη τεχνολογία εμφανίστηκε για την επίλυση του πιο πάνω προβλήματος κατά την οποία τα περιεχόμενα του αρχείου αποστέλλονται σε συμπιεσμένη μορφή μέσω του διαδικτύου και το βίντεο μπορεί να παρουσιάζεται στον παραλήπτη σε πραγματικό χρόνο.

Για την μέθοδο αυτή χρειάζεται από την πλευρά του αποστολέα μια κάμερα για την λήψη του βίντεο και ένας αποκωδικοποιητής για την συμπίεση, και από την πλευρά του παραλήπτη ένας αποκωδικοποιητής για την αποσυμπίεση, καθώς και ένα πρόγραμμα αναπαραγωγής βίντεο.

Το κομμάτι της συμπίεσης του βίντεο και η αποδοτικότητα του είναι πολύ σημαντικό για την γρηγορότερη αποστολή του βίντεο αφού ο χρόνος αναπαραγωγής είναι πραγματικός. Από την άλλη, τεχνικές περιορισμού του λάθους κατά την μετάδοση του βίντεο μέσα από ενσύρματα και ασύρματα μέσα, είναι εξίσου σημαντικές, δεδομένου ότι πλέον δεν χρησιμοποιείται επαναμετάδοση των κομματιών στα οποία παρουσιάστηκε σφάλμα κατά την μετάδοση. Για αυτό το σκοπό, τα καινούργια πρότυπα κωδικοποίησης περιέχουν τόσο αποδοτικούς αλγόριθμους συμπίεσης, όσο και τεχνικές ανθεκτικότητας στο λάθος.

Τα πλεονεκτήματα της παρούσης διαδικασίας μετάδοσης βίντεο σε σχέση με την ταχύτητα είναι σαφή σε σχέση με την προηγούμενη τεχνολογία γι' αυτό και χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς σήμερα. Ένας από αυτούς τους τομείς αποτελεί και η τηλεϊατρική, η οποία θα μελετηθεί περισσότερο σε αυτή την μελέτη.

1.2 Τηλεϊατρική

"Τηλεϊατρική είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών ακόμα και σε περιπτώσεις όπου παρεμβάλλεται απόσταση μεταξύ ασθενούς, ιατρού και άλλων εξειδικευμένων πληροφοριών και γνώσεων". Λίγα χρόνια πριν ο πιο πάνω ορισμός θα ακουγόταν παράλογος. Όμως λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας έχουν ανοιχτεί πολλοί δρόμοι για την ανάπτυξη της τηλεϊατρικής με την μετάδοση βίντεο.

Με την τηλεϊατρική, παρέχεται η δυνατότητα επαφής του γιατρού με τον ασθενή χωρίς να βρίσκονται στον ίδιο χώρο. Χρησιμοποιείται για την διάγνωση και εξαγωγή συμπερασμάτων καθώς και για τηλεπαρακολούθηση. Επίσης μπορεί να λύσει και το πρόβλημα της παροχής βοήθειας και υπηρεσιών σε απόμερες περιοχές.

Ορισμένες από τις εφαρμογές της τηλεϊατρικής συνοψίζονται στις εξής [3]:

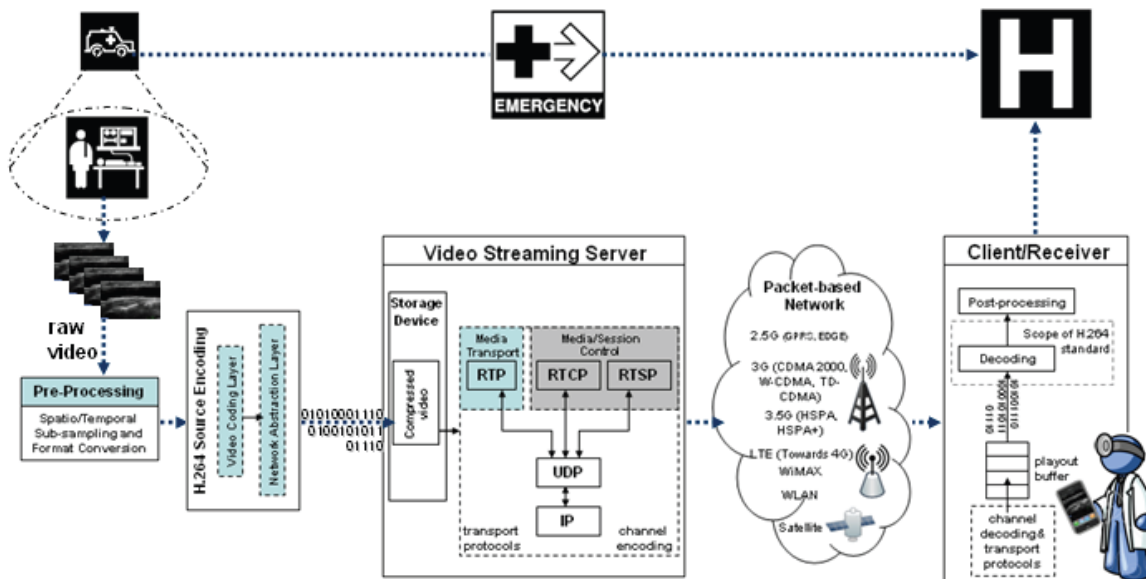
- i. Τηλεακτινολογία – Για μεταφορά ακτινογραφιών από ένα ιατρικό κέντρο σε άλλο. Συνήθως από ένα μικρό και απομακρυσμένο σε κάποιο μεγάλο, κεντρικό διαγνωστικό κέντρο για ακριβέστερη διάγνωση.
- ii. Τηλεπαθολογία – Για διάγνωση διαφόρων παθήσεων όπως καρκίνος, στένευση καρωτίδας κτλ. Για παράδειγμα σε ένα απομακρυσμένο νοσοκομείο μπαίνει κάτω από το μικροσκόπιο ένας ιστός και ένας άλλος ειδικός γιατρός από άλλο νοσοκομείο μέσω ειδικής συσκευής ή του προσωπικού του υπολογιστή χειρίζεται το μικροσκόπιο και εξετάζει τις εικόνες για διάγνωση.
- iii. Τηλεψυχιατρική – Μέσω της Τηλεϊατρικής και της μετάδοσης εικόνων σε πραγματικό χρόνο μπορεί να υπάρξει οπτικοακουστική επικοινωνία μεταξύ του ασθενή και του γιατρού, κάνοντας έτσι τις επισκέψεις του ασθενή στο γραφείο του γιατρού πολύ σπάνιες. Έτσι δίνεται η δυνατότητα σε ασθενείς από απομακρυσμένες περιοχές να παρακολουθούνται από ψυχολόγους και ψυχιάτρους.
- iv. Τηλεδερματολογία – Γίνεται η μετάδοση της εικόνας του δέρματος ενός ασθενή σε εξειδικευμένα κέντρα για διάγνωση. Είναι δυνατή η διάγνωση ακόμα και καρκίνου του δέρματος με περίπου ίδια ακρίβεια με την απ' ευθείας εξέταση.
- v. Τηλεοφθαλμολογία – Δίνει την δυνατότητα διάγνωσης μέσω των εικόνων των οφθαλμών.

- vi. Τηλεκαρδιολογία – Εκτελείται με συστήματα ελέγχου από το σπίτι ενός καρδιοπαθή. Χρησιμεύει για καταγραφή και μετάδοση ηλεκτροκαρδιογραφημάτων, μετρήσεις αρτηριακής πίεσης και γενικά για επί 24ώρου βάσεως ελέγχους.
- vii. Τηλεχειρουργική – Παρέχει τη δυνατότητα τηλεδιάσκεψης με κάποιον ειδικό που βρίσκεται κάπου αλλού κατά την διάρκεια μιας επέμβασης ή ακόμη και την εκτέλεση της επέμβασης από τον ειδικό με τη χρήση ρομποτικών συσκευών.
- viii. Τηλεπαιδιατρική – Συνεχής παρακολούθηση και φροντίδα παιδιών με χρόνια ή σπάνια προβλήματα που είτε βρίσκονται σε απομακρυσμένη περιοχή είτε οι γονείς δεν έχουν την οικονομική κατάσταση για συνεχή παρακολούθηση μέσα στο νοσοκομείο.
- ix. Τηλε-κατ'οίκον-ιατρική – Δίνει την δυνατότητα για παρακολούθηση και παροχή υπηρεσιών στο σπίτι, για παράδειγμα ηλεκτροκαρδιογραφήματα, αρτηριακή πίεση, ζάχαρο κτλ αποστέλλονται και αναλύονται αυτόματα σε κάποιο κέντρο. Έχει ως αποτέλεσμα τις λιγότερες και μικρότερες επισκέψεις σε νοσοκομεία και την έγκαιρη βοήθεια.
- x. Τηλεκπαίδευση – Εκπαίδευση φοιτητών με τηλεδιασκέψεις ή ακόμα και δια βίου εκπαίδευση έμπειρων γιατρών με χρήση ρεαλιστικών προσομοιώσεων με πολυμέσα.
- xi. Για επείγοντα περιστατικά – Το θέμα που θα μελετηθεί μέσω αυτής της εργασίας:

1.3 Ασύρματη μετάδοση ιατρικού βίντεο για επείγοντα περιστατικά.

Δεδομένου ότι η πρώτη ώρα μετά από κάποιο περιστατικό είναι η πιο σημαντική για την αποκατάσταση του ασθενούς και για την επιβίωσή του, το πιο κάτω σύστημα τηλεϊατρικής μπορεί να δώσει μεγάλο πλεονέκτημα χρόνου για τη θεραπεία των ασθενών που συμμετέχουν σε επείγοντα περιστατικά [4].

Μέσα από το ασθενοφόρο οι νοσοκόμοι γυρίζουν βίντεο του ασθενή το οποίο αποστέλλουν στον ιατρό που βρίσκεται στο νοσοκομείο με στόχο την παροχή περαιτέρω βοήθειας στη διάγνωση και την προετοιμασία εισαγωγής του ασθενούς στο νοσοκομείο. Αυτή η μετάδοση πληροφοριών και ζωτικών λειτουργιών έχουν σαν αποτέλεσμα την έγκαιρη και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση της εκάστοτε περίπτωσης.



Σχήμα 1: Τοπική Αρχιτεκτονική Συστήματος Τηλεϊατρικής για τη Μετάδοση Ιατρικού Βίντεο σε Επείγοντα Περιστατικά [4].

Η διαδικασία είναι η εξής:

Μέσα στο ασθενοφόρο γίνεται η λήψη του βίντεο και η προεπεξεργασία του για να είναι κατάλληλο για την συμπίεση. Ακολούθως γίνεται η συμπίεση με τον

αλγόριθμο H.264, ή οποιοδήποτε άλλο αλγόριθμο συμπίεσης. Στη συνέχεια μεταδίδεται το βίντεο στο νοσοκομείο ή στο κινητό τηλέφωνο του ειδικού γιατρού όπου γίνεται η αντίθετη διαδικασία, δηλαδή η αποκωδικοποίηση του βίντεο και η ανάνηψη από σφάλματα.

Οι τεχνικές συμπίεσης επιτρέπουν στον αποστολέα να απομονώσει το σημείο το οποίο περιέχει την σημαντική πληροφορία μειώνοντας έτσι το μέγεθος του βίντεο δίνοντας έτσι την δυνατότητα για γρηγορότερη αποστολή του στον παραλήπτη.

Σημαντικές παράμετροι είναι το μέγεθος του βίντεο μετά την συμπίεση καθώς και η ποιότητα του τελικού βίντεο που καταλήγει στον γιατρό. Πρέπει να επιχειρήσουμε το ελάχιστο δυνατό μέγεθος (για γρηγορότερη αποστολή), σε συνάρτηση πάντα με την αποδεκτή ποιότητα βίντεο που καθορίζει ο γιατρός. Γι αυτό πρέπει να μελετηθούν διάφορες περιπτώσεις.

1.4 Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια τεράστια βελτίωση όσον αφορά την ποιότητα της εικόνας που εξάγεται από τα οπτικοακουστικά μέσα που χρησιμοποιούνται. Η αύξηση της ποιότητας όμως συνεπάγεται την αύξηση του μεγέθους του βίντεο. Το μεγάλο μέγεθος των βίντεο καταλήγει σε προβλήματα και αδυναμίες μετάδοσης που οφείλονται κυρίως στην απουσία διαδικτυακών πόρων που χρειάζονται για την αποδοτική αποστολή τους. Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη διαφόρων παραμέτρων κωδικοποίησης μέσω του προτύπου H.264 επιτυγχάνοντας ικανοποιητική συμπίεση του βίντεο αλλά ταυτόχρονα διατηρώντας την ποιότητα του βίντεο σε ικανοποιητικά επίπεδα. Στη συνέχεια, την μελέτη μετάδοσης του κωδικοποιημένου βίντεο μέσω ασύρματων περιβαλλόντων MOBILE WIMAX 3.5 γενεάς, και την αξιολόγηση των σχετικών παραμέτρων ποιότητας .

1.5 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η εργασία ακολουθεί την εξής δόμηση:

Το 1^ο κεφάλαιο παρέχει μια ιστορική αναδρομή στις υπηρεσίες μετάδοσης βίντεο και τις εφαρμογές τηλεϊατρικής. Επίσης παρουσιάζεται το βασικό σενάριο που θα μελετηθεί, δηλαδή η αποστολή βίντεο μέσα από το ασθενοφόρο ενώ βρίσκεται σε κίνηση.

Το 2^ο κεφάλαιο αναλύει με χρονολογική σειρά τις τεχνολογίες ασύρματων δικτύων. Οι τεχνολογίες αυτές χωρίζονται και περιγράφονται ανάλογα με την γενεά στην οποία ανήκουν, 2.5 – 2.75, 3, 3.5, 4.

Το 3^ο κεφάλαιο περιγράφει το πρότυπο κωδικοποίησης H.264/AVC καθώς και πειραματικές μετρήσεις σχετικά με διάφορες τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη, του προτύπου. Στα πλαίσια του συγκεκριμένου προτύπου έχουν μελετηθεί οι τεχνικές κωδικοποίησης QP και Rate Control καθώς και τεχνικές ανθεκτικότητας στο λάθος (Intra Update).

Το 4^ο κεφάλαιο αναφέρεται στα εργαλεία/λογισμικό που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Για την προ-επεξεργασία χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο FFMPEG, για την κωδικοποίηση το εργαλείο JM το οποίο χρησιμοποιεί το πρότυπο H.264/AVC, και το Loss Generator το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση της μετάδοσης με την πρόσθεση λάθους στα πακέτα.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για διαφορετικά σενάρια μετάδοσης ιατρικού βίντεο μέσω ασυρμάτων δικτύων 3.5G, και τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκτέλεση τους. Στο τέλος μελετήθηκε και το βασικό σενάριο της διπλωματικής με το ασθενοφόρο.

Το 6^ο κεφάλαιο αποτελεί μια σύνοψη της όλης εργασίας και παραθέτει τα διάφορα συμπεράσματα.

1.6 Ακρωνύμια

AVC	Advanced Video Coding
AVI	Audio Video Interleave
CIF	Common Intermediate Format
DSS	Darwin Streaming Server
GOP	Group Of Picture
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
MPEG	Moving Picture Experts Group
QCIF	Quarter CIF
QoS	Quality of Service
RTP	Real-time Transport Protocol
SVC	Scalable Video Coding
WAN	Wireless Area Network

Κεφάλαιο 2

Ασύρματα Δίκτυα

2.1 Ιστορική Αναδρομή	9
2.1.1 Δεύτερη Γενεά Ασυρμάτων Επικοινωνιών (2G)	12
2.1.2 2.5G – 2.75G Γενεά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	13
2.1.3 Τρίτη Γενεά Ασυρμάτων Επικοινωνιών (3G)	14
2.1.4 3.5G Γενεά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	16
2.1.5 Τέταρτη Γενεά Ασυρμάτων Επικοινωνιών	17

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Ασύρματα δίκτυα χαρακτηρίζονται τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα στα οποία τα δεδομένα μεταφέρονται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με συχνότητα που εξαρτάται κάθε φορά από τον ρυθμό μετάδοσης δεδομένων που υποστηρίζει το δίκτυο. Η ασύρματη επικοινωνία, σε αντίθεση με την ενσύρματη, δεν χρησιμοποιεί ως μέσο μετάδοσης κάποιο καλώδιο.

Αυτό μας δίνει την δυνατότητα να αποστέλλουμε δεδομένα ενώ βρισκόμαστε εν κινήσει. Μας ενδιαφέρουν τα ασύρματα δίκτυα γιατί αυτά θα χρησιμοποιηθούν στα σενάρια που μελετάμε για το πώς θα αποστέλλονται τα βίντεο του ασθενή στον γιατρό ενώ ο ασθενής βρίσκεται στο ασθενοφόρο.

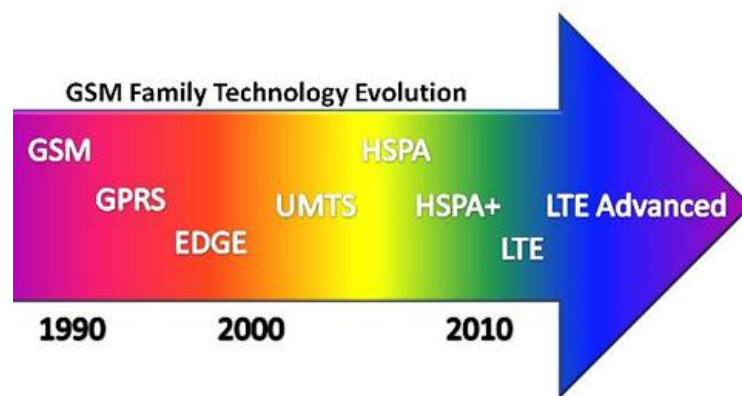
Τα ασύρματα δίκτυα ήταν η βάση για την τεχνολογία όσον αφορά κινητές συσκευές. Παρόλα αυτά έχουμε να ανησυχούμε για τρεις λόγους: ταχύτητα, κόστος και ασφάλεια.

Λόγω διαφόρων παρεμβάσεων από πολλούς άλλους παράγοντες η ταχύτητα αποστολής των δεδομένων δεν μπορεί να εξασφαλιστεί με σιγουριά.

Επίσης παρόλο που οι τιμές τα τελευταία χρόνια έχουν πέσει αρκετά και οι συσκευές είναι πιο προσιτές, παραμένουν να είναι αρκετά πιο ακριβές.

Τέλος η ασφάλεια είναι και αυτή ένα σημαντικό μέρος. Μη σωστά εγκατεστημένα δίκτυα ή δίκτυα με χαμηλή ασφάλεια μπορούν πολύ εύκολα να παραβιαστούν από άτομα ειδικευμένα στις παραβιάσεις (hackers).

Από το 1980 και περίπου κάθε μια δεκαετία παρατηρούμε την εξέλιξη μιας καινούριας γενιάς ασυρμάτων δικτύων. Σκοπός είναι η βελτίωση των υπηρεσιών προς τον τελικό χρήστη σε σχέση με τους προαναφερόμενους παράγοντες. Στο Σχήμα 2 φαίνονται με χρονολογική σειρά τα διάφορα δίκτυα που υπάρχουν μέχρι σήμερα, πολλά από τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια.



Σχήμα 2: Χρονολογική εξέλιξη των ασύρματων δικτύων [5]

Wireless Technology	Theoretical Data Rates	Typical Data Rates	Delay
2G-GSM (TDMA)	9.6 – 115 Kbps.	10 Kbps	-
2.5G-GPRS (TDMA)	DL:UL: 9.6 - 171.2 Kbps	DL:UL: 30-50 Kbps	< 700ms
2.5G-EDGE (TDMA)	DL:UL: 9.6-384 Kbps	DL:UL: 75-135 Kbps	<600ms (Rel.99) <350 (Rel. 4)
Evolved EDGE (TDMA)	DL: 1.89Mbps UL: 947Kbps	DL: 175-350Kbps UL:150-350Kbps	<200ms
3G-UMTS (FDD, W- CDMA)	DL:UL: 144 kbps - 2 Mbps.	DL:UL: 220-384 Kbps	<250ms
3G-UMTS (TDD, TD/CDMA)	DL:UL: 144 kbps - 2 Mbps.	DL:UL: 220-384 Kbps	<250ms
3.5G-HSPA	DL: 14Mbps UL: 5.8 Mbps	DL : 1-4 Mbps UL : 500Kbps -2Mbps	<150ms
3.5G-HSPA+	DL: 42(84) Mbps UL: 11.5(23) Mbps	DL : 1.9-8.8 Mbps UL: 1-4 Mbps	<100ms
3.5G-LTE (OFDMA)	DL: 326 Mbps UL: 86 Mbps	DL: 5.9-21.5 Mbps UL: TBD	<70ms
Mobile WiMAX (OFDM)	DL: 46 Mbps UL: 5.6 Mbps	DL:UL: TBD	<70ms
4G-LTE-Advanced (OFDMA)	DL: 1Gbps UL: 100 Mbps	TBD	TBD (target<5ms)
4G- WiMAX (OFDM)	DL: 1Gbps UL: 100 Mbps	TBD	TBD (target<5ms)

Πίνακας 1: Τύπος, τυπικές ταχύτητες και delay ασύρματων δικτύων [7]

2.1.1 Δεύτερη Γενιά Ασύρματων Επικοινωνιών (2G)

Τη δεύτερη γενιά ασύρματων δικτύων αποτελούν τα GSM (Global System for Mobile communications) [5]. Αποτελούν μια ανοιχτή, ψηφιακά κυψελοειδή τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση φωνής και δεδομένων.

Το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM και το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη.

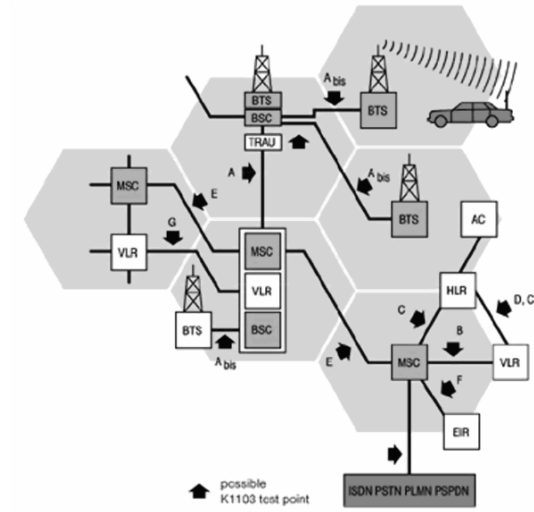
Το GSM έχει τη δυνατότητα να εκτελεί κλήσεις φωνής και μεταφορά δεδομένων με ταχύτητες έως 9,6 kbps, σε συνδυασμό με τη μετάδοση του SMS.

Το GSM δραστηριοποιείται στις συχνότητες 900MHz και 1.8GHz στην Ευρώπη και στις ζώνες 1.9GHz και 850MHz στις ΗΠΑ.

Το GSM χρησιμοποιεί μια παραλλαγή του Time Division Multiple Access (TDMA) και είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο από τις τρεις ψηφιακές τεχνολογίες ασύρματης τηλεφωνίας (TDMA, GSM και CDMA).

