

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Σύστημα Ασύρματης Επικοινωνίας

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Προσαρμογή Κωδικοποίησης για την Ασύρματη Μετάδοση
Βίντεο σε Πραγματικό Χρόνο

Μιχαήλ Ελευθεριάδης

Επιβλέπων Καθηγητής
Ανδρέας Παναγίδης

Μάιος 2017

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Σύστημα Ασύρματης Επικοινωνίας

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Προσαρμογή Κωδικοποίησης για την Ασύρματη Μετάδοση
Βίντεο σε Πραγματικό Χρόνο**

Μιχαήλ Ελευθεριάδης

**Επιβλέπων Καθηγητής
Ανδρέας Παναγίδης**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στα Συστήματα Ασύρματης Επικοινωνίας από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος 2017

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Οι εξελίξεις στις τεχνολογίες συμπίεσης βίντεο και ασύρματων δικτύων, συνεπικουρούμενες από την ολοένα αυξανόμενη τάση για εφαρμογές μετάδοσης βίντεο πάνω από ασύρματα κανάλια επικοινωνίας, οδηγούν την ερευνητική κοινότητα στην εξέταση καινοτόμων λύσεων για την παροχή υπηρεσιών βίντεο που θα μεγιστοποιούν την ποιότητα εμπειρίας του χρήστη. Ως φυσικό επακόλουθο της γενικότερης ψηφιοποίησης υπηρεσιών και αγαθών, έτσι και η ιατρική περίθαλψη, δεν θα μπορούσε να μην επωφεληθεί από τις προαναφερθείσες εξελίξεις. Διάγνωση από απόσταση, από ασθενοφόρο σε επείγοντα περιστατικά, και από περιοχές μαζικών καταστροφών στο κέντρο διαχείρισης κρίσεων, είναι μερικά από τα σενάρια εφαρμογών κινητής υγείας βασιζόμενα στην μετάδοση βίντεο που έχουν γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία. Η ανάπτυξη νέων, καινοτόμων εργαλείων για την επεξεργασία, μεταφορά, και ανάλυση βίντεο σε πραγματικό χρόνο σε οποιαδήποτε συσκευή, οπουδήποτε και οποτεδήποτε, αναμένεται να οδηγήσει στην υιοθέτηση τέτοιων συστημάτων και υπηρεσιών τόσο στη καθημερινή κλινική πρακτική όσο και στα πρωτόκολλα διαχείρισης κρίσεων στο εγγύς μέλλον.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής διατριβής είναι να εξετάσει τις δυνατότητες που προσφέρει το νέο πρότυπο προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο MPEG-DASH. Πιο συγκεκριμένα, στην ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός συστήματος για την αξιόπιστη και ποιοτική μετάδοση βίντεο πάνω από οποιοδήποτε κανάλι επικοινωνίας, σε οποιαδήποτε συσκευή τελικού χρήστη, σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή, καθιστώντας την διαδικασία αυτή διάφανη προς το χρήστη, στοχεύοντας στην μεγιστοποίηση της ποιότητας εμπειρίας. Εδώ, κρίνεται αναγκαίο να τονίσουμε πως το προτεινόμενο σύστημα μπορεί να βρει εφαρμογή σε οποιοδήποτε είδος βίντεο, τόσο γενικού όσο και ιατρικού περιεχομένου. Ως σενάριο χρήσης επιλέχθηκε η μετάδοση βίντεο από περιοχές μαζικών καταστροφών στο κέντρο διαχείρισης κρίσεων. Για το σκοπό αυτό, συντάχθηκε ένα σύνολο δεδομένων βίντεο που απεικονίζουν διαφορετικά περιστατικά έκτακτων περιστατικών και μαζικών καταστροφών τα οποία συλλέχθηκαν από πραγματικές ασκήσεις του Κέντρου Έρευνας και Διάσωσης και Πρώτων Διασωστών Κύπρου. Ενδεικτικά, ανταπόκριση σε σενάριο πυρκαγιάς και σεισμού, διάσωση και εκκένωση εγκλωβισμένου τραυματία, και περιποίηση τραύματος, αποτέλεσαν μερικά από τα βίντεο δείγματα πάνω στα οποία βασίστηκε η παρούσα μελέτη. Στη συνέχεια, τα βίντεο αυτά κωδικοποιήθηκαν σε κλιμακωτές διαστάσεις και εύρος ζώνης χρησιμοποιώντας το πρότυπο κωδικοποίησης H.264/AVC (Advanced Video Coding). Σκοπός του συγκεκριμένου βήματος είναι η αντιστοίχιση των διαστάσεων του βίντεο στις διαστάσεις που υποστηρίζουν οι πιο διαδεδομένες συσκευές τελικού χρήστη σήμερα, καθώς και η αντιστοίχιση με τους τυπικούς ρυθμούς δεδομένων