Ένα δίκτυο GSM για να καλύψει μία γεωγραφική περιοχή, η περιοχή αυτή διαμελίζεται σε μικρότερες περιοχές που λέγονται κυψέλες, οι οποίες εφάπτονται μεταξύ τους με κάθε κυψέλη να έχει και ένα σταθμό βάσης (Base Station), όπως φαίνεται στο Σχήμα 3. Η δομή αυτή επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για να καλυφτεί πλήρως η περιοχή. Με την μέθοδο αυτή αυξάνεται η χωρητικότητα του δικτύου αλλά πρέπει η ισχύς κάθε κυψέλης να είναι όση χρειάζεται ώστε να μην ξεπερνάει τα όρια της.

Μερικά από τα πλεονεκτήματα του GSM που το έκαναν τόσο διαδεδομένο είναι μεταξύ άλλων η καθαρή ποιότητα φωνής, φασματική ευελιξία και αυστηρή ασφάλεια.



Σχήμα 3: Τοπολογία δικτύου GSM [6]

2.1.2 2.5G – 2.75G Γενιά Ασύρματων Επικοινωνιών

Στην 2.5G συναντούμε την τεχνολογία GPRS (General Packet Radio Service) [5], μια πολύ διαδεδομένη ασύρματη υπηρεσία δεδομένων.

Το GPRS, οποίο υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα της ζώνης, προσφέρει ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων από 56 kbps έως 115 kbps. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες όπως η Wireless Application Protocol (WAP), Υπηρεσία Μηνυμάτων Πολυμέσων (MMS), καθώς και για υπηρεσίες επικοινωνιών στο Διαδίκτυο όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και το World Wide Web πρόσβαση.

Το GPRS καλείται συχνά 2,5 G τεχνολογία, διότι είναι το πρώτο βήμα της αλλαγής από το GSM προς την τρίτη γενιά (3G).

Η τεχνολογία GPRS βασίζεται στην πλατφόρμα του δικτύου GSM, ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί η υπάρχουσα υποδομή, όπως σταθμοί βάσης και Mobile Switching Centers (MSC).

Μετά τα GPRS δίκτυα εμφανίστηκαν τα EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

[8] δίκτυα φτάνοντας έτσι την 2.75G προσφέροντας θεωρητικά ταχύτητα 474 kbps, αλλά με μέση απόδοση 70 έως 130 kbps.

Η νέα αυτή τεχνολογία παρέχει μέχρι και τρεις φορές την χωρητικότητα δεδομένων GPRS, επομένως μπορεί να χειριστεί τρεις φορές περισσότερους συνδρομητές από ό, τι το GPRS.

Το EDGE εγκρίθηκε ως πρότυπο τον Ιούλιο του 2000 από την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU), που καθορίζει πρότυπα τηλεπικοινωνιών για παγκόσμια χρήση. Τον Ιούλιο του 2003 ξεκίνησε το πρώτο εμπορικό δίκτυο EDGE στον κόσμο.

Το EDGE επιτρέπει την παροχή προηγμένων κινητών υπηρεσιών, όπως λήψη βίντεο και music clips, μηνύματα πολυμέσων, υψηλή ταχύτητα πρόσβασης στο Internet και e-mail εν κινήσει.

Το EDGE επίσης χρησιμοποιεί την ίδια δομή όπως των δικτύων GSM, γι αυτό αποτελεί software-upgrade των προηγούμενων τεχνολογιών. Το μικρό κόστος μετατροπής των άλλων τεχνολογιών σε EDGE καθιστά τη τεχνολογία αυτή πολύ διαδεδομένη.

Η τεχνολογία αυτή δεν απαιτεί την απόκτηση επιπλέον φάσματος. Αντίθετα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ευρέως χρησιμοποιούμενα φάσματα του σήμερα, 850, 900, 1800 και 1900 MHz.

Αν και το EDGE είναι μια τεχνολογία των δεδομένων, έχει αυξήσει τον αριθμό των κλήσεων φωνής που ένα δίκτυο μπορεί να χειριστεί ταυτόχρονα με την αποστολή δεδομένων έως και 150% πιο αποδοτικά από GPRS.

Στις τεχνολογίες GPRS και EDGE προσφέρεται μια always-on σύνδεση, έτσι ώστε οι χρήστες δεν χρειάζεται να συνδέονται κάθε φορά που θέλουν πρόσβαση σε δεδομένα.

2.1.3 Τρίτη Γενιά Ασύρματων Επικοινωνιών (3G)

Η Τρίτη γενιά Ασύρματων Δικτύων προσφέρει υψηλότερες ταχύτητες και βασίζονται σε GSM. Τα 3G δίκτυα [8] υποστηρίζουν μετάδοση φωνής, κειμένου, πολυμέσων και βίντεο

με ταχύτητες από 384 kbps σε 2 Mbps. Λόγω του σήματος broadband το οποίο προσφέρει ακόμη μεγαλύτερο εύρος ζώνης, οι τεχνολογίες της τρίτης γενεάς παρέχουν σε κινητούς χρήστες υψηλές ταχύτητες σε Internet, βιντεοδιασκέψεις, καθώς στις διάφορες υπηρεσίες βίντεο.

Οι τεχνολογίες 3G μπορούν να υποστηρίξουν ταχύτητες 2 Mbps για ακίνητους ή βραδυκίνητους χρήστες (περπάτημα) και 384 kbps για χρήστες που κινούνται γρήγορα, δηλαδή βρίσκονται μέσα σε αυτοκίνητο τρένο κτλ.

Μερικές από τις τεχνολογίες που συμπεριλαμβάνονται στη Τρίτη γενεά είναι οι UMTS και CDMA2000.

Τα δίκτυα UMTS βασίζονται κυρίως στην τεχνολογία W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) [9] η οποία δίνει την δυνατότητα χρήσης του σήματος broadband.

Υπάρχουν δύο δυνατοί τρόποι λειτουργίας του WCDMA, TDD και FDD. Στη μέθοδο TDD πραγματοποιείται μια αμφίδρομη μετάδοση κατά την ίδια ζώνη συχνοτήτων χρησιμοποιώντας συγχρονισμένα χρονικά διαστήματα. Έτσι, οι χρονοθυρίδες σε ένα φυσικό κανάλι χωρίζονται σε δύο μέρη, μετάδοσης και λήψης. Στη μέθοδο FDD οι ζώνες συχνοτήτων διαχωρίζονται σε συχνότητες αποστολής και συχνότητες λήψης, δημιουργώντας έτσι τη ψευδαίσθηση δύο καναλιών ένα για κάθε κατεύθυνση.

Η πιο κοινή μορφή του UMTS χρησιμοποιεί W-CDMA, αλλά το σύστημα καλύπτει επίσης TD-CDMA και TD-SCDMA.

Το cdma2000 [10] είναι μια ασύρματη τεχνολογία που έχει εξελιχθεί από τις ήδη υπάρχουσες CDMA τεχνολογίες. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι ταχύτεροι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων και βελτίωση της χωρητικότητας του δικτύου με αποτέλεσμα περισσότερες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα τον ίδιο πύργο.

Το cdma2000 έχει αναπτυχθεί σε τρεις τουλάχιστον εκδόσεις:

Η πρώτη, 1xRTT, υποστηρίζει ταχύτητα μέχρι 144 Kbps μετάδοσης δεδομένων. Δηλαδή διπλασιάζει την δυναμικότητά σε σχέση με προηγούμενα δίκτυα CDMA.

Η δεύτερη έκδοση, το 1xEV-DO (Evolution-Data Optimized), θα υποστηρίξει ταχύτητες δεδομένων έως 2,4 Mbps.

Η τρίτη, 1xEV-DV, υποστηρίζει ταχύτητες δεδομένων έως και 3-5 Mbps. Υποστηρίζει πλήρως 1xRTT δίκτυα.

2.1.4 3.5G Γενιά Ασυρμάτων Επικοινωνιών

Ένα από τα πρωτόκολλα που συμπεριλαμβάνονται στην γενιά αυτή είναι το HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) [11]. Το πρότυπο αυτό παρέχει ταχύτητες λήψης σε ένα κινητό τηλέφωνο ισοδύναμο με μια ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) γραμμή σε ένα σπίτι. Το HSDPA βελτιώνει κατά 5 φορές το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων σε σχέση με το πρωτόκολλο τρίτης γενεάς W-CDMA.

Το HSDPA μπορεί να επιτύχει θεωρητικές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων από 8-10 Mbps και είναι κατάλληλο για εφαρμογές με υψηλές απαιτήσεις δεδομένων, όπως για παράδειγμα βίντεο streaming.

Το HSDPA βελτιώνει το W-CDMA, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές. Δημιουργεί ένα νέο κανάλι που ονομάζεται HS-DSCH, δηλαδή υψηλών ταχυτήτων downlink κοινόχρηστο κανάλι. Αυτό το κανάλι είναι διαφορετικό από άλλα κανάλια και επιτρέπει μεγαλύτερες ταχύτητες downlink. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το κανάλι χρησιμοποιείται μόνο για downlink. Το κανάλι αυτό είναι κοινό μεταξύ όλων των χρηστών και πετυχαίνει μεγαλύτερες ταχύτητες λόγω του ότι αφήνει να περνούν τα ραδιοκύματα που πρέπει να χρησιμοποιούνται πιο αποτελεσματικά για πιο γρήγορα downloads.

Ένα άλλο πρωτόκολλο που αποτελεί την 3.5G είναι το HSUPA (High Speed Uplink Packet Access) [12] και αποτελεί μια UMTS / WCDMA uplink τεχνολογία.

Η τεχνολογία HSUPA είναι άμεσα συνδεδεμένη με HSDPA. Οι δύο τεχνολογίες μοιάζουν

μεταξύ τους και τεχνικά αφού το HSUPA χρησιμοποιεί ένα ενισχυμένο κανάλι uplink που ονομάζεται E-DCH, αντίστοιχο με το κανάλι HS-DSCH που χρησιμοποιεί το HSDPA, αλλά στο HSUPA στόχος είναι οι μεγαλύτερες ταχύτητες στο uplink. Φαίνεται ότι το HSDPA είναι η πιο προηγμένη από τις δύο τεχνολογίες αφού το HSUPA χρησιμοποιεί ταχύτητες έως 5.8Mbps, δηλαδή μικρότερες από το HSDPA.

Στην πορεία έγινε μια συγχώνευση των δύο πρωτόκολλων (HSUPA και HSDPA) δημιουργώντας έτσι το HSPA (High Speed Packet Access) [13] συνδυάζοντας έτσι τα πλεονεκτήματα των δύο. Δηλαδή σε μια σύνδεση το uplink γίνεται από το HSUPA και το downlink από το HSDPA πετυχαίνοντας έτσι υψηλές ταχύτητες και στις δύο κατευθύνσεις και όχι μόνο στη μια όπως πετυχαίνουν τα πρωτόκολλα HSUPA και HSDPA από μόνα τους.

2.1.5 Τέταρτη Γενιά Ασύρματων Επικοινωνιών

4G [5], [8] είναι ο συντομευμένος όρος για την τέταρτη γενιά ασύρματων δικτύων τα οποία έχουν υπερισχύσει της τρίτης γενιάς (3G).

Οι ασύρματες τεχνολογίες WiMAX και LTE αποτελούν τα σημερινά state-of-the-art δίκτυα, ενσωματώνοντας μια πληθώρα εξελιγμένων τεχνολογιών. Ωστόσο, ενώ αυτά πληρούν ορισμένες από τις IMT-προηγμένες απαιτήσεις που καθορίζονται από την ITU-R, και οι δύο τεχνολογίες έχουν αποτύχει να αντιμετωπίσει μεμονωμένα όλες τις εισηγμένες απαιτήσεις. Η τελευταία, οδήγησε στην ανάπτυξη ακόμη πιο αποτελεσματικών τεχνικών και των εννοιών, προκειμένου να διευκολυνθεί η συμμόρφωση με τις παραπάνω προδιαγραφές. Έτσι έχουν προκύψει τα WirelessMAN-Advanced και LTE, προηγμένες τεχνολογίες που βασίζονται στο πρότυπο IEEE 802.16m και 3GPP έκδοση με 10 προδιαγραφές που συμμετείχαν στην IMT-προηγμένη διαδικασία αξιολόγησης, που ακολουθεί την ITU-R πρόσκληση για υποψήφιες τεχνολογίες [14]. Διαδικασία αξιολόγησης [15] κατέληξε στο συμπέρασμα ότι και οι δύο υποψήφιες τεχνολογίες καλύπτουν τις IMT-προηγμένες απαιτήσεις και επισήμως θεωρούνται ως 4G τεχνολογίες.

Αυτή η οικογένεια τεχνολογιών η οποία είναι συμβατή προς τα πίσω, είχε ως στόχο τη βελτίωση των uplink και downlink ποσοστών στα 100s των Mbps και 1Gbps, αντίστοιχα, αύξηση της κάλυψης και της δυναμικότητας, την ενισχυμένη υποστήριξη της κινητικότητας (έως 350 χλμ / ώρα), τον μειωμένο χρόνο αναμονής σε λιγότερο από πέντε χιλιοστά του δευτερολέπτου, την ενισχυμένη παροχή ποιότητας υπηρεσίας (QoS) [16], την αποτελεσματική χρηστικότητα του ραδιοφάσματος και την επεκτασιμότητα του εύρους ζώνης και της ασφάλειας, με απλές αρχιτεκτονικές, προς όφελος του τελικού χρήστη.

Στην τέταρτη γενεά εγκαταλείπεται η ασύρματη τεχνολογία CDMA που χρησιμοποιείται στα συστήματα 3G και αντικαθίσταται από OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing).

Η τεχνολογία OFDM είναι παρόμοια με τη συμβατική τεχνολογία Frequency-division multiplexing (FDM) με διαφορά στον τρόπο με τον οποίο τα σήματα διαμορφώνονται και αποδιαμορφώνονται. Προτεραιότητα δίνεται στην ελαχιστοποίηση των παρεμβολών μεταξύ των καναλιών ενώ λιγότερο βάρος δίνεται στην τελειοποίηση των επιμέρους καναλιών.

Ένα 4G δίκτυο δίνει τη δυνατότητα σε κινούμενους χρήστες να ανταλλάζουν δεδομένα με ταχύτητα περίπου 100 Mbps σε αντίθεση με ένα 3G δίκτυο που για κινούμενους χρήστες η ταχύτητα μετάδοσης είναι πολύ μειωμένη, ως 384 kbps.

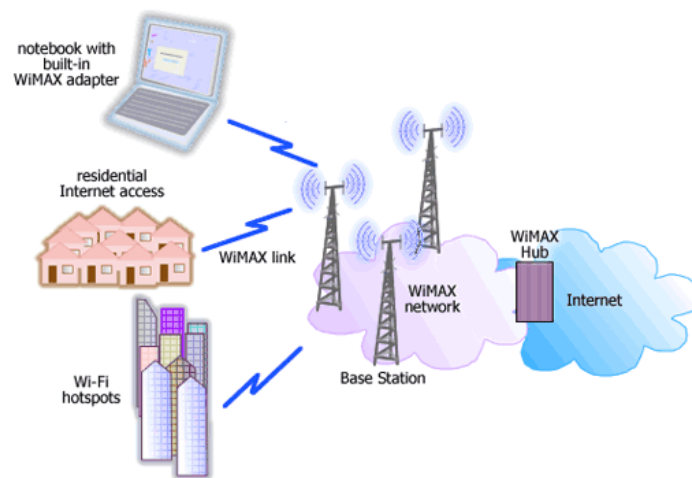
WiMAX

Η συνδεσιμότητα ενός δικτύου WiMAX [17], [18] αποτελείται από δύο τμήματα, τα WiMAX base stations και τους WiMAX δέκτες, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.

Ένα WiMAX base station είναι ένας χώρος στον οποίο μεταδίδονται WiMAX σήματα. Αποτελείται από ηλεκτρονικές συσκευές και έναν WiMAX Πύργο. Ο πύργος αυτός εκπέμπει ραδιοσήματα μέσω του αέρα και μπορεί να καλύψει έως και 10 χιλιόμετρα

ακτίνα. Στη θεωρία μπορεί να καλύψει μέχρι και 50 χλμ αλλά λόγω διαφόρων γεωγραφικών περιορισμών και εμποδίων στην πραγματικότητα φθάνει μέχρι και 10 χλμ. Αν κάποια ασύρματη συσκευή βρεθεί σε αυτή την περιοχή μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο WiMAX.

Ένας WiMAX Δέκτης είναι μια συσκευή που λαμβάνει τα σήματα από το WiMAX base station και συνδέεται με τα δίκτυα WiMAX. Σύνδεση με WiMAX base station είναι παρόμοια με τη σύνδεση σε Wi-Fi, η μόνη διαφορά είναι ότι το WiMAX καλύπτει πολύ ευρύτερη περιοχή.



Σχήμα 4: Τοπολογία δικτύου WiMAX [18]

Σύγκριση με το Wi-Fi

Το Wi-Fi χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ασύρματου LAN για πρόσβαση υψηλής ταχύτητας στο Διαδίκτυο ή για την κοινή χρήση αρχείων και υπηρεσιών λογισμικού. Όμως το WiMAX είναι αρκετά πιο σύγχρονη τεχνολογία και μπορεί να κάνει πολύ περισσότερα από απλώς την ανάπτυξη ασύρματων δικτύων για Ίντερνετ υψηλής ταχύτητας. Προσφέρει μεταφορά όχι μόνο δεδομένων, αλλά και δεδομένων φωνής και βίντεο με μεγάλες ταχύτητες.

Επίσης το WiMax έχει σχεδιαστεί για την κάλυψη πολύ μεγαλύτερη από το Wi-Fi.

Τέλος στο WiFi η ποιότητα των υπηρεσιών είναι παρόμοια με το Ethernet, όπου οι προτεραιότητες των πακέτα είναι στις ετικέτες τους. Αυτό δείχνει ότι η ποιότητα της υπηρεσίας (QoS) είναι σχετική με τη ροή πακέτων. Όμως με το WiMax η ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) είναι εγγυημένη αφού για κάθε ροή χρησιμοποιεί τεχνολογία που βασίζεται σε σύνδεση μεταξύ της συσκευής τελικών χρηστών και των base stations, η οποία έχει προγραμματιστεί με ειδικό αλγόριθμο.

Για τους λόγους αυτούς αποφασίσαμε ότι τα δίκτυα WiMax είναι τα κατάλληλα για την εφαρμογή που μελετούμε, δηλαδή την αποστολή ιατρικού βίντεο μέσα από το κινούμενο ασθενοφόρο. Συνοπτικά έχει μεγαλύτερη κάλυψη, προσφέρει μεγαλύτερες ταχύτητες και η ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) είναι εγγυημένη.

Στον Πίνακα 1 φαίνονται οι Διάφορες κατηγορίες ποιότητας υπηρεσίας που προσφέρουν τα WiMAX δίκτυα.

QoS Category	Application	QoS Specifications
UGS Unsolicited Grant Service	VoIP	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum Sustained Rate • Latency Tolerance • Jitter Tolerance • Graft Interval
rtPS Real-Time Polling Service	Streaming Audio or Video	<ul style="list-style-type: none"> • Minimum Reserved Rate • Maximum Sustained Rate • Latency Tolerance • Traffic Priority
ertPS Extended Real-Time Polling Service	VoIP with Voice Activity Detection/Silence Suppression	<ul style="list-style-type: none"> • Minimum Reserved Rate • Maximum Sustained Rate • Latency Tolerance • Jitter Tolerance • Traffic Priority
nrtPS Non-Real-Time Polling Service	File Transfer Protocol (FTP)	<ul style="list-style-type: none"> • Minimum Reserved Rate • Maximum Sustained Rate • Traffic Priority
BE Best-Effort Service	Data Transfer, Web Browsing	<ul style="list-style-type: none"> • Maximum Sustained Rate • Traffic Priority

Πίνακας 2: κατηγορίες ποιότητας υπηρεσίας που προσφέρουν τα WiMAX δίκτυα.[19]

Στο στρώμα MAC, οι πιο σημαντικές υποστηριζόμενες λειτουργίες μπορούν να συνοψιστούν στην παροχή QoS μέσω διαφόρων κατηγοριών προτεραιότητας, τον άμεσο προγραμματισμό τόσο για DL και UL, η αποτελεσματική διαχείριση της κινητικότητας, καθώς και ασφάλεια. Οι 5 κατηγορίες των QoS αναφέρονται στον Πίνακα 2. Ανάλογα με τις ανάγκες κάθε εφαρμογή επιλέγεται και η κατάλληλη κατηγορία, και η αντίστοιχη UL έκρηξη θα προγραμματιστεί και το δεδομένο ποσοστό θα εκχωρηθεί. Για real-time video streaming, όπως στην περίπτωση των σεναρίων τηλεϊατρικής έκτακτης ανάγκης, το rtPS QoS ταιριάζει καλύτερα τις απαιτήσεις των εφαρμογών.

LTE

Η τεχνολογία LTE (Long Term Evolution) [20] είναι το επόμενο βήμα από τα WCDMA και HSPA. Αυτή η τεχνολογία πρόσβασης είναι βελτιστοποιημένη για την παροχή πολύ γρήγορων ταχυτήτων στη μεταφορά δεδομένων, έως 100Mbps downlink και 50Mbps uplink (ώρες αιχμής).

Το LTE ενσωματώνει Multiple In Multiple Out (MIMO), σε συνδυασμό με Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) στο downlink και FDMA στο uplink να παρέχει υψηλά επίπεδα απόδοσης.

Αν και οι δύο LTE και WiMAX χρησιμοποιούν το περιβάλλον εργασίας του αέρα OFDMA, το LTE έχει το πλεονέκτημα ότι είναι συμβατό με τα υφιστάμενα δίκτυα GSM και δίκτυα HSPA, επιτρέποντας έτσι την επαναχρησιμοποίηση αυτών των δικτύων.

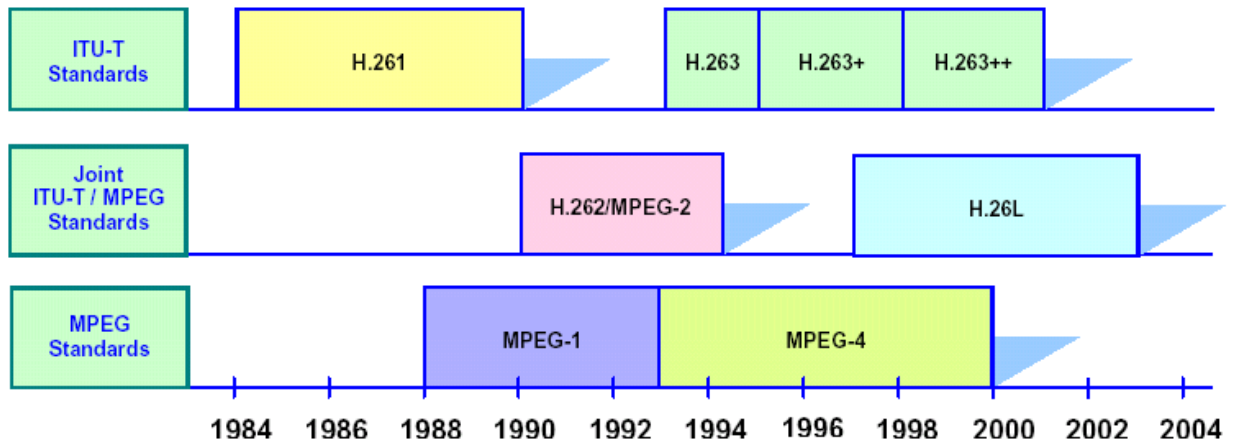
Κεφάλαιο 3

Πρότυπο Κωδικοποίησης H.264/AVC

3.1 Περιγραφή	23
3.2 Εφαρμογές	26
3.3 Τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη του προτύπου H.264/AVC	28
3.3.1 QP (Quantization Parameter)	28
3.3.2 Intra Update	28
3.3.3 Rate Control	30
3.4 Πίνακας αντιστοίχισης μεγέθους βίντεο με ασύρματα κανάλια	31

3.1 Περιγραφή

Το πρότυπο H.264 [21] αποτελεί σημαντική βελτίωση των προηγούμενων προτύπων και αναμένεται να κυριαρχήσει τα επόμενα χρόνια στον τομέα της κωδικοποίησης. Συγκεκριμένα μπορεί να προσφέρει μείωση του μεγέθους του συμπιεσμένου βίντεο μέχρι 50% για ίση αντιληπτή ποιότητα σε σχέση με τα προηγούμενα πρότυπα [22]. Στο Σχήμα 5 φαίνεται η χρονολογική εξέλιξη των προτύπων.



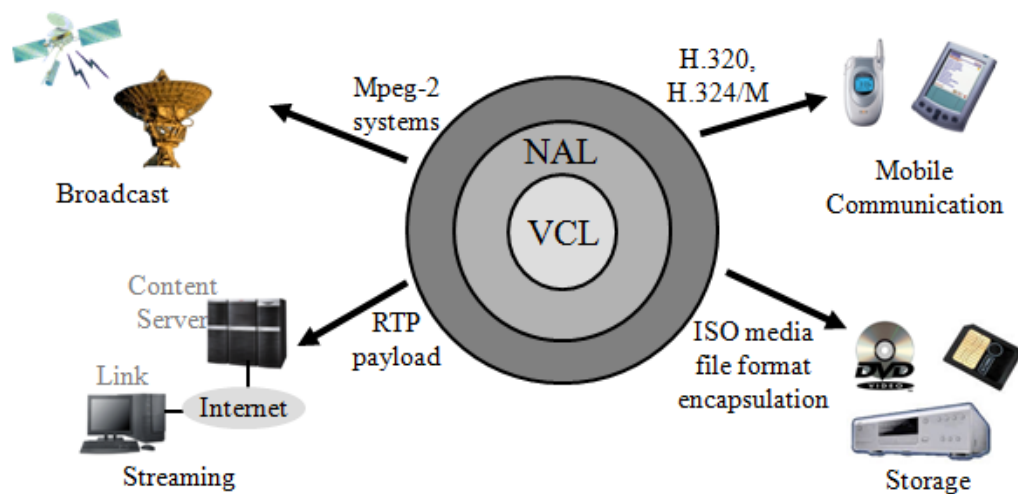
Σχήμα 5: Χρονολογική Εξέλιξη των Προτύπων Κωδικοποίησης [21]

Το H.264/AVC στοχεύει στη συμπίεση των ορθογώνιων εικόνων του βίντεο όπως και τα προηγούμενα πρότυπα, όμως το κάνει με ένα αποδοτικότερο και ανθεκτικότερο στα λάθη τρόπο. Το πρότυπο δημιουργήθηκε το 2003, μετά την συγχώνευση των ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) μαζί με την ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG), και την δημιουργία της ομάδας Joint Video Team (JVT).

Το πρότυπο H.264 προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με τα προηγούμενα πρότυπα [22], [23]:

- Επιτυγχάνει μεγαλύτερους λόγους συμπίεσης αφού χρησιμοποιεί πολλαπλά πλαίσια αναφοράς για την πρόβλεψη κίνησης. Συγκεκριμένα για την κωδικοποίηση ενός πλαισίου μπορεί να χρησιμοποιήσει μέχρι και τα πέντε προηγούμενα πλαίσια.
- Προσφέρει ψηλότερη ποιότητα με δεδομένο bit-rate λόγω της μείωσης της μίξης χρωμάτων και της τετραγωνοποίησης της εικόνας.
- Απαιτεί λιγότερο χώρο αποθήκευσης αφού επιτρέπει μεγαλύτερο όγκο δεδομένων να αποθηκευτεί σε ένα μοναδικό δίσκο.
- Προσφέρει ψηλότερη ανάλυση γι' αυτό και είναι το πρότυπο που χρησιμοποιείται σε οπτικά μέσα υψηλής ευκρίνειας.

Το Πρότυπο H.264 κωδικοποίηση βίντεο αποτελείται από δύο στρώματα. Πρώτο είναι το video coding layer (VCL), το οποίο είναι υπεύθυνο για τη συμπίεση του βίντεο. Ακολούθως βρίσκεται το network abstraction layer (NAL), το οποίο αντιμετωπίζει την προσαρμογή των κωδικοποιημένων bitstream ανάλογα με το μέσο μετάδοσης. Το στρώμα NAL κάνει το πρότυπο H.264 ανεξάρτητο από το μέσο μετάδοσης αφού μπορεί να το μετατρέψει όπως φαίνεται στο Σχήμα 6 .



Σχήμα 6: Layers του Προτύπου H.264 και Εφαρμογές του [22]

3.2 Εφαρμογές

CATV	Cable TV on optical networks, copper, etc.
DBS	Direct broadcast satellite video services
DSL	Digital subscriber line video services
DTTB	Digital terrestrial television broadcasting, cable modem, DSL
ISM	Interactive storage media (optical disks, etc.)
MMM	Multimedia mailing
MSPN	Multimedia services over packet networks
RTC	Real-time conversational services (videoconferencing, videophone, etc.)
RVS	Remote video surveillance
SSM	Serial storage media (digital VTR, etc.)

Πίνακας 3: Εφαρμογές του προτοτύπου H.264 [23]

Όπως φαίνεται πιο πάνω, στην καθημερινή μας ζωή χρησιμοποιούμε συνεχώς τις εφαρμογές του προτοτύπου H.264. Στην καλωδιακή μας τηλεόραση, σε διάφορες ψηφιακές υπηρεσίες βίντεο, στην ψηφιακή επίγεια τηλεοπτική μετάδοση, σε διαδραστικά μέσα αποθήκευσης όπως για παράδειγμα οπτικοί δίσκοι, σε υπηρεσίες πολυμέσων μέσω δικτύων μεταφοράς πακέτων, σε real-time υπηρεσίες όπως βιντεοδιασκέψεις, σε απομακρυσμένη παρακολούθηση βίντεο αλλά και σε σειριακά μέσα αποθήκευσης όπως ψηφιακά VTR, κλπ.

Application	Requirements
Broadcast television	Coding efficiency, reliability (over a controlled distribution channel), interlace, low-complexity decoder
Streaming video	Coding efficiency, reliability (over a uncontrolled packet-based network channel), scalability
Video storage and playback	Coding efficiency, interlace, low-complexity encoder and decoder
Vide Conferencing	Coding efficiency, reliability, low latency, low-complexity encoder and decoder
Mobile video	Coding efficiency, reliability, low latency, low-complexity encoder and decoder, low power consumption
Studio distribution	Lossless or near-lossless, interlace, efficient transcoding

Πίνακας 4: Απαιτήσεις στις διάφορες εφαρμογές του H.264 [23]

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, για διαφορετικές εφαρμογές του H.264 υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις.

3.3 Τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη του προτύπου H.264/AVC

3.3.1 QP (Quantization Parameter)

Κβαντοποίηση είναι η διαδικασία μετατροπής ενός σχετικά μεγάλου ή συνεχής συνόλου αξιών (όπως οι πραγματικοί αριθμοί), σε ένα μικρό σχετικά διακριτό σύνολο (όπως είναι η ακέραιους).

Η Κβαντοποίηση που εμπλέκονται στην επεξεργασία εικόνας, είναι μια απωλεστική τεχνική συμπίεσης η οποία επιτυγχάνεται με τη συμπίεση ένα εύρος τιμών σε μια ενιαία κβαντική τιμή. Όταν ο αριθμός των διακριτών συμβόλων σε μια δεδομένη ροή μειώνεται, η ροή γίνεται πιο συμπίεσμένη. Για παράδειγμα, η μείωση του αριθμού των χρωμάτων που απαιτείται για να αντιπροσωπεύσει μια ψηφιακή εικόνα καθιστά δυνατή τη μείωση του μεγέθους του αρχείου.

Το QP είναι η παράμετρος η οποία μας δείχνει την ποιότητα του βίντεο. Παίρνει τιμές από 1 ως 51, με την τιμή 1 να αντιστοιχεί στην καλύτερη ποιότητα και όσο μεγαλώνει να μειώνεται η ποιότητα.

3.3.2 Intra Update

Ένα βίντεο αποτελείται από μια ακολουθία πλαισίων (frames), τα οποία προβάλλονται το ένα μετά το άλλο και το ανθρώπινο μάτι το εκλαμβάνει σαν συνέχεια. Επομένως η κωδικοποίηση ενός βίντεο μπορεί να επιτευχθεί με την κωδικοποίηση των επι μέρους πλαισίων [4].

Ενδοπλαισιακή Κωδικοποίηση (IntraFrame): Με τη χρήση αυτής της μεθόδου κάθε πλαίσιο θεωρείται ανεξάρτητο αφού κωδικοποιείται ξεχωριστά χωρίς να λαμβάνονται υπόψη άλλα πλαίσια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κάθε πλαίσιο να κρατά ολόκληρη την

πληροφορία του με την κωδικοποίηση για να γίνει η επιτυχής αποκωδικοποίηση, άρα χρειάζεται και μεγάλο εύρος ζώνης.

Διαπλαισιακή Κωδικοποίηση (Interframe): Σε αυτή την περίπτωση κωδικοποιείται ανεξάρτητα το πρώτο πλαίσιο με Ενδοπλαισιακή Κωδικοποίηση ενώ για τα ακόλουθα κωδικοποιούνται μόνο οι διαφορές με το πρώτο πλαίσιο. Κατά την αποκωδικοποίηση χρησιμοποιούμε το πρώτο πλαίσιο και τη διαφορά του από το i-οστό πλαίσιο για να δημιουργήσουμε το i-οστό πλαίσιο.

Υπάρχουν τρία είδη πλαισίων:

- I-frames (πλαίσια αναφοράς): Είναι τα λιγότερο συμπιεσμένα πλαίσια τα οποία δεν χρειάζονται πληροφορίες από άλλα πλαίσια για να αποκωδικοποιηθούν.
- P-frames: Χρησιμοποιούν πληροφορίες από προηγούμενα πλαίσια για να αποκωδικοποιηθούν γι' αυτό είναι πιο συμπιέσιμα από τα I-frames.
- B-frames: Χρησιμοποιούν πληροφορίες από από το προηγούμενο και το επόμενο πλαίσιο για να αποκωδικοποιηθούν και είναι πιο συμπιέσιμα από τα προηγούμενα είδη.

Η συχνότητα εμφάνισης των I-frames επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του βίντεο αφού έχει ως στόχο να σταματά η διάδοση του λάθους στα επόμενα πλαίσια [4], [24].

Ακολουθούν δύο διαφορετικές μέθοδοι ανάνηψης από λάθη, παρόμοιες με την Διαπλαισιακή Κωδικοποίηση.

- (1) Σε κάθε πλαίσιο μια γραμμή κρατά ολόκληρη την πληροφορία της χωρίς να χρησιμοποιεί πληροφορίες από άλλα πλαίσια για να σταματά λάθος που τυχόν να υπάρχει σε αυτή τη γραμμή. Στο επόμενο πλαίσιο γίνεται το ίδιο με την επόμενη γραμμή. Σε ένα qcif βίντεο μια γραμμή περιλαμβάνει 11 macroblocks. (Line Update)
- (2) Σε κάθε πλαίσιο ένας σταθερός αριθμός macroblocks κρατά ολόκληρη την πληροφορία χωρίς να χρησιμοποιεί πληροφορίες από άλλα πλαίσια για να σταματά

λάθος που τυχόν να υπάρχει σε αυτά. Στο επόμενο πλαίσιο γίνεται το ίδιο με διαφορετικά macroblocks. Σε qcif για να έχουμε αντίστοιχα αποτελέσματα με την προηγούμενη μέθοδο πρέπει να επιλέγουμε τυχαία 11 macroblocks. (Random Update)

3.3.3 Rate Control

Ο αλγόριθμος Rate Control είναι ένας αλγόριθμος που προσαρμόζει δυναμικά τις παραμέτρους ενός κωδικοποιητή για την επίτευξη ενός επιθυμητού bitrate. Ο αλγόριθμος Rate Control του JM προσπαθεί να καθορίσει την ποιότητα του βίντεο για να πετύχουμε ένα επιθυμητό bitrate. Καθορίζοντας απλά το QP που θα έχει το πρώτο πλαίσιο με τον τρόπο που δείχνει το Σχήμα 7 και δίνοντας το επιθυμητό bitrate, τα υπόλοιπα πλαίσια ρυθμίζουν αναλόγως το δικό τους QP έτσι ώστε να καταλήξουμε στο επιθυμητό bitrate.

$$QP = \begin{cases} 40 & bpp \leq 0.15 \\ 30 & 0.15 < bpp \leq 0.45 \\ 20 & 0.45 < bpp \leq 0.9 \\ 10 & bpp > 0.9 \end{cases}$$

where $bpp = \frac{R}{f \times N_{pixels}}$

Σχήμα 7 : Υπολογισμός QP πρώτου πλαισίου

3.4 Πίνακας αντιστοίχισης μεγέθους βίντεο με ασύρματα κανάλια

Μετά από πειραματικές μετρήσεις για βίντεο qcif, cif και 4cif και για διαφορετικό QP, χρησιμοποιήθηκε το bitrate του κάθε βίντεο για να αντιστοιχηθεί με το κατάλληλο ασύρματο δίκτυο που καλύπτει τις ανάγκες για βίντεο αυτού του μεγέθους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.

QP	Bit Rate (kbits/s)	Frames Per Second	Resolution	Wireless Channel	
				Typical	Theoretical
40	4.43	15	QCIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
36	8.76	15	QCIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
32	24.84	15	QCIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
26	112.99	15	QCIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
22	254.22	15	QCIF	Evolved EDGE - 150 to 300 kbps	Evolved EDGE - 400 kbps
40	18.2	15	CIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
36	47.08	15	CIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
32	130.98	15	CIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
26	488.84	15	CIF	HSPA - 500 to 2 Mbps	HSPA - 2 Mbps
22	961	15	CIF	HSPA - 500 to 2 Mbps	HSPA - 2 Mbps
40	87.38	15	4CIF	EDGE - 70 to 135 kbps	EDGE - 200 kbps
36	214.47	15	4CIF	Evolved EDGE - 150 to 300 kbps	Evolved EDGE - 400 kbps
32	517.84	15	4CIF	HSPA - 500 to 2 Mbps	HSPA - 2 Mbps
26	1560.17	15	4CIF	HSPA - 500 to 2 Mbps	HSPA - 2 Mbps
22	2770.77	15	4CIF	HSPA+ - 1 to 4 Mbps	HSPA+ - 11.5 Mbps

Πίνακας 5: Αντιστοίχιση μεγέθους βίντεο με ασύρματα δίκτυα

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5 και όσον αφορά το εύρος ζώνης, τόσο 2.5G και 3G παρέχουν επαρκή ποσοστά για μετάδοση ιατρικής εικόνας. Για τις ιατρικές μετάδοση βίντεο το 3G προσφέρει επαρκή ποσοστά για QCIF (176x144) ανάλυση ιατρικής εικόνας, καθώς και συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος (ROIs). Όσον αφορά όμως βίντεο υψηλότερης ανάλυσης όπως CIF και 4CIF (704x576) οι τεχνολογίες 3G δεν είναι επαρκής για αυτό χρησιμοποιούνται τεχνολογίες υψηλής ταχύτητας πρόσβαση πακέτων, HSPA και HSPA+, που συμπεριλαμβάνονται στις 3.5G τεχνολογίες. Τα οφέλη της μετάδοσης υψηλής ανάλυσης κλινικών βίντεο είναι ένα ανοιχτό πεδίο έρευνας.

Κεφάλαιο 4

Εργαλεία - Λογισμικό

4.1 Εργαλείο Κωδικοποίησης FFMPEG	33
4.2 Εργαλείο Κωδικοποίησης JM	35
4.2.1 Κωδικοποίηση	35
4.2.2 Αποκωδικοποίηση	38
4.3 Loss Generator	39
4.4 YUV player	41

4.1 Εργαλείο Κωδικοποίησης FFMPEG

Ο `ffmpeg` [25] μπορεί να κωδικοποιήσει και να αποκωδικοποιήσει σχεδόν οποιοδήποτε τύπου αρχεία σε πολύ ικανοποιητικούς χρόνους, προσφέροντας ταυτόχρονα αρκετά μεγάλους λόγους συμπίεσης. Είναι υλοποιημένο σε γλώσσα C. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, το εργαλείο `ffmpeg` χρησιμοποιήθηκε για την προ-επεξεργασία του βίντεο πριν την κωδικοποίηση:

```

C:\ffmpeg\bin>ffmpeg -i C:\ffmpeg\examples\ECG_Loop_3.avi -s cif -pix_fmt yuv420p -r 15 C:\ffmpeg\examples\result3.yuv
FFmpeg version SUN-r23607, Copyright (c) 2000-2010 the FFmpeg developers
  built on Jun 15 2010 04:09:35 with gcc 4.4.2
  configuration: --target-os=mingw32 --enable-runtime-cpudetect --enable-avisynth --enable-gpl --enable-version3 --enable-bzlib
  --enable-libgsm --enable-libfaad --enable-pthreads --enable-libvorbis --enable-libtheora --enable-libspeex --enable-libmp3lame
  --enable-libopenjpeg --enable-libxvid --enable-libschromedinger --enable-libx264 --extra-libs='-lx264 -lpthread' --enable-libop
  encore_amrwb --enable-libopencore_amrnb --enable-librtmp --extra-libs='-lrtmp -lpolarssl -lws2_32 -lwinmm' --arch=x86 --cross-p
  refix=i686-mingw32 --cc='ccache i686-mingw32-gcc' --enable-memalign-hack
  libavutil      50.19.0 / 50.19.0
  libavcodec     52.76.0 / 52.76.0
  libavformat    52.68.0 / 52.68.0
  libavdevice    52. 2.0 / 52. 2.0
  libavfilter    1.20.0 / 1.20.0
  libswscale     0.11.0 / 0.11.0
Input #0, avi, from 'C:\ffmpeg\examples\ECG_Loop_3.avi':
  Duration: 00:00:04.73, start: 0.000000, bitrate: 323605 kb/s
  Stream #0.0: Video: rawvideo, bgra, 560x438, 100 thr, 100 tbn, 100 tbc
  Metadata:
    strn      : C:\Documents and Settings\niki\Desktop\ECG Loop 3.avi
  scale @ 01740b701w:560 h:438 fmt:bgra -> w:352 h:288 fmt:yuv420p flags:0x4
Output #0, rawvideo, to 'C:\ffmpeg\examples\result3.yuv':
  Metadata:
    encoder      : Lavf52.68.0
  Stream #0.0: Video: rawvideo, yuv420p, 352x288, q=2-31, 200 kb/s, 90k tbn, 15 tbc
  Metadata:
    strn      : C:\Documents and Settings\niki\Desktop\ECG Loop 3.avi
Stream mapping:
  Stream #0.0 -> #0.0
Press [q] to stop encoding
frame= 72 fps= 16 q=0.0 Lsize= 10692kB time=4.80 bitrate=18247.7kbits/s dup=0 drop=123
video:10692kB audio:0kB global headers:0kB muxing overhead 0.000000%
C:\ffmpeg\bin>

```

Σχήμα 8 : Χρήση ffmpeg απο το Command Line

Επεξήγηση παραμέτρων που φαίνονται από το Σχήμα 8:

- -i: Αρχείο εισόδου στο οποίο θα εφαρμοστεί η εντολή
- -s: Το μέγεθος των πλαισίων του βίντεο
CIF= Common Intermediate Format (352x288 pixels)
- - pix_fmt: Pixel Format, το yuv420p είναι το format που χρησιμοποιείται για ερευνητικούς σκοπούς JM encoder
- -r: Το frame rate (Πλαίσια ανά δευτερόλεπτο) που θα έχει το κωδικοποιημένο βίντεο.
- Η τελευταία παράμετρος είναι το όνομα του κωδικοποιημένου βίντεο.

4.2 Εργαλείο Κωδικοποίησης JM

Το JM [26] είναι το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την Κωδικοποίηση και Αποκωδικοποίηση των βίντεο τύπου yuv που δημιουργήθηκαν με τη χρήση του ffmpeg με τον αλγόριθμο H.264.