που υποστηρίζουν τα διαθέσιμα ασύρματα κανάλια επικοινωνίας σήμερα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το πρότυπο MPEG-DASH, τα βίντεο αυτά έγιναν διαθέσιμα μέσω μιας διαδικτυακής εφαρμογής, για την ποιοτική αξιολόγηση του συστήματος. Το πρότυπο MPEG-DASH, λαμβάνοντας υπόψη το διαθέσιμο εύρος ζώνης που υπάρχει στο χρήστη την εκάστοτε χρονική στιγμή, παρέχει τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης κωδικοποίησης (σε εύρος ζώνης και διάστασης) του βίντεο που αναπαράγεται. Η διαδικασία αυτή είναι διάφανη στο χρήστη. Η αξιολόγηση του συστήματος βασίζεται τόσο στην αντιληπτή ποιότητα βίντεο του χρήστη όσο και σε αντικειμενικές μετρικές ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα, ο κάθε χρήστης μπορούσε να επιλέξει ένα βίντεο και να αξιολογήσει την ποιότητά του βαθμολογώντας με κλίμακα από το ένα μέχρι το δέκα. Ταυτόχρονα, το προτεινόμενο σύστημα προσφέρει την δυνατότητα αντιστοίχισης των υποκειμενικών αξιολογήσεων του χρήστη με τις αντικειμενικές μετρικές ποιότητας βίντεο, όπως το PSNR σε συνάρτηση του εύρους ζώνης (bitrate), και την εξαγωγή συμπερασμάτων συσχέτισης μεταξύ των δυο.

Summary

The evolution of video compression and wireless network technologies with the increasing tendency for video transmission applications over wireless communication channels, leading the research community to test innovative solution in order to provide video services, which maximize the quality of user experience. Due to, the general digitization of services and goods, the medical care would benefit from the above progress as well. The distance diagnosis from ambulance during an emergency incidents and from areas of mass destruction in the Crisis Management Center. These are some of the mobile health-based scenario on video transmission, which have a rapid growth over the last decade. The progress of new and innovative real-time processing, transfer, and video analysis tools on any device, anywhere, anytime this adoption is expected to lead of such systems and services for daily clinical practice and crisis management protocols in the near future.

The aim of this diploma thesis is to examine the possibilities, which offers the new standard of Adaptive Streaming MPEG-DASH. Specifically, the deployment and evaluation a system for reliable and quality video streaming over any communication channel on any end-user device at any time, making this process transparent to the user and maximizing the quality of experience. As a use case scenario, video broadcasting from areas of mass destruction was selected in the crisis management center. For this purpose, a set of video data has been written to illustrate different incidents of extraordinary incidents and mass disasters collected from real exercises of Cyprus Search & Rescue Team and Rescue Coordination Center. Indicatively, the scenarios are a responding to a fire and earthquake, rescuing and evacuating trapped wounded, and wound care, were some of the video samples on which this study based. Furthermore, the videos were encoded in scalable resolution and bandwidth using the compression standard H.264/AVC (Advanced Video Coding). The purpose of this step is to correlate the resolution of the video with the resolution, which supported from the most common end-user devices today and correlation with the standard data rates, which supported by the available wireless communication channels today. Then, using the MPEG-DASH standard, the videos were made available through an online application for qualitative evaluation of the system. The MPEG-DASH standard, taking into consideration the available user bandwidth in any specific time and enables selection of the appropriate encoding (in bandwidth and resolution) of the video being played. This process is transparent to the user. The evaluation of the system is based on both the comprehensible quality of the user's video and the objective quality measurements. Specifically, each user could select a video and score the rating with scale from one to

ten. At the same time, the proposed system offers the ability to correlate the subjective user ratings with objective video quality, such as the PSNR correlate with bandwidth and export conclusions between the two.