4.2.1 Κωδικοποίηση

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση καθορίζονται μέσω configuration file που έχει την μορφή που φαίνεται στο Σχήμα 9.

```
#####
# Files
#####
InputFile           = "C:\JM\bin\thesis\EL1_12_10qcif\EL1_12_10qcif_R_.yuv"      # Input sequence
InputHeaderLength   = 0                # If the inputfile has a header, state it's length in byte here
StartFrame          = 0                # Start frame for encoding. (0-N)
FramesToBeEncoded   = 3                # Number of frames to be coded
FrameRate           = 15.0             # Frame Rate per second (0.1-100.0)
Sourcewidth         = 176              # Frame width
Sourceheight        = 144              # Frame height
TraceFile           = "H:\JM\bin\Journal\EL3\trace_enc.txt"                    # Trace file
ReconFile            = "H:\JM\bin\Journal\EL3\EL3_352x288_15_IPPP_without_Journal.yuv" # Reconstruction YUV
OutputFile           = "H:\JM\bin\Journal\EL3\EL3_352x288_15_IPPP_without_Journal.rtp" # Bitstream
#####
# Encoder control
#####
ProfileIDC           = 66              # Profile IDC (66=baseline, 77=main, 88=extended; FREXT Profiles: 100=High, 110=High 10)
IntraProfile         = 0                # Activate Intra Profile for FREXT (0: false, 1: true)
LevelIDC             = 30              # (e.g. ProfileIDC=110, IntraProfile=1 => High 10 Intra Profile)
# Level IDC (e.g. 20 = level 2.0)
IntraPeriod          = 15              # Period of I-pictures (0=only first)
IDRPeriod            = 0                # Period of IDR pictures (0=only first)
AdaptiveIntraPeriod = 1                # Adaptive intra period
AdaptiveIDRPeriod    = 1                # Adaptive IDR period
IntraDelay           = 0                # Intra (IDR) picture delay (i.e. coding structure of PPIPPP... )
EnableIDRGOP         = 0                # Support for IDR closed GOPs (0: disabled, 1: enabled)
EnableOpenGOP        = 0                # Support for open GOPs (0: disabled, 1: enabled)
QPISlice             = 40              # Quant. param for I slices (0-51)
QPPSlice             = 42              # Quant. param for P slices (0-51)
Frameskip            = 0                # Number of frames to be skipped in input (e.g 2 will code every third frame)
ChromaQPoffset       = 0                # Chroma QP offset (-51..51)

DisableSubpelME      = 0                # Disable subpixel Motion Estimation (0=off/default, 1=on)
SearchRange          = 32              # Max search range

MEDistortionFPel     = 0                # Select error metric for Full-Pel ME (0: SAD, 1: SSE, 2: Hadamard SAD)
MEDistortionHPel     = 2                # Select error metric for Half-Pel ME (0: SAD, 1: SSE, 2: Hadamard SAD)
MEDistortionQPel     = 2                # Select error metric for Quarter-Pel ME (0: SAD, 1: SSE, 2: Hadamard SAD)
MDDistortion         = 2                # Select error metric for Mode Decision (0: SAD, 1: SSE, 2: Hadamard SAD)
ChromaMCBuffer       = 1                # Calculate color component interpolated values in advance and store them.
# Provides a trade-off between memory and computational complexity
# (0: disabled/default, 1: enabled)
ChromaMEEnable       = 0                # Take into account color component information during ME
# (0: only first component/default, 1: All color components)

NumberReferenceFrames = 8              # Number of previous frames used for inter motion search (0-16)
```

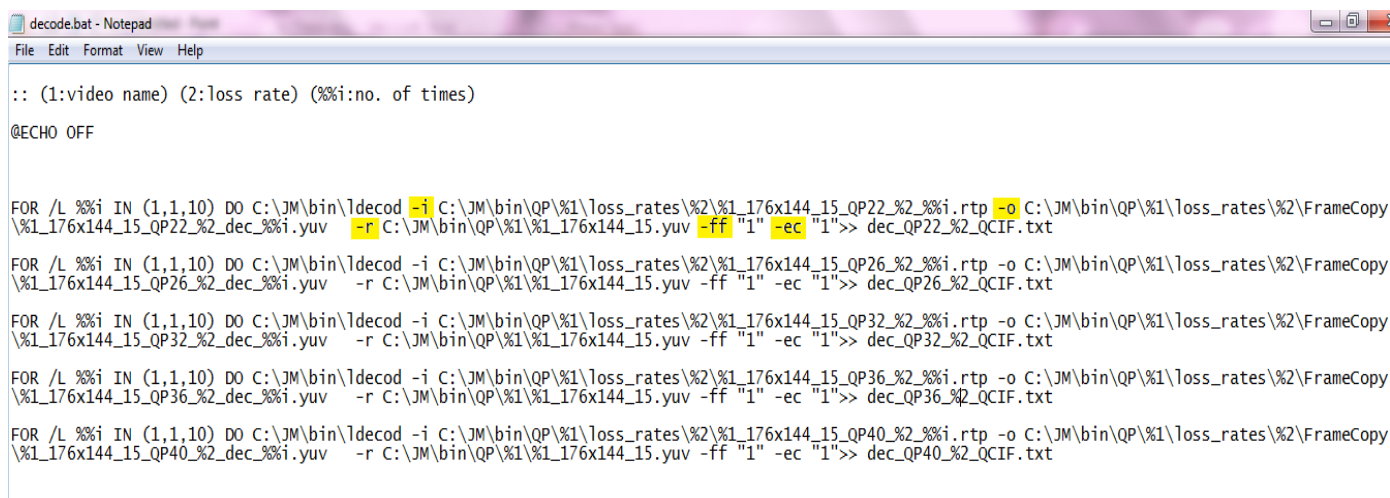
Σχήμα 9 : Μέρος ενός configuration file του κωδικοποιητή JM

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	
InputFile	Το όνομα του αρχείου που περιλαμβάνει το βίντεο.
OutputFile	Το όνομα του rtp αρχείου που παράγεται μετά την κωδικοποίηση
ReconFile	Το όνομα του YUV αρχείου που παράγεται μετά την κωδικοποίηση
ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ IntraFrame ΚΑΙ Interframe	
IntraPeriod	Τα πλαίσια που στέλνονται μεταξύ δύο I-frame
QPISlice	Το QP των I-frame
QPPSlice	Το QP των P-frame
ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ LINE UPDATE	
MbLineIntraUpdate	Ενεργοποιεί τη μέθοδο LINE UPDATE
QPISlice	Το QP των I-frame
QPPSlice	Το QP των P-frame
ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ RANDOM UPDATE	
RandomIntraMBRefresh	Καθορίζει τον αριθμό των macroblock ανα πλαίσιο που θα συμμετέχουν στην μέθοδο RANDOM UPDATE
QPISlice	Το QP των I-frame
QPPSlice	Το QP των P-frame
ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ QP	
QPISlice	Το QP των I-frame
QPPSlice	Το QP των P-frame
ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ RATE CONTROL	
NumberReferenceFrames=1	Ο αριθμός των εικόνων που χρησιμοποιούνται για αναφορά τόσο στην κωδικοποίηση όσο και την αποκωδικοποίηση (predictive coding).
RateControlEnable=1	Ενεργοποιεί τη μέθοδο RATE CONTROL
Bitrate	Το επιθυμητό Bitrate
InitialQP	Το QP που θα έχει το αρχικό πλαίσιο και που υπολογίζεται όπως φαίνεται στην Εικόνα 11
BasicUnit	Συνολικός αριθμός βασικής μονάδας κωδικοποίησης σε μια εικόνα (βασική μονάδα: MB=16x16 pixels)

Πίνακας 6: Παράμετροι του JM [26]

4.2.2 Αποκωδικοποίηση

Μετά από την προσθήκη λάθους στα πακέτα που δημιουργήθηκαν από την κωδικοποίηση του λάθους, γίνεται η αποκωδικοποίηση των πακέτων για την ανάκτηση του αρχικού βίντεο. Η αποκωδικοποίηση γίνεται στην πλευρά του αποδέκτη του βίντεο.



```
decode.bat - Notepad
File Edit Format View Help

:: (1:video name) (2:loss rate) (%i:no. of times)
@ECHO OFF

FOR /L %i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\ldecod -i C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP22_%2_%i.rtp -o C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\FrameCopy\%1_176x144_15_QP22_%2_dec_%i.yuv -r C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15.yuv -ff "1" -ec "1">> dec_QP22_%2_QCIF.txt

FOR /L %i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\ldecod -i C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP26_%2_%i.rtp -o C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\FrameCopy\%1_176x144_15_QP26_%2_dec_%i.yuv -r C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15.yuv -ff "1" -ec "1">> dec_QP26_%2_QCIF.txt

FOR /L %i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\ldecod -i C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP32_%2_%i.rtp -o C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\FrameCopy\%1_176x144_15_QP32_%2_dec_%i.yuv -r C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15.yuv -ff "1" -ec "1">> dec_QP32_%2_QCIF.txt

FOR /L %i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\ldecod -i C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP36_%2_%i.rtp -o C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\FrameCopy\%1_176x144_15_QP36_%2_dec_%i.yuv -r C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15.yuv -ff "1" -ec "1">> dec_QP36_%2_QCIF.txt

FOR /L %i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\ldecod -i C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP40_%2_%i.rtp -o C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\FrameCopy\%1_176x144_15_QP40_%2_dec_%i.yuv -r C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15.yuv -ff "1" -ec "1">> dec_QP40_%2_QCIF.txt
```

Σχήμα 11 : Από το batch file με το οποίο έγινε η αποκωδικοποίηση

Επεξήγηση παραμέτρων που φαίνονται από το Σχήμα 11:

- -i : Το rtp πακέτο για το οποίο θα γίνει η αποκωδικοποίηση
- -o : το όνομα του βίντεο που θα δημιουργηθεί σαν αποτέλεσμα της αποκωδικοποίησης
- -r : το αρχικό βίντεο πριν την κωδικοποίηση
- -ff : file format – 1: rtp ή 0: annex B
- -ec : Τεχνική ανάνηψης από λάθη κατά την μετάδοση

4.3 Loss Generator

Με τον Loss Generator [26], [27] προστίθεται λάθος στα πακέτα με την πληροφορία. Δηλαδή χάνονται κάποια από τα πακέτα βάση μιας πιθανότητας. Για κάθε πακέτο υπολογίζεται ένας τυχαίος αριθμός από το 0 μέχρι το 1 και αν είναι μεγαλύτερος από την πιθανότητα που καθορίσαμε τότε θεωρούμε ότι το πακέτο έχει χαθεί.

Στο Σχήμα 12 φαίνεται ένα παράδειγμα για πιθανότητα 3% (0.03). Τα πακέτα 18 και 35 χάνονται αφού ο τυχαίος αριθμός τους είναι μικρότερος από 0.03.

```
temp: 0.030000 uni: 0.556369
temp: 0.030000 uni: 0.499795
temp: 0.030000 uni: 0.627207
temp: 0.030000 uni: 0.920139
temp: 0.030000 uni: 0.006664 lost packet #18

temp: 0.030000 uni: 0.657466
temp: 0.030000 uni: 0.544647
temp: 0.030000 uni: 0.673884
temp: 0.030000 uni: 0.046045
temp: 0.030000 uni: 0.658728
temp: 0.030000 uni: 0.459652
temp: 0.030000 uni: 0.845771
temp: 0.030000 uni: 0.194282
temp: 0.030000 uni: 0.195101
temp: 0.030000 uni: 0.700388
temp: 0.030000 uni: 0.420212
temp: 0.030000 uni: 0.042994
temp: 0.030000 uni: 0.345011
temp: 0.030000 uni: 0.042603
temp: 0.030000 uni: 0.472244
temp: 0.030000 uni: 0.692880
temp: 0.030000 uni: 0.007236 lost packet #35

temp: 0.030000 uni: 0.273701
temp: 0.030000 uni: 0.816438
temp: 0.030000 uni: 0.275309
temp: 0.030000 uni: 0.419781
```

Σχήμα 12 : Πιθανότητα απώλειας πακέτου

Στο Σχήμα 13 φαίνεται το batch file που χρησιμοποιήσα για την πρόσθεση λάθους σε 50 διαφορετικά βίντεο. Τα %1 και %2 είναι το όνομα του αρχικού βίντεο και το ποσοστό loss rate αντίστοιχα τα οποία δίνονται ως παράμετροι όταν καλείται το batch file.

Το κάθε for δίνει τιμή στο %%i απο 1 έως 10 για να γίνει η διαδικασία και για τα 10 βίντεο που βρίσκονται στον ίδιο φάκελο με παρόμοιο όνομα.

Το 3 είναι ο αριθμος των πρώτων πακετων που επιλεγουμε να μην υπόκεινται σε λαθος, και περιεχουν παραμετρους για ολο το βιντεο.

Το μηδέν αφορά το IDR frame. 0 - δεν έχει redundant slices, 1 - έχει

```

loss_generator.bat - Notepad
File Edit Format View Help
:: (1:video name) (2:loss rate) (%%i:no. of times)

ECHO OFF

FOR /L %%i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\rtp_loss C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15_QP22.rtp C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP22_%2_%%i.rtp %2 3 0 %%i
FOR /L %%i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\rtp_loss C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15_QP26.rtp C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP26_%2_%%i.rtp %2 3 0 %%i
FOR /L %%i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\rtp_loss C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15_QP32.rtp C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP32_%2_%%i.rtp %2 3 0 %%i
FOR /L %%i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\rtp_loss C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15_QP36.rtp C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP36_%2_%%i.rtp %2 3 0 %%i
FOR /L %%i IN (1,1,10) DO C:\JM\bin\rtp_loss C:\JM\bin\QP\%1\%1_176x144_15_QP40.rtp C:\JM\bin\QP\%1\loss_rates\%2\%1_176x144_15_QP40_%2_%%i.rtp %2 3 0 %%i
  
```

Loss rate

Το αρχικό rtp πακέτο χωρίς λάθη
 Το πακέτο μετά την πρόσθεση

Σχήμα 13 : Το batch file για την πρόσθεση λάθους

4.4 YUV player

Στη μελέτη αυτή κατά την διάρκεια επεξεργασίας των βίντεο το αποτέλεσμα ήταν βίντεο τύπου YUV, επομένως χρειάστηκε και ένα YUV player για την αναπαραγωγή τους. Τα YUV βίντεο είναι ένας τρόπος, λίγο διαφορετικός από RGB, για να σπάσει τη φωτεινότητα και τα χρώματα της εικόνας σε αριθμούς.

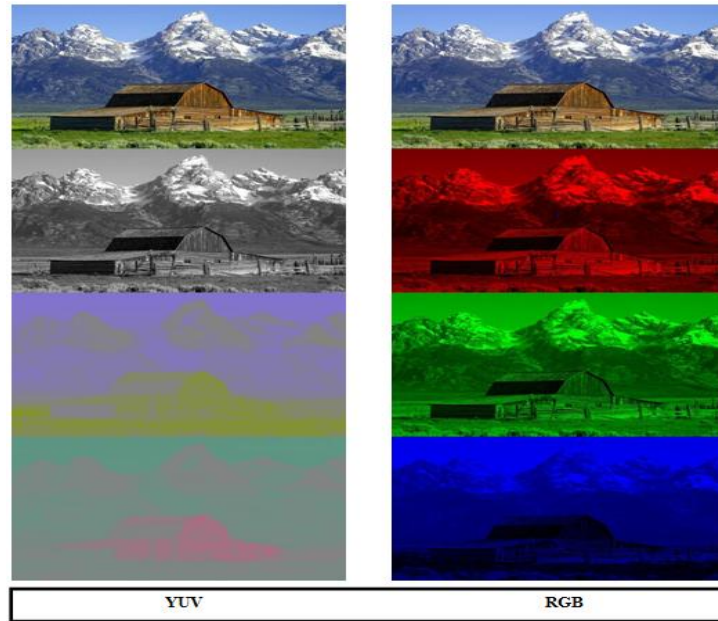
Το YUV, που είναι επίσης γνωστό ως Y'CbCr και YPbPr, είναι ένας χρωματικός χώρος στον οποίο το Y αντιπροσωπεύει την φωτεινότητα, και U και V είναι κανάλια που αποθηκεύουν πληροφορίες χρώματος χωρίς πληροφορίες φωτεινότητας.

Τα YUV σήματα δημιουργούνται από ένα πρωτότυπο RGB (RedGreenBlue). Οι σταθμισμένες τιμές του R, G και B προστίθενται μαζί για να παράγουν ένα ενιαίο σήμα Y, που αντιπροσωπεύει τη συνολική φωτεινότητα. Το σήμα U υπολογίζεται με την αφαίρεση του Y από το μπλε σήμα του αρχικού RGB, και το V με την αφαίρεση του Y από το κόκκινο.

Το YUV έχει κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με το RGB που το κάνει πιο ιδανικό για τον τομέα της επεξεργασίας βίντεο.

1. Το χρώμα RGB είναι πιο δύσκολο στην επεξεργασία. Αν θα πρέπει να μειωθεί η φωτεινότητα ομοιόμορφα σε μια εικόνα, θα πρέπει να γίνει σε όλα τα 3 χρώματα.
2. Με RGB υπάρχει μεγάλος πλεονασμός στα δεδομένα κάνοντας έτσι το βίντεο μεγαλύτερου μεγέθους. Αυτό είναι κάτι που θα μας δυσκόλευε στην αποστολή του βίντεο. Με το YUV δίνεται η δυνατότητα να απορριφθούν σκοπίμως ορισμένες πληροφορίες, προκειμένου να μειωθεί το εύρος ζώνης.

Στο Σχήμα 14 φαίνονται τα διαφορετικά κανάλια των YUV και RGB.



Σχήμα 14 : Τα διαφορετικά κανάλια των YUV και RGB

Κεφάλαιο 5

Αποτελέσματα - Μετάδοση ιατρικού βίντεο μέσω ασύρματων δικτύων 3.5G

5.1 Βίντεο QCIF / CIF / 4CIF	44
5.1.1 QCIF	45
5.1.2 CIF	45
5.1.3 4CIF	46
5.2 Παράμετροι Κωδικοποίησης	48
5.2.1 QP (Quantization Parameter)	48
5.2.1.1 Πειραματικές Μετρήσεις (QCIF)	48
5.2.1.2 Πειραματικές Μετρήσεις (CIF)	50
5.2.2 Intra Update	51
5.2.2.1 Πειραματικές Μετρήσεις – Intra Period (QCIF)	51
5.2.2.2 Πειραματικές Μετρήσεις – Line Update (QCIF)	53
5.2.3 Rate Control	56
5.2.3.1 Πειραματικές Μετρήσεις – Rate Control (QCIF)	56
5.3 Αποτελέσματα Μετάδοσης μέσω OPNET Modeler 16	58
5.3.1 Profile και Applications	58
5.3.2 Αποστολέας και Παραλήπτης	59
5.4 Σενάριο Pathloss	61
5.4.1 Παραμέτροι	61
5.4.1.1 Pathloss Model	61
5.4.1.2 Terrain Type	62
5.4.1.3 Shadow fading	62
5.4.2 Σενάριο 1: Pathloss model	63
5.4.3 Σενάριο 2: Shadow Fading	66

5.5 Σενάριο Modulation and Coding	68
5.5.1 Παραμέτροι	68
5.5.1.1 Modulation and Coding	68
5.5.2 Σενάριο 1	69
5.6 Τελικό σενάριο με ασθενοφόρο	72
5.6.1 Βίντεο QCIF	74
5.6.2 Βίντεο CIF	76
5.6.3 Βίντεο 4CIF	76

5.1 Βίντεο QCIF / CIF / 4CIF

Στον Πίνακα 7 φαίνεται η αντιστοίχιση των διαφόρων τύπων βίντεο με την ανάλογη ανάλυση:

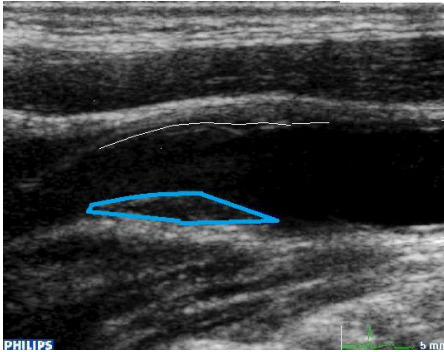
Format	Video Resolution
SQCIF	128 × 96
QCIF	176 × 144
SIF(525)	352 x 240
CIF/SIF(625)	352 × 288
4SIF(525)	704 x 480
4CIF/4SIF(625)	704 × 576
16CIF	1408 × 1152
DCIF	528 × 384

Πίνακας 7 : Ανάλυση των διαφορετικών τύπων βίντεο

Στα πλαίσια των πειραματικών μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν βίντεο από καρωτίδα με διαφορετικά Resolution, QCIF, CIF, 4CIF. Η μπλε περιοχή δείχνει την περιοχή ενδιαφέροντος η οποία πρέπει να έχει καλύτερη ποιότητα άρα και λιγότερη συμπίεση.

5.1.1 QCIF

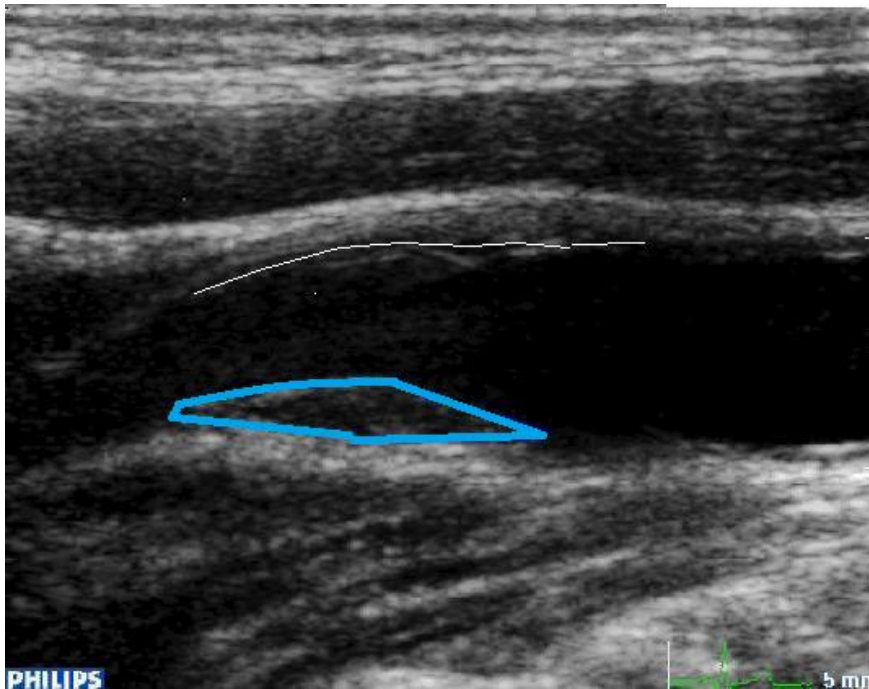
QCIF σημαίνει "Quarter CIF". Για να περιοριστεί στο ένα τέταρτο της περιοχής σημαίνει ότι το ύψος και το πλάτος του ενός πλαισίου QCIF είναι το μισό σε σχέση με του πλαισίου CIF.



Σχήμα 15: Βίντεο QCIF

5.1.2 CIF

Ο τύπος CIF ορίζει ένα βίντεο με ανάλυση 352×288 .



Σχήμα 16: Βίντεο QCIF

5.1.3 4CIF

Ένα πλαίσιο σε 4CIF βίντεο έχει το τετραπλάσιο μέγεθος σε σχέση με το CIF, δηλαδή πολλαπλασιάζεται το μήκος και το πλάτος του επί δύο.



Σχήμα 17: Βίνετο 4CIF

5.2 Παράμετροι Κωδικοποίησης

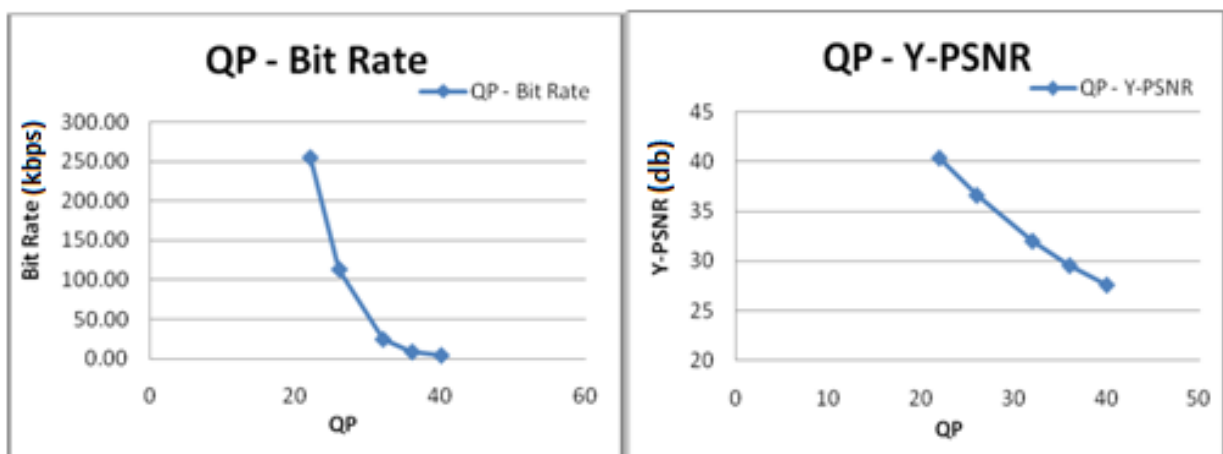
Στο σημείο αυτό παραθέτονται πειραματικές μετρήσεις που αφορούν τις παραμέτρους Κωδικοποίησης που περιγράφονται στο Κεφάλαιο 3.3.

5.2.1 QP (Quantization Parameter)

5.2.1.1 Πειραματικές Μετρήσεις (QCIF)

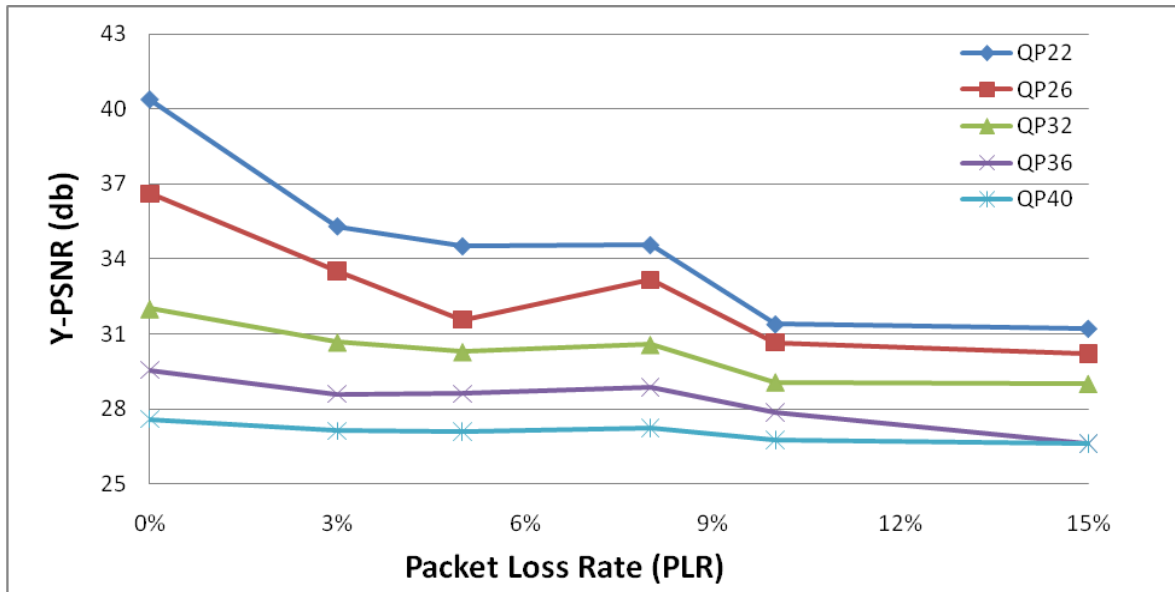
Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
Profile	Baseline	MbLineIntraUpdate	0
FramesToBeEncoded	100	NumberBFrames	0
FrameRate	15	SymbolMode	UVLC
IntraPeriod	0	OutFileMode	RTP
SearchRange	32	RateControlEnable	0
NumberOfReferenceFrames	1	RandomIntraMBRefresh	0
QPISlice / QPPSlice	22/26/32/36/40*		

*Η παράμετρος η οποία αλλάζουμε για να την μελετήσουμε



Σχήμα 18 : Αντιστοίχιση ποιότητας και εύρους ζώνης για βίντεο QCIF .

Από το Σχήμα 18 καταλαβαίνουμε την σχέση του QP με την ποιότητα του βίντεο (Y-PSNR) και το μέγεθός του (Bit Rate). Όσο μικρότερο είναι το QP τόσο υψηλότερης ποιότητας είναι το βίντεο αλλά ταυτόχρονα τόσο μεγαλύτερο είναι και το μέγεθος του. Αυτό είναι λογικό αφού βίντεο με υψηλή ποιότητα σημαίνει και περισσότερη πληροφορία.



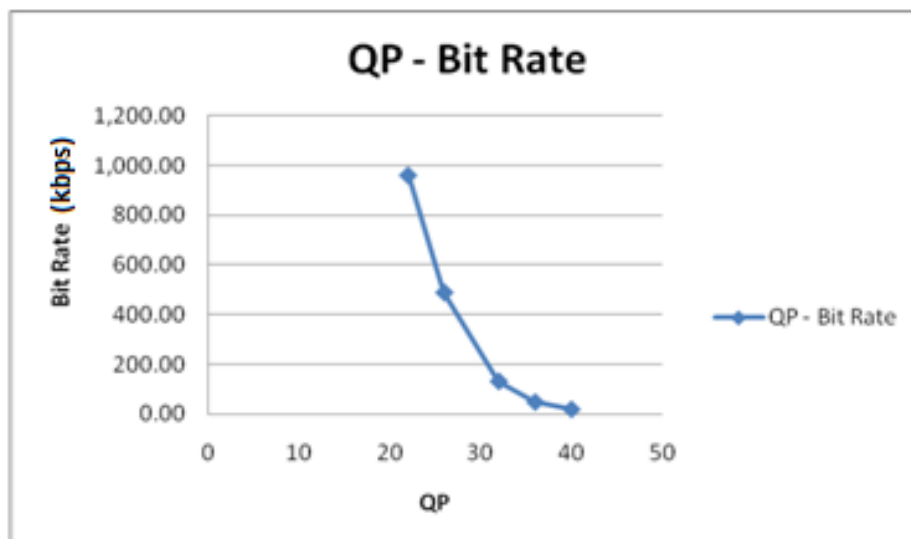
Σχήμα 19 : Αξιολόγηση ποιότητας κωδικοποίησης για κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.

Στο Σχήμα 19 φαίνεται για κάθε διαφορετικό loss rate και διαφορετικό QP το Y-PSNR, δηλαδή η ποιότητα του βίντεο. Φαίνεται καθαρά ότι ανεξάρτητα του λάθους, όσο πιο μικρό είναι το QP, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποιότητα του βίντεο. Αλλά όσο μικραίνει το QP, το βίντεο γίνεται πιο ευαίσθητο στα λάθη και η ποιότητα του μειώνεται περισσότερο με την προσθήκη λάθους.

5.2.1.2 Πειραματικές Μετρήσεις (CIF)

Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
Profile	Baseline	MbLineIntraUpdate	0
FramesToBeEncoded	100	NumberBFrames	0
FrameRate	15	SymbolMode	UVLC
IntraPeriod	0	OutFileMode	RTP
SearchRange	32	RateControlEnable	0
NumberOfReferenceFrames	1	RandomIntraMBRefresh	0
QPISlice / QPPSlice	22/26/32/36/40*		

*Η παράμετρος η οποία αλλάζουμε για να την μελετήσουμε



Σχήμα 20 : Αντιστοίχιση ποιότητας και εύρους ζώνης για βίντεο CIF .

Στην μελέτη για CIF βίντεο παρατηρούμε το ίδιο με τη μελέτη του QCIF βίντεο. Όσο μικρότερο είναι το QP τόσο υψηλότερης ποιότητας είναι το βίντεο αλλά ταυτόχρονα τόσο μεγαλύτερο είναι και το μέγεθος του. Αυτό είναι λογικό αφού βίντεο με υψηλή ποιότητα σημαίνει και περισσότερη πληροφορία. Αλλά παρατηρείται μεγάλη διαφορά σε σχέση με

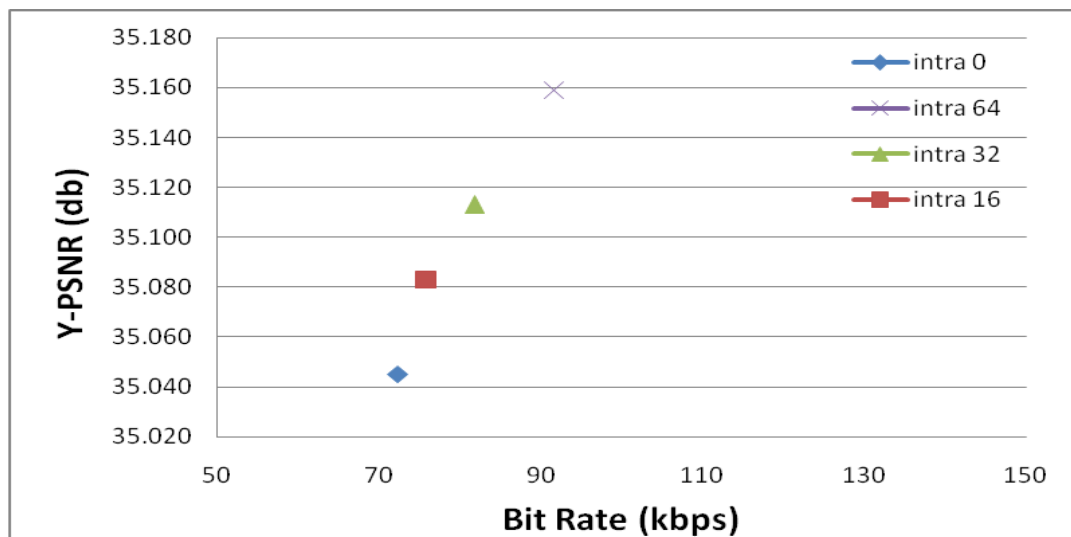
τα μεγέθη των QCIF βίντεο. Ένα CIF βίντεο έχει περίπου το τετραπλάσιο μέγεθος από ένα QCIF βίντεο.

5.2.2 Intra Update

5.2.2.1 Πειραματικές Μετρήσεις- Intra Period (QCIF)

Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
Profile	Baseline	MbLineIntraUpdate	0
FramesToBeEncoded	100	NumberBFrames	0
FrameRate	15	SymbolMode	UVLC
IntraPeriod	0/9/16/32/64*	OutFileMode	RTP
SearchRange	32	RateControlEnable	0
NumberOfReferenceFrames	1	RandomIntraMBRefresh	0
QPISlice / QPPSlice	28		

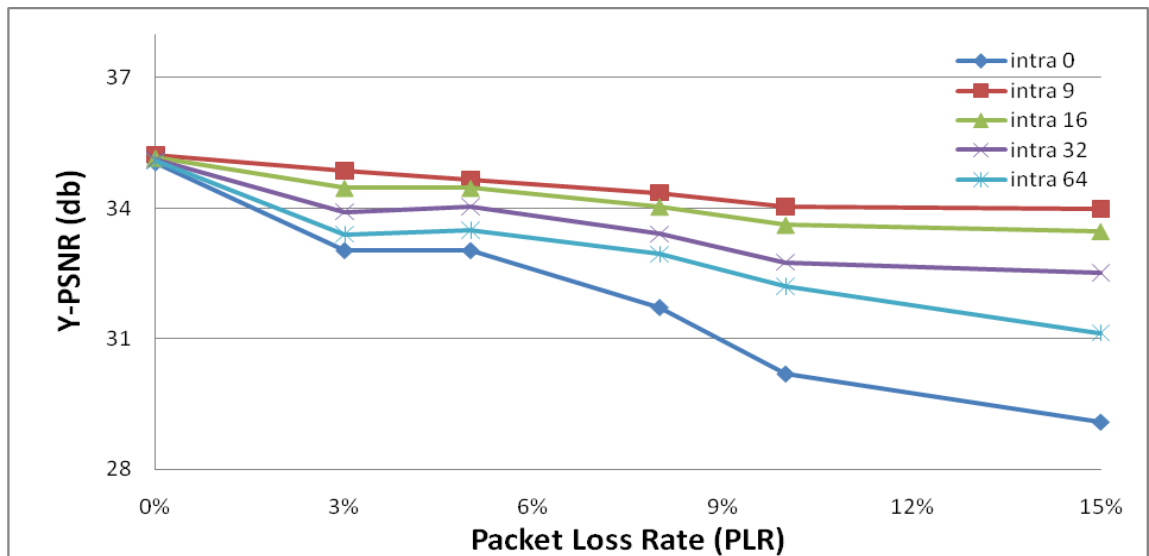
*Η παράμετρος η οποία αλλάζουμε για να την μελετήσουμε



Σχήμα 21: PSNR vs Bitrate for Intra Update

Στο Σχήμα 21 το intra 0 υποδηλώνει ότι δεν χρησιμοποιείται καμία τεχνική ανάνηψης από λάθη, δηλαδή μετά από το πρώτο I-frame δεν χρησιμοποιείται κανένα άλλο μετα με αποτέλεσμα να μεταδίδονται τα λάθη που δημιουργούνται σε όλα τα πλαίσια. Τα υπόλοιπα (intra 16, intra 32, intra 64) υποδηλώνουν ότι κάθε 16, 32 και 64 πλαίσια αντίστοιχα αποστέλλεται ένα I-frame για να σταματά την μετάδοση του λάθους.

Επομένως συμπεραίνουμε ότι όσο πιο συχνά αποστέλονται τα I-frame που σταματούν τη διάδοση του λάθους, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποιότητα του βίντεο(Y-PSNR) , αλλά ταυτόχρονα αυξάνεται και το Bit Rate, δηλαδή το μέγεθος των πλαισίων. Άρα πρέπει σε κάθε περίπτωση να βρίσκουμε μια μέθοδο με ικανοποιητική ποιότητα εικόνας αλλά και Bit Rate που να μπορεί να αποσταλεί από το κανάλι σε όσο το δυνατό λιγότερο χρόνο.



Σχήμα 22: Έλεγχος ποιότητας ενδοπλαισιακής συχνότητας κωδικοποίησης πάνω από κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.

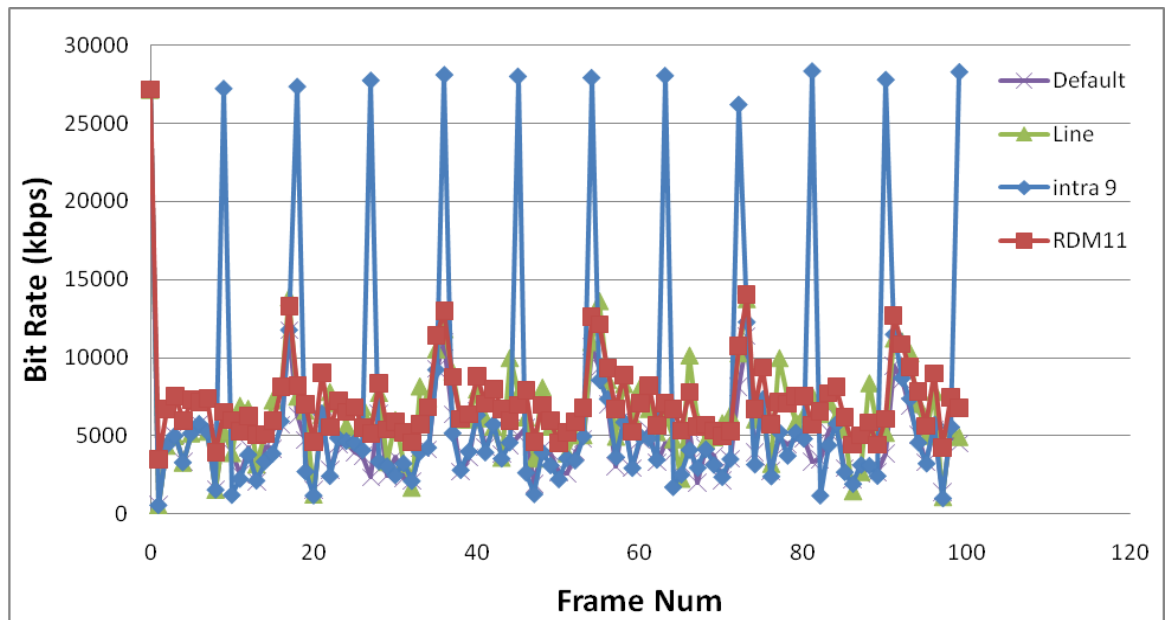
Στο Σχήμα 22 φαίνεται το Y-PSNR με την προσθήκη λάθους για τις διαφορετικές μεθόδους. Όπως και πριν όσο πιο συχνά αποστέλονται τα I-frame που σταματούν τη διάδοση του λάθους, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποιότητα του βίντεο(Y-PSNR). Αλλά εδώ φαίνεται ότι όσο μεγαλώνει ο αριθμός των πλαισίων που βρίσκονται μεταξύ δύο I-frame, το Y-PSNR μειώνεται ακόμη περισσότερο όσο μεγαλώνει και το λάθος που προσθέσαμε.

Αυτό συμβαίνει γιατί για τα πιο συχνά I-frame ,π.χ intra 9, κάθε 9 πλαίσια στέλνεται ένα πλαίσιο αναφοράς που σταματά πιο γρήγορα την μετάδοση του λάθους, ενώ για intra 64 όσο μεγαλώνει η προσθήκη λάθους μειώνεται περισσότερο το Y-PSNR. Παρατηρούμε ότι αν δεν χρησιμοποιήσουμε καθόλου τη μέθοδο, (intra 0), το Y-PSNR είναι πολύ πιο χαμηλό από τις υπόλοιπες περιπτώσεις.

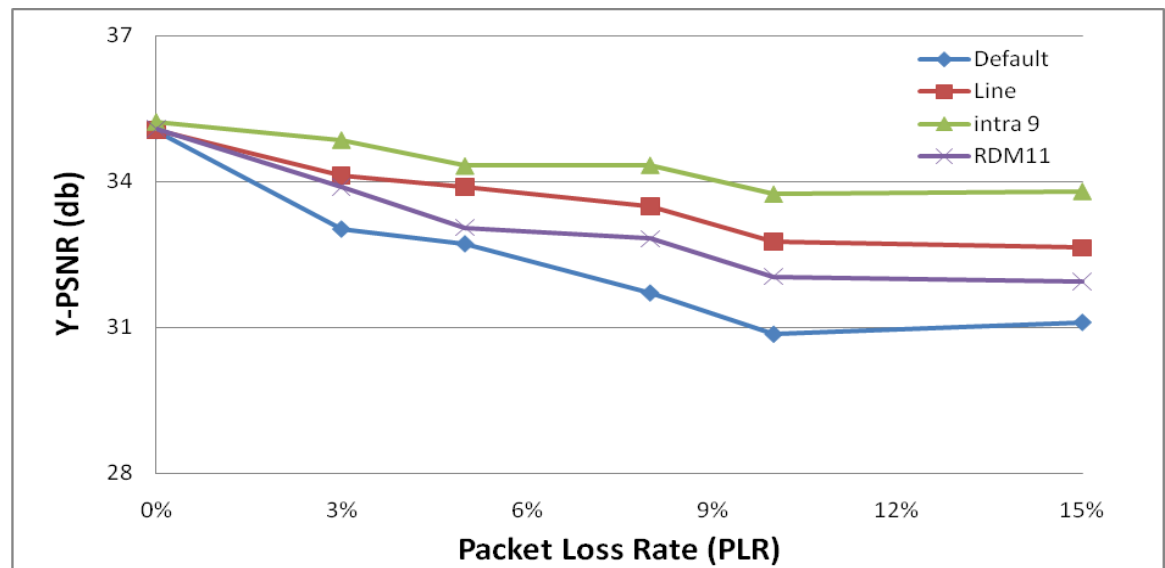
5.2.2.2 Πειραματικές Μετρήσεις - Line Update (QCIF)

Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
Profile	Baseline	MbLineIntraUpdate	0/1*
FramesToBeEncoded	100	NumberBFrames	0
FrameRate	15	SymbolMode	UVLC
IntraPeriod	0/9*	OutFileMode	RTP
SearchRange	32	RateControlEnable	0
NumberOfReferenceFrames	1	RandomIntraMBRefresh	0/11*
QPISlice / QPPSlice	28		

* Κάθε φορά μελετάμε την θετική τιμή της κάθε παραμέτρου και τις άλλες δύο τις μηδενίζουμε



Σχήμα 23: Bits per Frame. Individual frame bandwidth requirements.



Σχήμα 24: Έλεγχος ποιότητας τεχνικών ενδοπλαισιακής κωδικοποίησης πάνω από κανάλια μετάδοσης με μεγάλη πιθανότητα σφάλματος.

Στα Σχήματα 23 και 24 γίνεται μια σύγκριση των μεθόδων που περιγράφηκαν πιο πάνω. Το Default υποδηλώνει ότι δεν χρησιμοποιείται καμία μέθοδος, το intra 9 ότι χρησιμοποιείται Διαπλασιασική Κωδικοποίηση με I-frame κάθε 9 πλαίσια, το Line ότι χρησιμοποιείται η μέθοδος (1) και το RDM11 ότι χρησιμοποιείται η μέθοδος (2) με 11 macroblocks (αφού έγινε με qcif).

Φαίνεται ότι το καλύτερο Y-PSNR το πετυχαίνουμε με την μέθοδο intra 9, ακολουθούν τα Line και RDM11 και το χειρότερο Y-PSNR το παίρνουμε όταν δεν χρησιμοποιήσουμε καμία από τις μεθόδους.

Όμως από το Σχήμα 23 συμπεραίνουμε ότι το Bit Rate για Line, RDM11 και Default είναι σχετικά κοντά και δεν ξεπερνούν τα 15000bps, το intra 9 παρόλο που μας δίνει και την καλύτερη ποιότητα, κάθε φορά που στέλνεται ένα I-frame το Bit Rate ξεπερνά τα 25000bps. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα αν το κανάλι μας δεν έχει αυτή την χωρητικότητα.

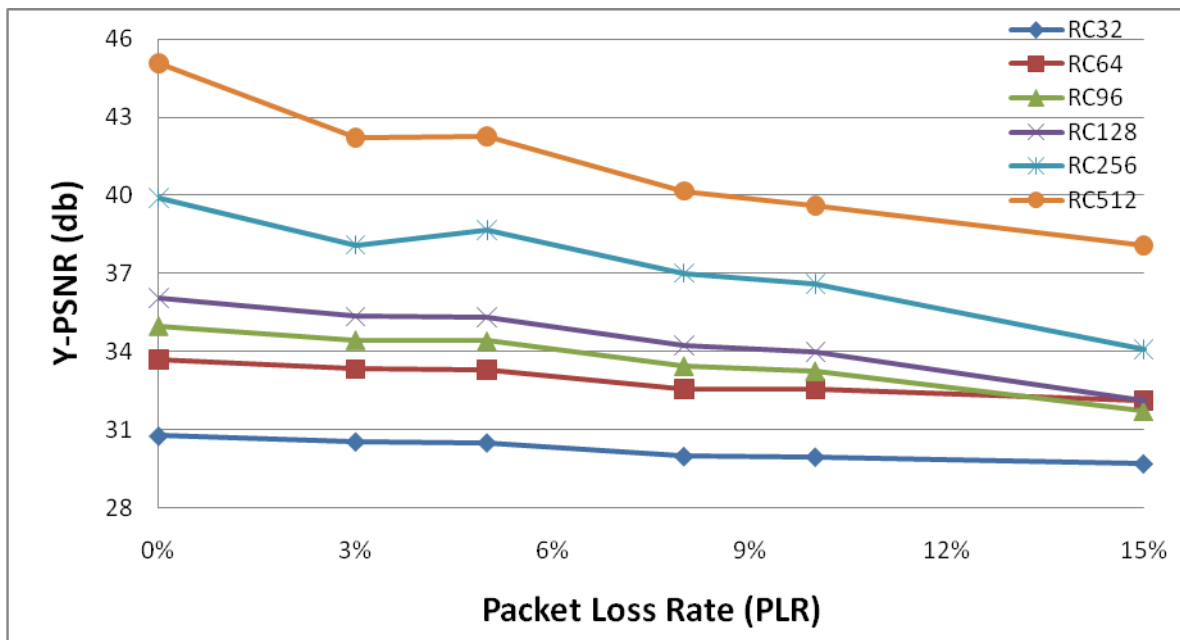
Άρα στην κάθε περίπτωση πρέπει να διαλέγουμε την κατάλληλη μέθοδο ανάλογα με το κανάλι που έχουμε στην διάθεσή μας και την ποιότητα που πρέπει να έχει το βίντεο για σωστή διάγνωση.

5.2.3 Rate Control

5.2.3.1 Πειραματικές Μετρήσεις – Rate Control (QCIF)

Παράμετρος	Τιμή	Παράμετρος	Τιμή
Profile	Baseline	MbLineIntraUpdate	0
FramesToBeEncoded	100	NumberBFrames	0
FrameRate	15	SymbolMode	UVLC
IntraPeriod	0	OutFileMode	RTP
SearchRange	32	RateControlEnable	0
NumberOfReferenceFrames	1	BasicUnit	99
QPISlice / QPPSlice	28	RateControlEnable	1
Για Rate Control:			
InitialQP	40/30/30/	Target Bitrate	32000/64000/
	30/20/10*		96000/128000/
			256000/512000*

*Το επιθυμητό Bitrate και οι αντίστοιχες τιμές για τα QP του πρώτου πλαισίου

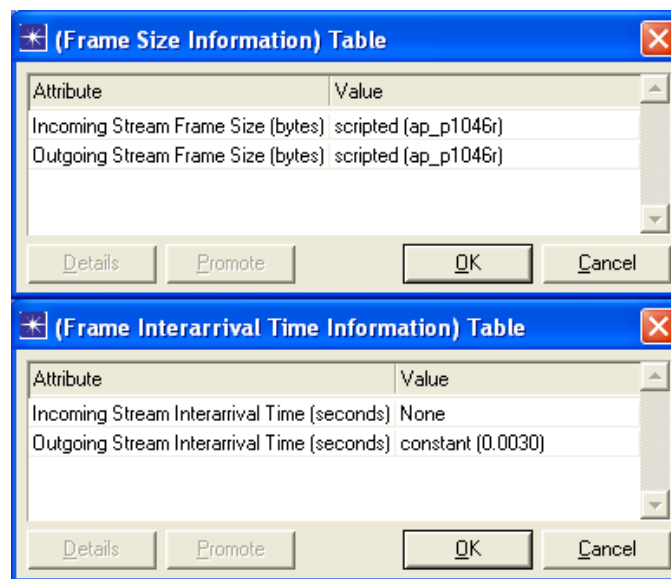


Σχήμα 25 : Rate Control vs Packet Loss Rate

Από το Σχήμα 25 φαίνεται ότι ανεξάρτητα από την προσθήκη λάθους, όσο μεγαλώνει το Rate Control μεγαλώνει και η ποιότητα του βίντεο. Αυτό είναι λογικό αφού όσο περισσότερη πληροφορία μπορούμε να φυλάξουμε για το βίντεο τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ποιότητα.

5.3 Αποτελέσματα Μετάδοσης μέσω Orpnet modeler 16

Για τη δημιουργία σεναρίων μετάδοσης ιατρικού βίντεο χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο OPNET modeler 16 [28]. Για να γίνουν τα σενάρια πιο ρεαλιστικά προστέθηκε στην OPNET το χαρακτηριστικό να αποστέλλεται βίντεο το οποίο αναπαραστάθηκε με ένα αρχείο το οποίο περιλαμβάνει τον αύξον αριθμό των frames στα οποία χωρίζεται το βίντεο και το μέγεθος του κάθε frame [27]. Το αρχείο αυτό δίνεται σαν είσοδος στην OPNET όπως φαίνεται στο Σχήμα 26, στο παράθυρο Frame Size Information. Στο παράθυρο Frame Interarrival Time Information καθορίζεται ο χρόνος μεταξύ δύο frame.

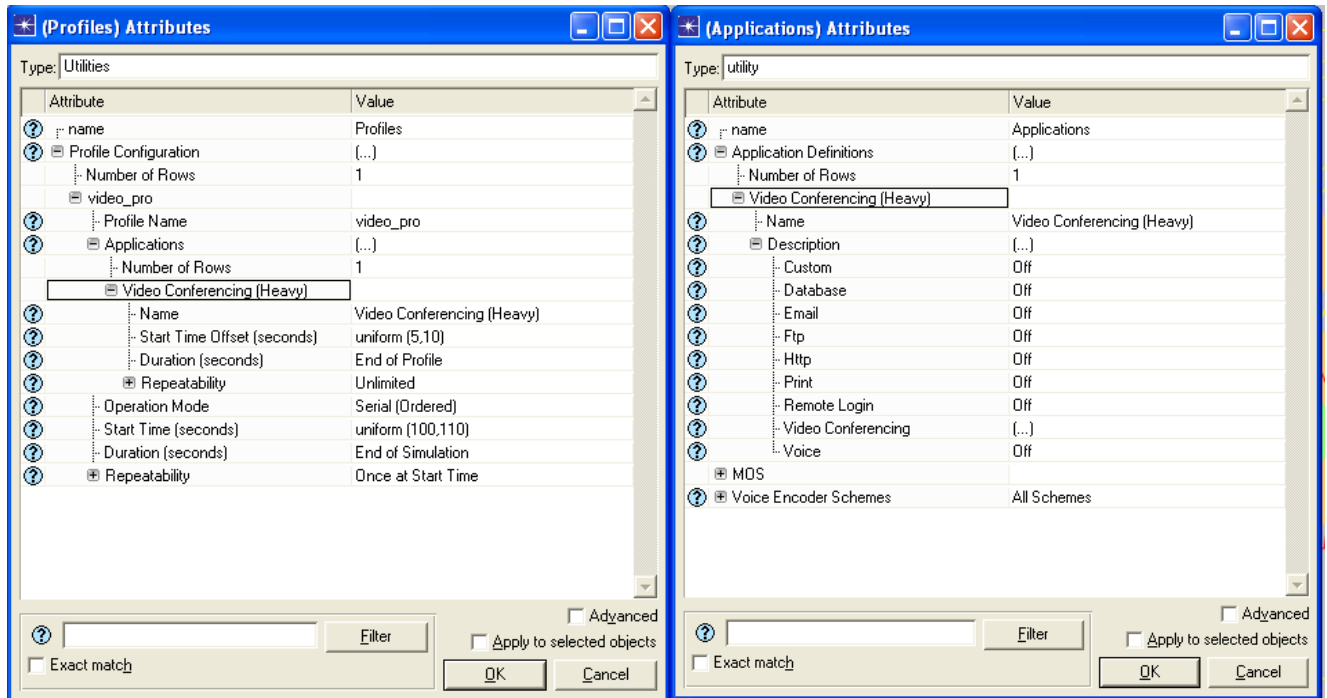


Σχήμα 26 : Παράμετροι για τη είσοδο αρχείου στην OPNET

5.3.1 Profile και Applications

Ένα profile περιγράφει τη δραστηριότητα ενός χρήστη κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Δηλαδή αναφέρει τα application που υποστηρίζει κάποιος χρήστης. Στο παράδειγμά μας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 27, θέλουμε να υποστηρίζεται μόνο ένα application, το Video Conferencing.

Το profile ενός χρήστη δημιουργείται με διάφορα applications. Στον ορισμό ενός application καθορίζονται διάφορες παράμετροι. Στο Σχήμα 27 περιγράφεται επίσης το application Video Conferencing που χρησιμοποιείται στο παράδειγμα.

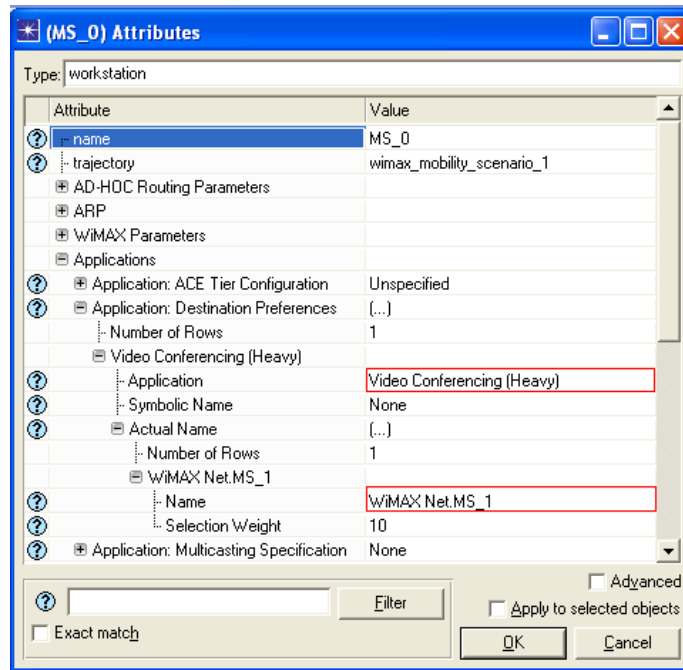


Σχήμα 27 : Καθορισμός του Profile

5.3.2 Αποστολέας και Παραλήπτης

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 28 ο Αποστολέας χρησιμοποιεί την εφαρμογή Video Conferencing για να στείλει το βίντεο στον MS_1.

Ενώ ο κόμβος του παραλήπτη απλά υποστηρίζει την εφαρμογή Video Conferencing για να μπορεί να λάβει το βίντεο από τον αποστολέα (Σχήμα 29).



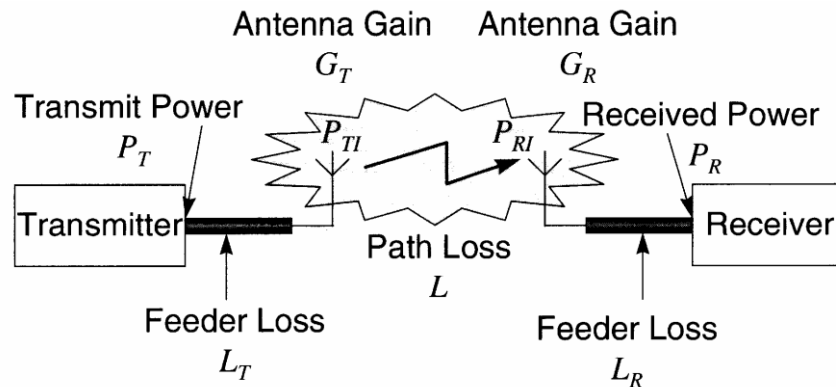
Σχήμα 28 : Χαρακτηριστικά Αποστολέα



Σχήμα 29 : Χαρακτηριστικά Παραλήπτη

5.4 Σενάριο Pathloss

Το Pathloss περιγράφει την εξασθένηση του σήματος κατά τη διάρκεια αποστολής στον δέκτη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 30. Αποτελεί συνάρτηση της απόστασης της διάδοσης και άλλων παραμέτρων όπως για παράδειγμα λεπτομέρειες του εδάφους.



Σχήμα 30 : Περιγραφή εξασθένησης σήματος από τον αποστολέα στον παραλήπτη [29]

5.4.1 Παράμετροι

5.4.1.1 Pathloss Model

Κάθε pathloss model είναι κατάλληλο για ένα συγκεκριμένο είδος περιβάλλοντος μέσω του οποίου το σήμα διαδίδεται πριν φτάσει στο δέκτη.

- Το "Free Space" pathloss model refers αποτελεί το κλασικό free space pathloss.
- Το "Suburban Fixed (Erceg)" pathloss model αναφέρεται σε περιβάλλον των προαστίων.
- Το "Outdoor to Indoor and Pedestrian Environment" αναφέρεται στις περιπτώσεις όπου ο αποστολέας είναι πεζός
- Το "Vehicular Environment" αναφέρεται στις περιπτώσεις όπου ο αποστολέας βρίσκεται σε όχημα.

5.4.1.2 Terrain Type

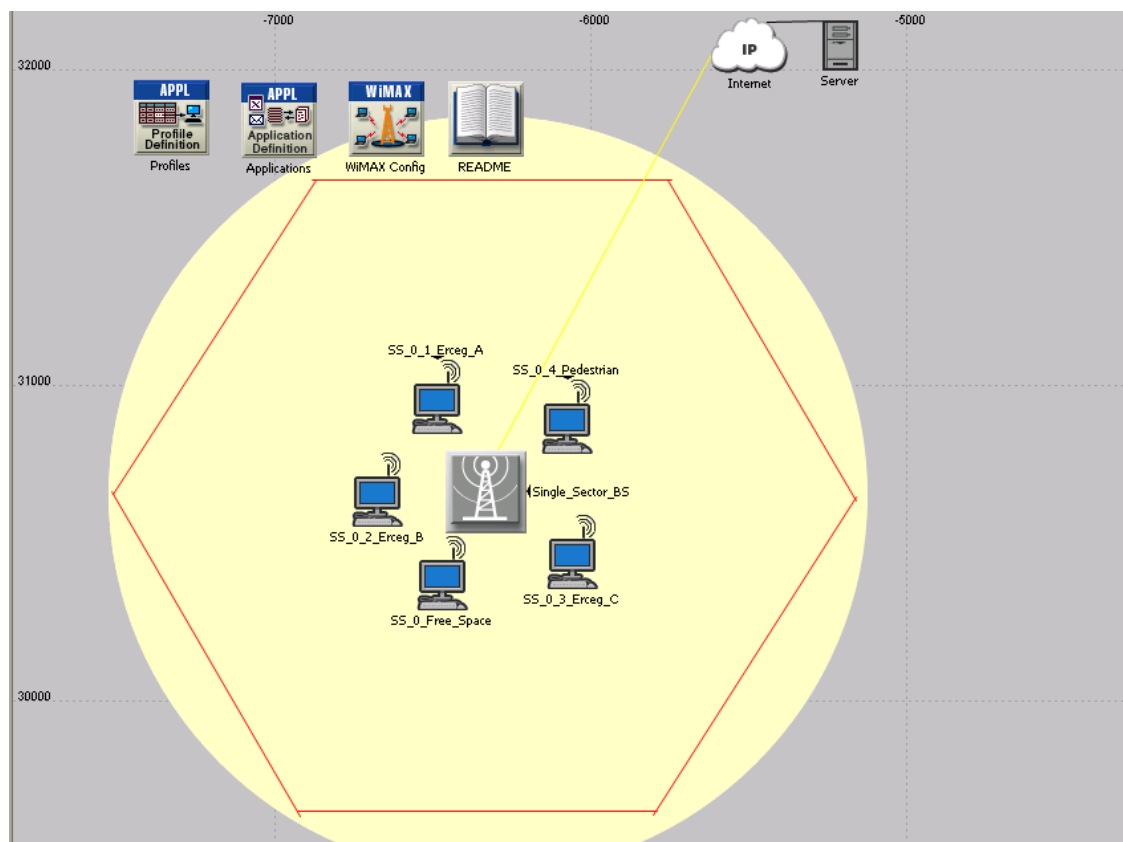
Το terrain type προσαρμόζει το μοντέλο σε ένα από τα τρία πιο κοινά είδη εδάφους που βρέθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες, ως εξής:

- Terrain Type A αντιστοιχεί σε λοφώδη έκταση με μέτρια έως βαριά πυκνότητα δέντρων
- Terrain Type C αντιστοιχεί ως επί το πλείστον σε επίπεδη έκταση με μικρές πυκνότητες δέντρων
- Terrain Type B αντιστοιχεί σε έναν συμβιβασμό μεταξύ των εδάφους A και C

5.4.1.3 Shadow fading

Ο όρος Shadow Fading είναι μια πρόσθετη διόρθωση (σε dB) για το pathloss που παρατηρείται κατά την αποστολή. Με το Disable αγνοείται.

5.4.2 Σενάριο 1: Pathloss model



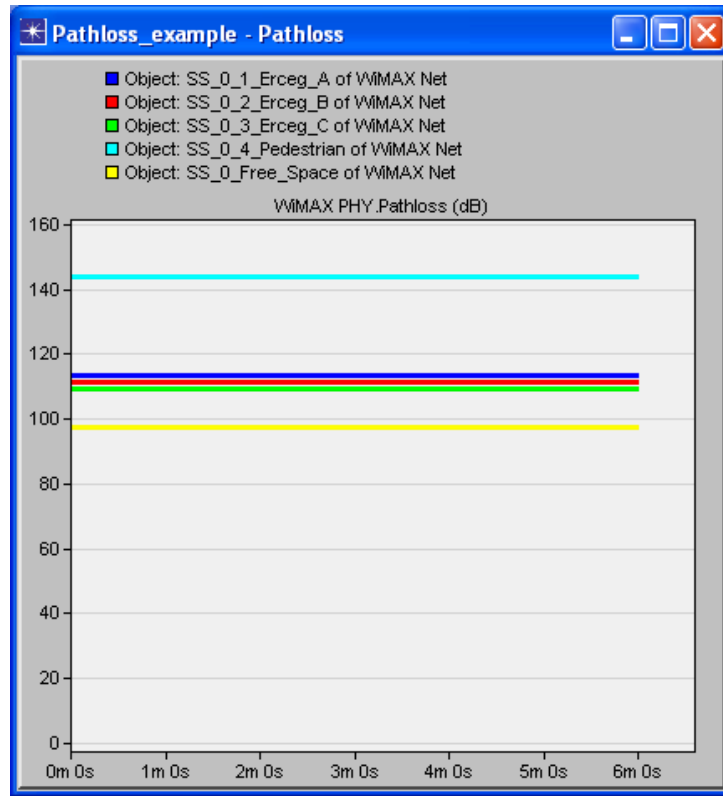
Σχήμα 31 : Τοπολογία Σεναρίου Pathloss Model*

*οι αριθμοί που φαίνονται αριστερά και πάνω είναι η απόσταση σε μέτρα.

	Pathloss Model	Terrain Type	Shadow fading
SS_0_1_Erceg_A	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type A	Disabled
SS_0_1_Erceg_B	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type B	Disabled
SS_0_1_Erceg_C	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type C	Disabled
SS_0_4_Pedestrian	Outdoor to Indoor and Pedestrian Environment	Terrain Type A	Disabled
SS_0_Free_Space	Free Space	Terrain Type A	Disabled

Πίνακας 8 : Παράμετροι Σεναρίου Pathloss Model

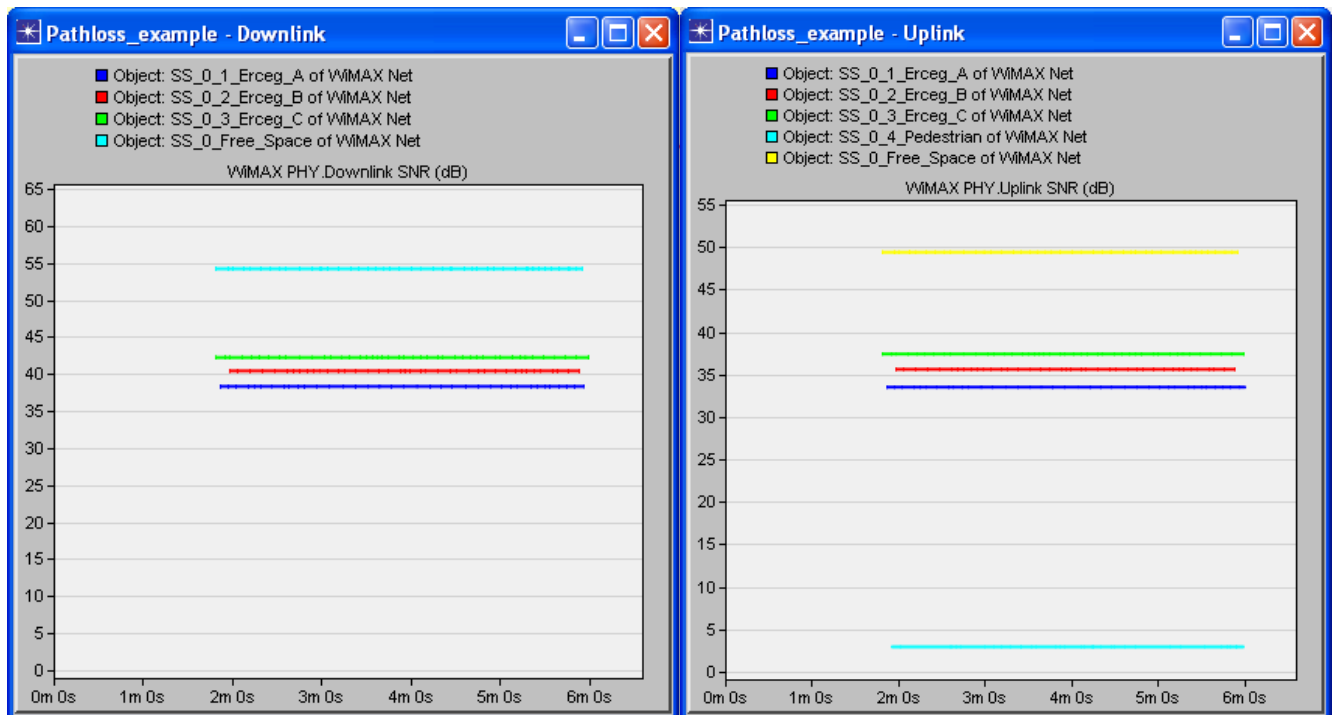
Αποτελέσματα:



Σχήμα 32: Αποτελέσματα Pathloss για διαφορετικές τιμές του Pathloss Model όπως φαίνονται στον Πίνακα 8.

*στο σχήμα ο άξονας y αναπαριστά το pathloss σε db ενώ ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά.

Όπως φαίνεται από τη γραφική, το περισσότερο pathloss το συναντάμε στο Pedestrian και το λιγότερο στο Free space. Αυτό είναι και το αναμενόμενο αφού το Pedestrian είναι η μοναδική περίπτωση που κινείται αυξάνοντας έτσι την αλλοίωση του σήματος ενώ το Free space έχει τη λιγότερη δυνατή απώλεια. Ενδιάμεσα τους υπάρχουν τα SS_0_1_Erceg_A, SS_0_1_Erceg_B και SS_0_1_Erceg_C με αυτή τη σειρά αποδεικνύοντας ότι επηρεάζει και η περιοχή στην οποία βρισκόμαστε αφού όσο μεγαλύτερη είναι η πυκνότητα των δέντρων, τα οποία αποτελούν γενικώς εμπόδια, τόσο μεγαλύτερο είναι και το pathloss

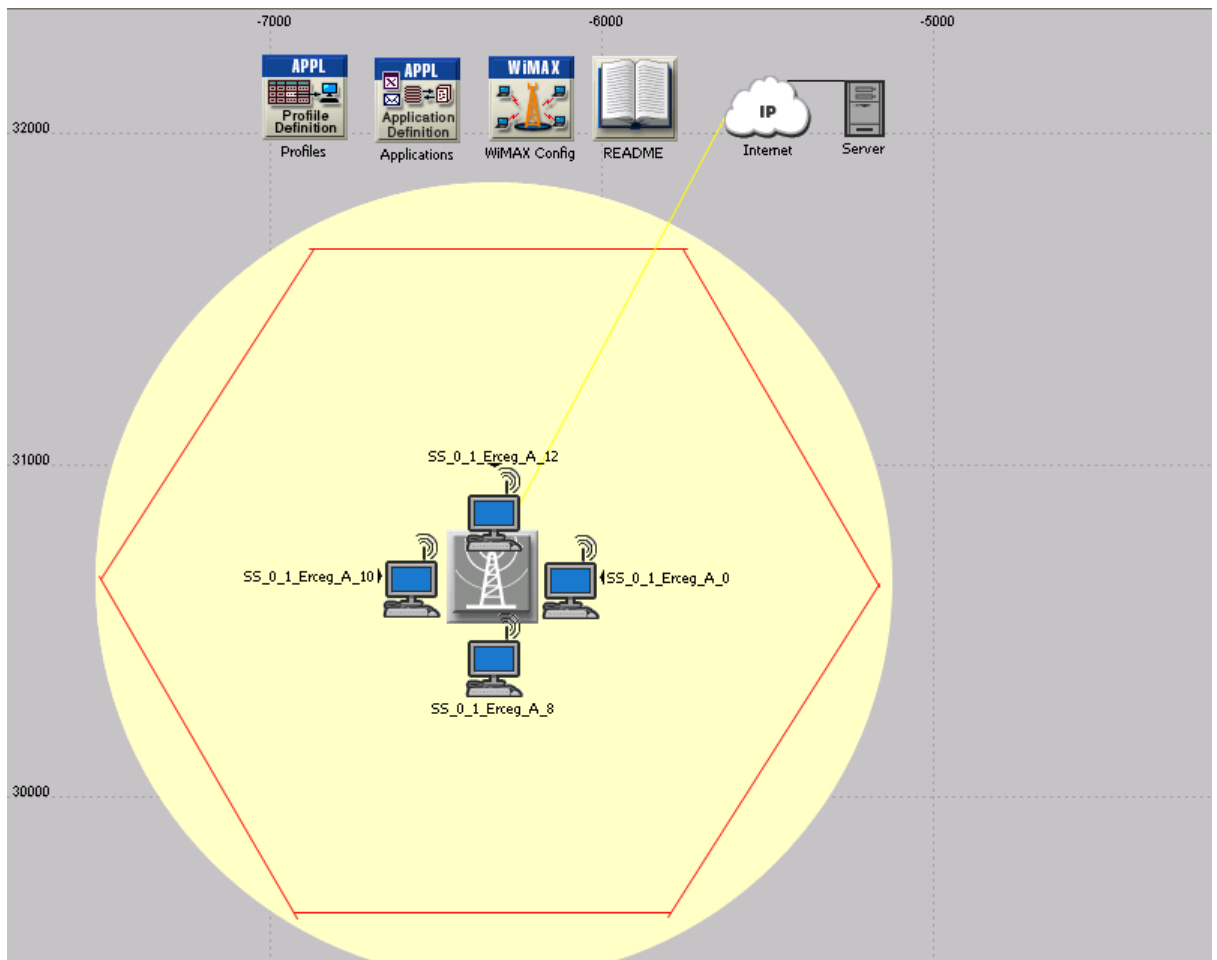


Σχήμα 33 :Downlink και Uplink για διαφορετικές τιμές του Pathloss Model*

*στα σχήματα ο άξονας y αναπαριστά το Downlink και Uplink αντίστοιχα σε db ενώ ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά.

Μελετώντας τις γραφικές για το Downlink και Uplink στο Σχήμα 33 συμπεραίνουμε ότι είναι ανάλογα του pathloss. Η περίπτωση του Free Space που έχει το λιγότερο pathloss έχει και το καλύτερο Downlink και Uplink. Μετά ακολουθούν τα SS_0_1_Erceg_C, SS_0_1_Erceg_B και SS_0_1_Erceg_A αφού όσο λιγότερη πυκνότητα δεντρων υπάρχει στην περιοχή τόσο λιγότερο είναι το pathloss άρα και τα Downlink και Uplink είναι μεγαλύτερα. Τέλος το λιγότερο Uplink το έχει ο Pedestrian που είναι ο μόνος που κινείται και έχει και το μεγαλύτερο pathloss

5.4.3 Σενάριο 2: Shadow Fading



Σχήμα 34 : Τοπολογία Σεναρίου Shadow Fading*

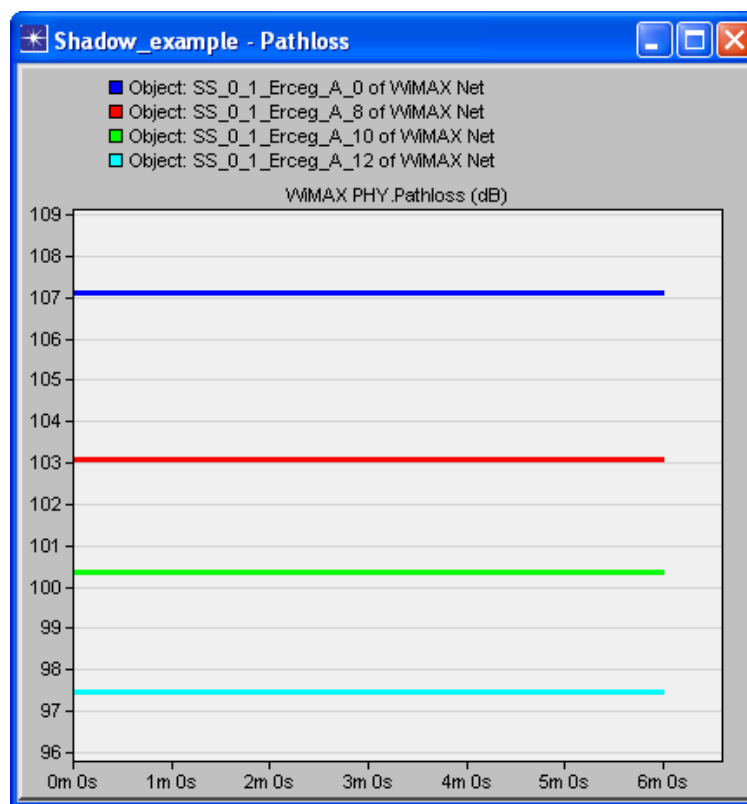
*οι αριθμοί που φαίνονται αριστερά και πάνω είναι η απόσταση σε μέτρα.

Το σενάριο αυτό το δημιούργησα για να μελετήσω την επίδραση του Shadow fading στο Pathloss. Κράτησα όλες τις άλλες παραμέτρους ίδιες για όλους και άλλαξα μόνο το Shadow fading ως εξής:

	Pathloss Model	Terrain Type	Shadow fading
SS_0_1_Erceg_A_12	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type A	12
SS_0_1_Erceg_A_10	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type A	10
SS_0_1_Erceg_A_8	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type A	8
SS_0_1_Erceg_A_0	Suburban Fixed (Erceg)	Terrain Type A	Disabled

Πίνακας 9 : Παράμετροι Σεναρίου Shadow Fading

Αποτελέσματα:



Σχήμα 35: Αποτελέσματα Pathloss για διαφορετικές τιμές του Shadow Fading όπως φαίνονται στον Πίνακα 9.

*στο σχήμα ο άξονας y αναπαριστά το pathloss σε db ενώ ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά.

Το αποτέλεσμα επιβεβαιώνει τον ορισμό του Shadow fading που δώσαμε πιο πάνω. Ο όρος Shadow Fading είναι μια πρόσθετη διόρθωση (σε dB) για το pathloss που παρατηρείται κατά την αποστολή. Αυτό φαίνεται από το ότι όσο αυξάνεται το Shadow fading, μειώνεται το pathloss.

5.5 Σενάριο Modulation and Coding

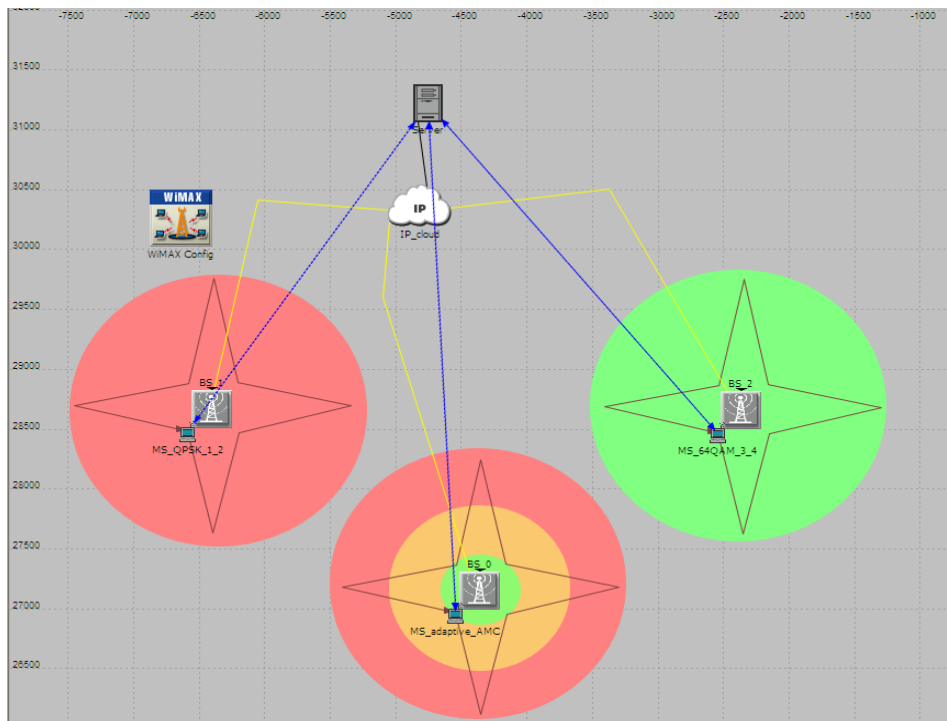
5.5.1 Παραμέτρους

5.5.1.1 Modulation and Coding

Αυτό το χαρακτηριστικό καθορίζει το αρχικό Modulation and Coding που επιλέγεται για αυτή υπηρεσία.

Γενικά, το QPSK είναι πιο ανθεκτικό στο λάθος γιατί στέλνει πιο λίγη πληροφορία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγαλύτερες αποστάσεις. Αντίθετα το QAM στέλνει περισσότερη πληροφορία αλλά όσο μεγαλώνει η απόσταση από το base station χάνονται και περισσότερα πακέτα. Το adaptive έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται ανάλογα με την απόσταση.

5.5.2 Σενάριο 1



Σχήμα 36: Τοπολογία Σεναρίου Modulation and Coding*

*οι αριθμοί που φαίνονται αριστερά και πάνω είναι η απόσταση σε μέτρα.

	Modulation and Coding	Mandatory Exit	Minimum Entry
		threshold (db)	threshold (db)
MS_QPSK_1_2	QPSK $\frac{1}{2}$	0.0	4.0
MS_adaptive_AMC	Adaptive		
MS_64QAM_3_4	64QAM $\frac{3}{4}$	27	28

Πίνακας 10 : Παράμετροι Σεναρίου Modulation and Coding

Αποτελέσματα:

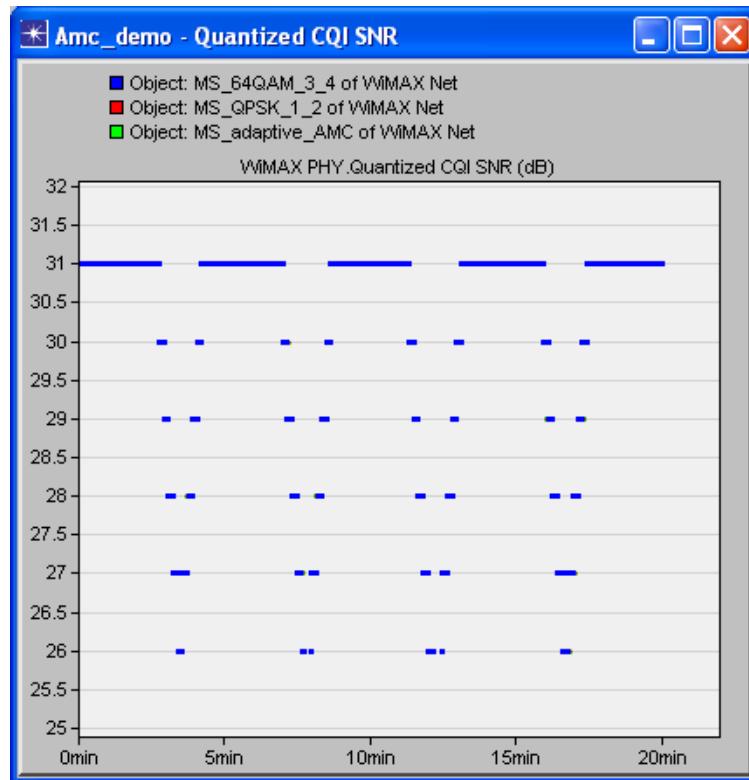


Σχήμα 37: Αποτελέσματα Delay και Traffic Received για διαφορετικές τιμές του Modulation and coding όπως φαίνονται στον Πίνακα 10.

*στο πρώτο σχήμα ο άξονας y αναπαριστά το end-to-end delay σε δευτερόλεπτα και ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά, ενώ στο δεύτερο σχήμα ο άξονας y αναπαριστά το Traffic Received σε bits/sec ενώ ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά. .

Όπως φαίνεται στη γραφική του Traffic Received, στα τέσσερα σημεία στα οποία ο αποστολέας απομακρύνεται από το base station, με τα adaptive και QPSK $\frac{1}{2}$ ο παραλήπτης λαμβάνει περισσότερα πακέτα από την περίπτωση του 64QAM $\frac{3}{4}$ αφού το 64QAM $\frac{3}{4}$ δεν είναι αποδοτικό για μεγάλες αποστάσεις. Από τη γραφική του Packet ETE Delay φαίνεται ότι το Delay είναι σταθερό για QPSK $\frac{1}{2}$ αφού δουλεύει το ίδιο και σε μεγάλες αποστάσεις. Το ότι είναι μεγαλύτερο μπορεί να οφείλεται στο ότι χάνονται πιο λίγα πακέτα και προσθέτεται και το Delay αυτών των πακέτων. Στο adaptive το Delay στις πιο μεγάλες αποστάσεις πλησιάζει το Delay του QPSK $\frac{1}{2}$ ενώ όσο μικραίνει η απόσταση το Delay μειώνεται. Τέλος στο 64QAM $\frac{3}{4}$ όπου χάνονται και τα περισσότερα πακέτα το Delay είναι

λιγότερο αφού για να υπολογιστεί προστίθενται μόνο τα πακέτα που δεν έχουν χαθεί. Στα μακρινά σημεία με το 64QAM $\frac{3}{4}$ χάνονται όλα τα πακέτα γι αυτό και η γραφική του Delay σε αυτά τα σημεία διακόπτεται.

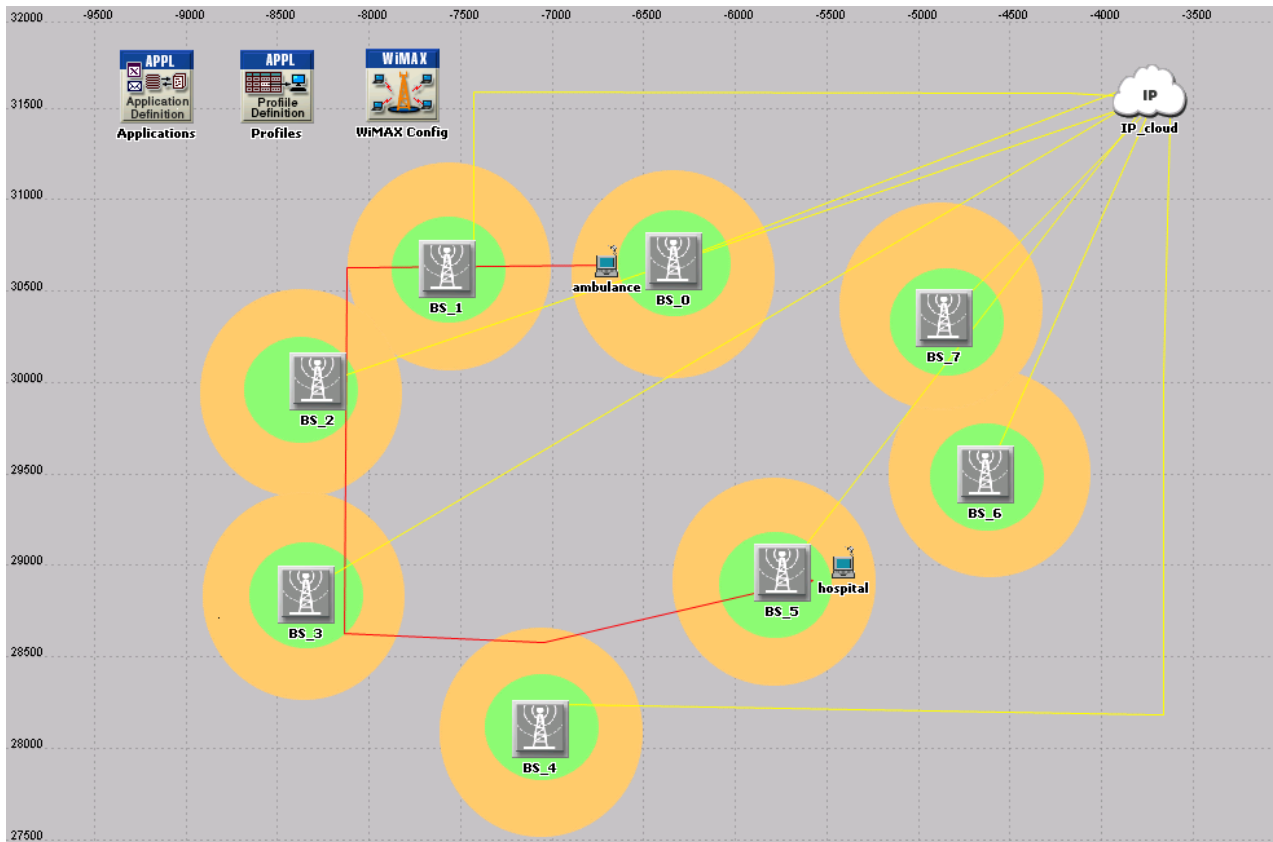


Σχήμα 38: Αποτελέσματα Quantized CQI SNR για διαφορετικές τιμές του Modulation and coding όπως φαίνονται στον Πίνακα 10.

* ο άξονας y αναπαριστά το σήμα που έχει ο αποστολέας σε db και ο x άξονας αναπαριστά το χρόνο της προσομοίωσης σε λεπτά.

Στην γραφική του Quantized CQI SNR φαίνεται το σήμα που έχει ο αποστολέας κατά τη διαδρομή. Όταν βρίσκονται κοντά στα Base Stations το σήμα φτάνει στα 31db ενώ όσο απομακρύνονται το σήμα μειώνεται φτάνοντας μέχρι τα 26db στο πιο μακρινό σημείο.

5.6 Τελικό Σενάριο με ασθενοφόρο



Σχήμα 39: Τοπολογία Τελικού σεναρίου*

*οι αριθμοί που φαίνονται αριστερά και πάνω είναι η απόσταση σε μέτρα.

Στο σενάριο αυτό προσομοιώνεται η περίπτωση όπου το ασθενοφόρο ενώ βρίσκεται σε κίνηση προσπαθεί να στείλει ένα συμπιεσμένο βίντεο στο γιατρό που βρίσκεται στο νοσοκομείο.

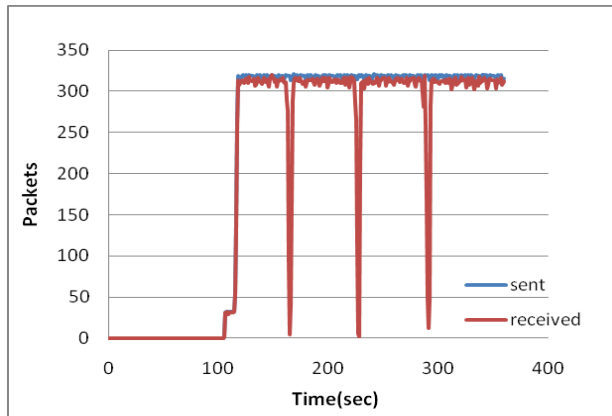
Οι πράσινοι κύκλοι αντιστοιχούν σε περιοχές γύρω από κάθε BS, εκτός των οποίων το SNR ενός MS πέφτει κάτω από το όριο ανίχνευσης των 27dB. Μόλις το SNR πέσει κάτω από το όριο ανίχνευσης, ξεκινάει μια δραστηριότητα σάρωσης για να εντοπιστούν άλλα BS που θα μπορούσαν να συνεχίσουν την μετάδοση.

Για να διαχωρίζονται τα BS μεταξύ τους έχει ανατεθεί σε κάθε BS το όνομα BS_ID όπου ID η διεύθυνση MAC, π.χ. MAC 0 για BS_0, MAC 1 για το BS 1 κλπ. Επομένως, είναι σαφές ότι το MS_0 περνά διαδοχικά από BS_0, BS_1, BS_2, BS_3, BS_4, BS_5, BS_6 και BS_7, πριν επιστρέψει στην BS_0.

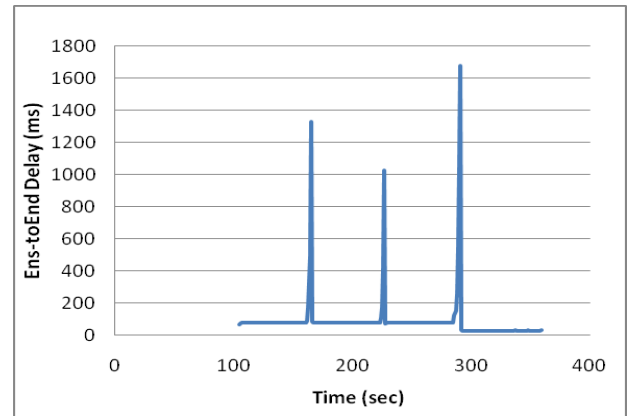
WiMAX Configuration Parameter	Value
Access Technology	OFDMA
Base Frequency	5.8 GHz
Number of Subcarriers	512 / 1024 (4CIF)
Subcarrier Frequency Spacing	10.9375 KHz
Frame Duration	5ms
Symbol Duration	100.8
Duplexing Technique	TDD
Total Capacity DL/UL	2.3 Mbps/576 Kbps
Efficiency Mode	Mobility and Ranging Enabled
Internet Delay	50 ms
Base Station Configuration Parameter	Value
Number Transmit/Receive Antennas	1
Antenna Gain	15 dBi
Maximum Transmission Power	2 W
Effective Cell Coverage	500 m
Receiver Sensitivity	-200 dBm
Subscriber Station Configuration Parameter	Value
Number Transmit/Receive Antennas	1
Antenna Gain	-1 dBi
Maximum Transmission Power	0.5 W
Receiver Sensitivity	-200 dBm
Pathloss Parameter	Vehicle/Suburban/Free Space
MAC Layer QoS Class	Real time polling service (rtps)
	Minimum Reserved Rate(QCIF) 128 Kbps
	Minimum Reserved Rate(CIF) 500 Kbps
	Minimum Reserved Rate(4CIF) 1.5 Mbps
ARQ/hARQ	Disabled
Modulation and Coding	64-QAM $\frac{3}{4}$
Medical Video Bitrate	1.4 Mbps/400 Kbps(CIF)/ 100 Kbps(QCIF)
Mobility	30-50 Km/h

Πίνακας 11: Παράμετροι τελικού σεναρίου

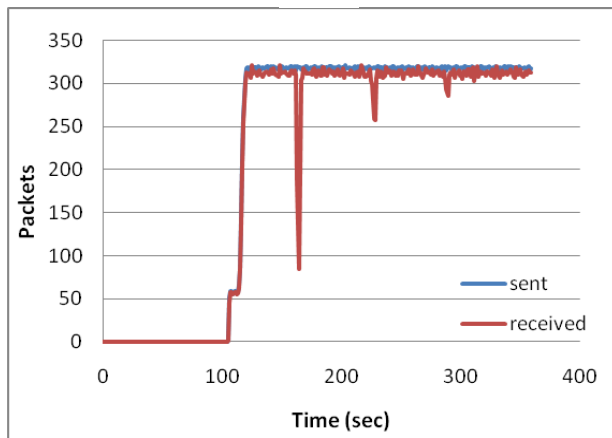
5.6.1 Βίντεο QCIF



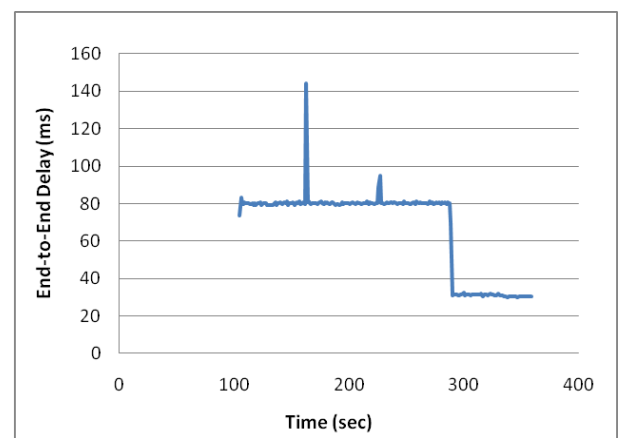
(a)



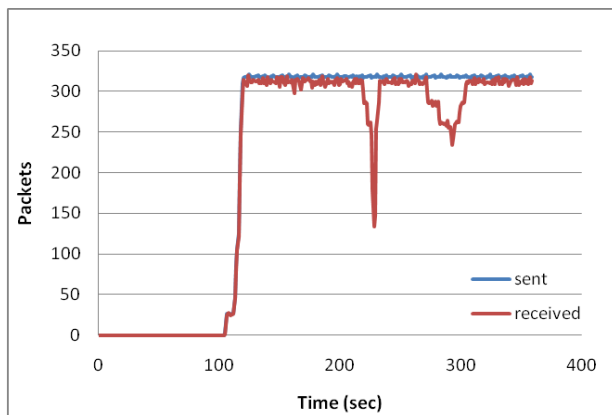
(b)



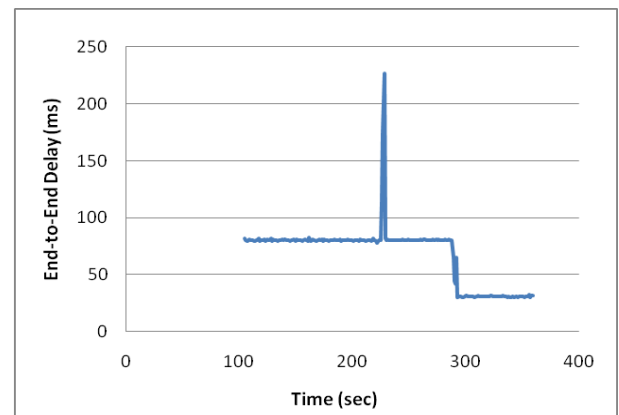
(c)



(d)



(e)



(f)

Σχήμα 40: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για QCIF βίντεο*

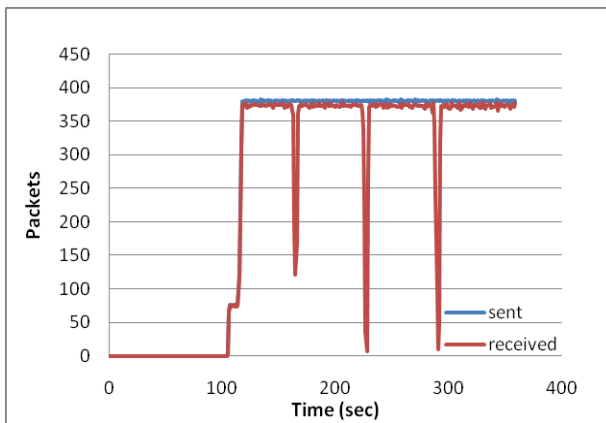
* (a) και (b) για Free Space, (c) και (d) για Suburban, (e) και (f) για Vehicular

(a),(c) και (e) δείχνουν το Traffic sent και Traffic Received σε αριθμό πακέτων ενώ (b),(d) και (f) δείχνουν το end-to-end delay.

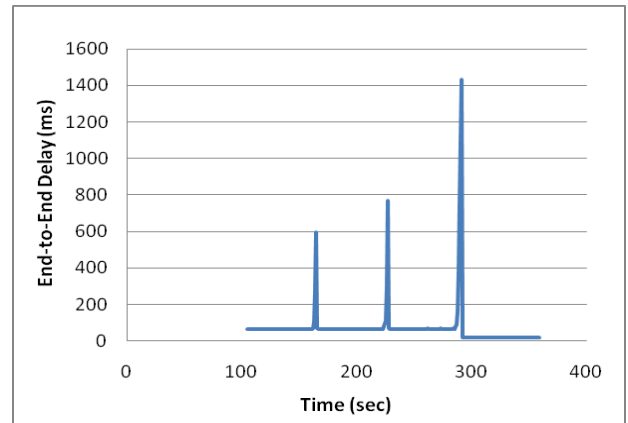
	Average PLR (%)	PLR Standard Deviation	Average Delay (ms)	Average Delay Jitter (ms)
Free Space	5.75	0.28	82	<2
Suburban	2.84	0.35	66	<1
Vehicular	4.92	5.57	67	<1

Πίνακας 12: Τελικά αποτελέσματα για QCIF

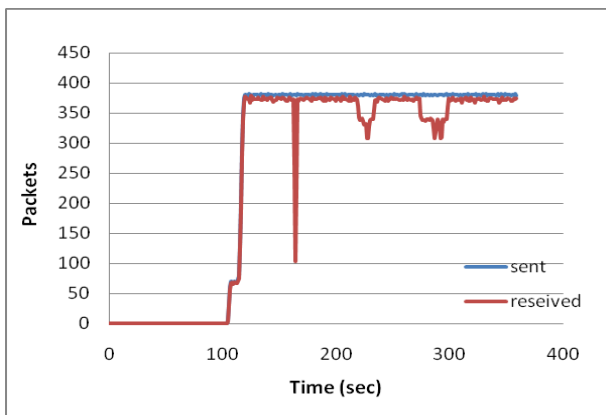
5.6.2 Βίντεο CIF



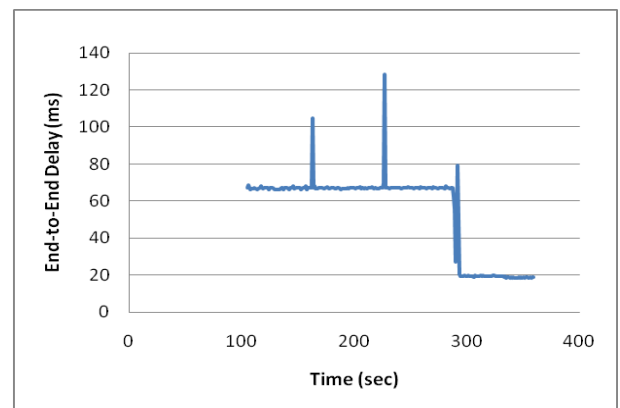
(a)



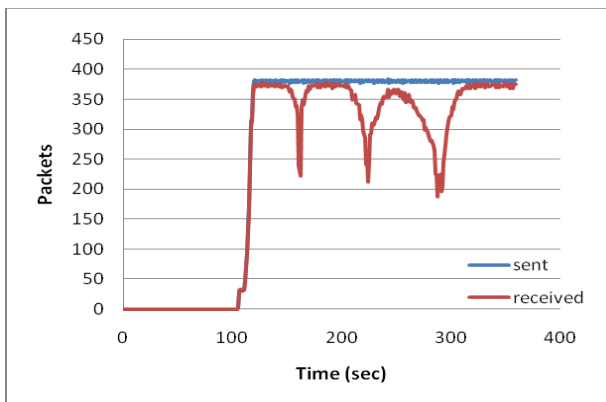
(b)



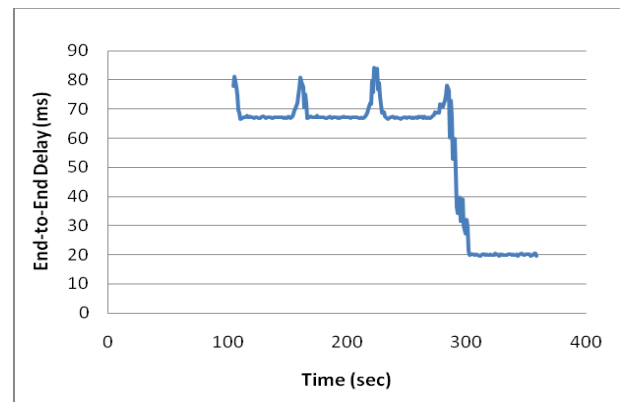
(c)



(d)



(e)



(f)

Σχήμα 41: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για CIF βίντεο*

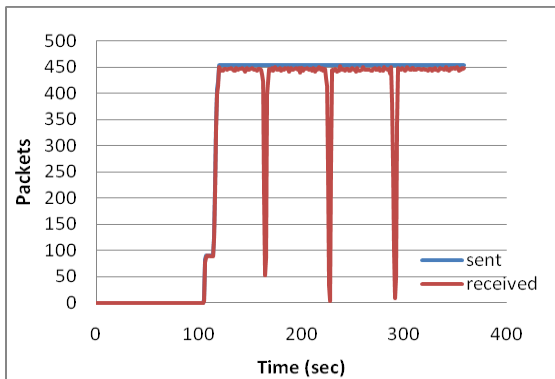
* (a) και (b) για Free Space, (c) και (d) για Suburban, (e) και (f) για Vehicular

(a), (c) και (e) δείχνουν το Traffic sent και Traffic Received σε αριθμό πακέτων ενώ (b), (d) και (f) δείχνουν το end-to-end delay.

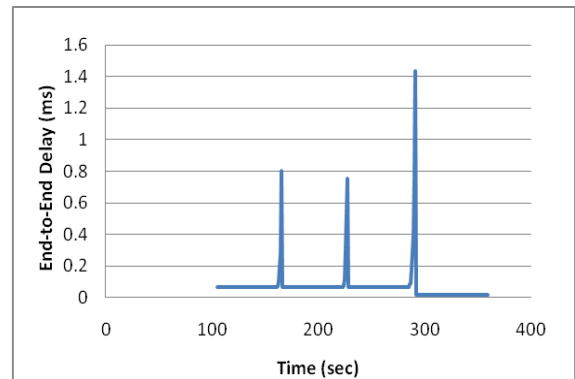
	Average PLR (%)	PLR Standard Deviation	Average Delay (ms)	Average Delay Jitter (ms)
Free Space	5.03	0.68	68	1
Suburban	4.23	4.63	54	<1
Vehicular	8.65	8.16	56	<1

Πίνακας 13: Τελικά αποτελέσματα για CIF

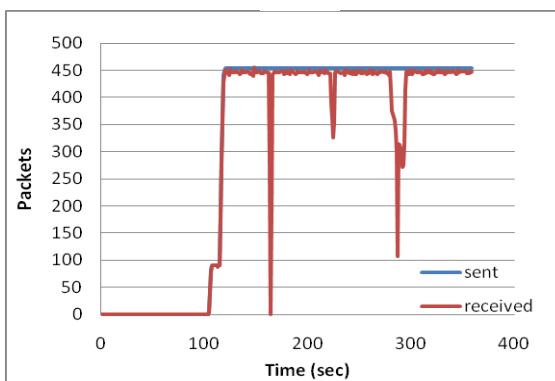
5.6.3 Βίντεο 4CIF



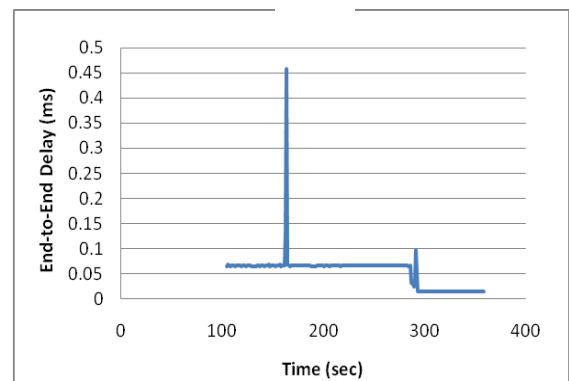
(a)



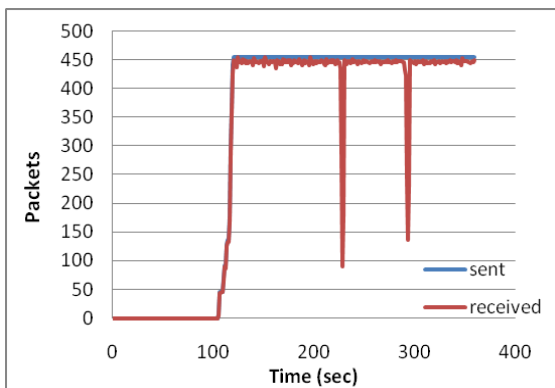
(b)



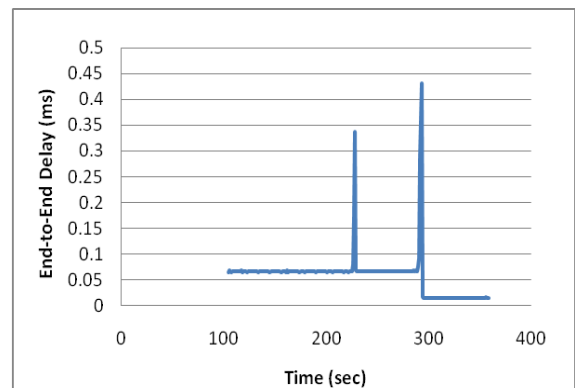
(c)



(d)



(e)



(f)

Σχήμα 42: Γραφικές παραστάσεις αποτελεσμάτων για 4CIF βίντεο*

* (a) και (b) για Free Space, (c) και (d) για Suburban, (e) και (f) για Vehicular

(a), (c) και (e) δείχνουν το Traffic sent και Traffic Received σε αριθμό πακέτων ενώ (b), (d) και (f) δείχνουν το end-to-end delay.

	Average PLR (%)	PLR Standard Deviation	Average Delay (ms)	Average Delay Jitter (ms)
Free Space	5.34	0.34	0.07	<1
Suburban	4.67	2.76	0.05	<1
Vehicular	3.31	0.59	0.06	<1

Πίνακας 14: Τελικά αποτελέσματα για 4CIF

Κεφάλαιο 6

Σύνοψη – Μελλοντική Εργασία

6.1 Σύνοψη	80
6.2 Μελλοντική Εργασία	82

6.1 Σύνοψη

Η διπλωματική αυτή εργασία ξεκίνησε με το Κίνητρο να μελετηθεί το σενάριο αποστολής ιατρικού βίντεο μέσα από ένα ασθενοφόρο το οποίο βρίσκεται σε κίνηση στο νοσοκομείο όπου βρίσκεται ο γιατρός. Η αποστολή ολόκληρου του βίντεο δεν αποτελεί λύση γιατί παρόλο που δίνει την δυνατότητα διατήρησης της ποιότητας του βίντεο ακόμα και σε κανάλια μικρής ταχύτητας, αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία και στο τέλος της ημέρας δεν θα είναι χρήσιμη. Στην Ιατρική ακόμη και τα δευτερόλεπτα παίζουν μεγάλη σημασία για την υγεία.

Γι αυτό μέσω εργαλείων κωδικοποίησης, έγιναν πολλές δοκιμές κωδικοποίησης ιατρικού βίντεο για να μελετηθούν οι διάφορες Τεχνικές κωδικοποίησης και ανθεκτικότητας στα λάθη του προτύπου H.264/AVC. Στη συνέχεια και πάλι με τη χρήση εργαλείου έγινε μια προσομοίωση προσθήκης σφάλματος στο συμπιεσμένο βίντεο (παρόμοια με αυτή που γίνεται κατά τη διάρκεια αποστολής μέσω δικτύου) για να εντοπιστούν τεχνικές οι οποίες είναι ανθεκτικότερες στο σφάλμα.

Γενικά η παράμετρος QP είναι αυτή που κυρίως επηρεάζει το μέγεθος του βίντεο και έχει να κάνει με την ποιότητα. Όσο καλύτερη είναι η ποιότητα του βίντεο, τόσο μεγαλώνει το μέγεθός του. Η τιμή αυτής της παραμέτρου μπορεί να καθοριστεί βάση της χωρητικότητας

του καναλιού αποστολής του βίντεο καθώς και από την ελάχιστη επιτρεπτή ποιότητα που χρειάζεται ο γιατρός για να μπορέσει να βγάλει τα σωστά συμπεράσματα.

Επίσης η τεχνική του Intra Update αποδείχτηκε πιο ανθεκτική στο σφάλμα σε σχέση με τις άλλες τεχνικές που μελετήθηκαν.

Στο τέλος της διπλωματικής μελετήθηκε και ένα πιο ρεαλιστικό σενάριο αποστολής βίντεο με τη χρήση του OPNET Modeler 16, έτσι ώστε να μελετηθεί το ποσοστό απώλειας πακέτων καθώς και η καθυστέρηση που παρατηρείται στην αποστολή του βίντεο μέσω ενός WiMAX δικτύου. Το WiMAX δίκτυο κατόπιν σύγκρισης με άλλα δίκτυα αποδείχτηκε ικανοποιητικό γ το σενάριο αυτό.

Η μελέτη του σεναρίου αυτού έγιναν με τρία διαφορετικά περιβάλλοντα, ένα για το κλασσικό Free Space, ένα για περιβάλλον των προαστίων και τέλος για κινούμενο αποστολέα με καθορισμένη τροχιά.

6.2 Μελλοντική Εργασία

Μελλοντικά μπορούν να γίνουν οι ίδιες έρευνες αλλά σε περισσότερα ή και διαφορετικά ιατρικά βίντεο. Επίσης μπορούν να γίνουν μελέτες και πάνω σε βίντεο υψηλότερης ανάλυσης όπως για παράδειγμα 4CIF.

Όσον αφορά την προσομοίωση σεναρίου σε mobile WiMAX δίκτυα μπορεί να γίνει με διαφορετικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα διαφορετική τροχιά, με περισσότερο Background traffic (πιο φορτωμένα δίκτυα), με διαφορετικά modulation and coding παραμέτρους κ.τ.λ

Τέλος θα μπορούσε να γίνει προσπάθεια προσομοίωσης σε διαφορετικά είδη δικτύου 3.5G όπως για παράδειγμα HSPA, HSPA+, και LTE, και πάλι με την χρήση της OPNET.

Βιβλιογραφία

- [1] C. S. Pattichis, E. Kyriacou, S. Voskarides, M. S. Pattichis, R. Istepanian, "Wireless telemedicine Systems: An Overview," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol 44, no. 2, pp.143-153, 2002.
- [2] E. Kyriacou, M.S. Pattichis, C.S. Pattichis, A. Panayides, and A. Pitsillides, "m-Health e-Emergency Systems: Current Status and Future Directions," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 49, no.1, pp. 216-231, Feb. 2007.
- [3] <http://www.eng.ucy.ac.cy/cpitris/courses/ece001/Presentations/Telemedicine.pdf>
- [4] A. Panayides , M.S. Pattichis , C.S. Pattichis , A. Pitsillides, "A Tutorial for Emerging Wireless Medical Video Transmission Systems", IEEE Antennas & Propagation Magazine, to be published april 2011
- [5] GSM World, Available: <http://www.gsmworld.com/>.
- [6] <http://www2.tek.com/cmswpt/psdetails.lotr?ct=PS&cs=psu&ci=14411&lc=EN>
- [7] Rysavy Research, LLC, "Transition to 4G, 3GPP Broadband Evolution to IMT-Advanced," 2010. Available: <http://www.4gamericas.org/>.
- [8] 4G Americas. Available: <http://www.4gamericas.org/>.
- [9] <http://www.tech-faq.com/wcdma.html>
- [10] <http://www.phonescoop.com/glossary/term.php?gid=10>
- [11] 3GPP TS 25.308 V5.4.0 (2002-10) High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) Stage 2 - Release 5.
- [12] 3GPP, "Overview of 3GPP Release 6," V0.1.1, 2010, Available: http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/.
- [13] 3GPP TR 25.913, "Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN)," Release 7, v7.3.0, March 2006.
- [14] ITU-R SG5, "Invitation for submission of proposals for candidate radio interface technologies for the terrestrial components of the radio interface(s) for IMT-Advanced and invitation to participate in their subsequent evaluation", Circular Letter 5/LCCE/2, March 2008.

- [15] ITU-R, Doc. IMT-ADV/10-23 - Evaluation of IMT-Advanced candidate technology submissions in Documents IMT-ADV/4-5-7 (IEEE) IMT-ADV/6-8-9 (3GPPP). Available: <http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=study-groups&mlink=rsg5-int-advanced&lang=en>.
- [16] M. Alasti, B. Neekzad, C. Jie Hui, and R. Vannithamby, "Quality of service in WiMAX and LTE networks [Topics in Wireless Communications]," *Communications Magazine*, IEEE, vol.48, no.5, pp.104-111, May 2010.
- [17] IEEE std. 802.16e-2005: IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands, and IEEE Std.802.16-2004/Cor1-2005, Corrigendum 1, Dec. 2005.
- [18] <http://www.wifinotes.com/wimax/how-wimax-works.html>
- [19] Bo Li; Yang Qin; Chor Ping Low; Choon Lim Gwee; , "A Survey on Mobile WiMAX [Wireless Broadband Access]," *Communications Magazine*, IEEE , vol.45, no.12, pp.70-75, Dec. 2007.
- [20] LTE 3GPP, "Overview of 3GPP Release 8," V0.2.2, 2011, Available: http://www.3gpp.org/ftp/Information/WORK_PLAN/Description_Releases/.
- [21] ITU-T Rec. H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG4-AVC), "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," v1, May, 2003; v2, Jan. 2004; v3 (with FExt), Sept. 2004; v4, July 2005; v5, June 2006; v6, June 2006; v7, April 2007; v8 (with SVC), Nov. 2007; v9, Jan. 2009; v10 (with CPB), March 2009; v11(with MVC), March 2009; v12, March 2010; v13, March 2010.
- [22] T. Wiegand, G.J. Sullivan, G. Bjøntegaard and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 13, no. 7, Jul. 2003
- [23] Overview of H.264 / MPEG-4 Part10, Soon-kak Kwon, A. Tamhankar, K. R. Rao, Dongeui University, T-Mobile, University of Texas at Arlington, 2004
- [24] Y. Wang, S. Wenger, J. Wen, and A. K. Katsaggelos, "Error resilient video coding techniques," *IEEE Signal Proc. Mag.*, vol. 17, pp. 61-82, July 2000.
- [25] <http://www.ffmpeg.org/ffmpeg-doc.html>

- [26] H.264/AVC JM 15.1 Reference Software, Available:
<http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>.
- [27] A. Panayides, M.S. Pattichis, C.S. Pattichis, C. P. Loizou, M. Pantziaris, and A. Pitsillides, Atherosclerotic Plaque Ultrasound Video Encoding, Wireless Transmission, and Quality Assessment Using H.264, IEEE Transactions in Information Technology in Biomedicine, vol.15, no.3, pp.387-397, May 2011
- [28] OPNET University Program: Available: <http://www.opnet.com/services/university/>.
- [29] S72.333 Physical layer methods in wireless communication systems Sylvain Ranvier / Radio Laboratory / TKK 23 November 2004