Ευχαριστίες

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ανδρέα Παναγίδη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με αυτό το θέμα, καθώς και για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και τη βοήθεια που μου πρόσφερε όλο αυτό τον καιρό.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	III
Summary	IV
Ευχαριστίες	V
Περιεχόμενα	VI
1 Εισαγωγή.....	1
2 Συστατικές Τεχνολογίες.....	4
2.1 Ασύρματα Δίκτυα Εξωτερικού Χώρου.....	5
2.1.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας.....	6
2.2 Ασύρματα Δίκτυα Εσωτερικού Χώρου.....	6
2.2.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας.....	8
2.3 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	10
2.3.1 Transmission Control Protocol (TCP)	10
2.3.2 User Datagram Protocol (UDP)	11
2.3.3 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)	11
2.3.3.1 HTTP Σύνδεση.....	12
2.4 Πρότυπα & Κωδικοποίηση Ψηφιακού Βίντεο.....	13
2.4.1 Κωδικοποίηση.....	12
2.4.1.1 Χωρικός πλεονασμός (Spatial Redundancy).....	13
2.4.1.2 Χρονικός Πλεονασμός (Temporal Redundancy).....	13
2.4.1.3 Συμπίεση χωρίς απώλειες (lossless compression)	14
2.4.2.4 Συμπίεση με απώλειες (lossy compression)	14
2.4.2 Τύποι Πλαισίων Ψηφιακού Βίντεο.....	14
2.4.2.1 I-πλαίσια (Intracoded Frames)	14
2.4.2.2 P-πλαίσια (Predictive Frames)	15
2.4.2.3 B- πλαίσια (Inter-coded Frames)	15
2.5 Moving Picture Experts Group (MPEG)	16
2.5.1 MPEG-1 (1993)	16
2.5.2 MPEG-2 (1995)	16
2.5.3 MPEG-4 (1998) και επέκταση Advanced Video Coding MPEG-4 AVC (H.264)	17
2.5.4 High Efficiency Video Coding HEVC (H.265) (2013)	17
2.6 Λογισμικά Ανοιχτού Κώδικα.....	18
2.6.1 FFmpeg.....	18
2.6.2 MP4Box.....	18
2.6.3 x264.....	19
3 Προσαρμοστική Μετάδοση με το πρότυπο MPEG-DASH.....	19
3.1 Προσαρμοστική Ροή Δεδομένων.....	20
3.1.1 Προοδευτική Ροή Βίντεο.....	20
3.1.2 Πλεονεκτήματα του Adaptive Streaming.....	21
3.1.3 Media Presentation Description (MPD)	23
4 Μεθοδολογία.....	27
4.1 Διαδικασία Κωδικοποίησης FFmpeg με x.264.....	27
4.1.1 Παράμετροι Κωδικοποίησης.....	28
4.1.2 Η Σημαντικότητα των I-FRAMES.....	28
4.1.3 Εντολή Κωδικοποίησης.....	29
4.2 Διαδικασία Dash με MP4Box.....	31
4.2.1 Παράμετροι Κωδικοποίησης.....	31
4.2.2 Εντολή Dashing.....	31
4.2.3 Αποστολέας.....	34
4.2.4 Παραλήπτης.....	35
4.2.6 Αξιολόγηση & Σχολιασμός Βίντεο.....	36
4.2.7 Βάση Δεδομένων.....	36

4.2.8	Analytics.....	37
5	Αποτελέσματα.....	39
5.1	Αξιολόγηση Κωδικοποιημένων Βίντεο.....	39
5.2	Αξιολόγηση Προσαρμοστικής Κωδικοποίησης Βίντεο σε Πραγματικό Χρόνο.....	42
7	Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία.....	45
8	Βιβλιογραφία.....	47

Κεφάλαιο 1

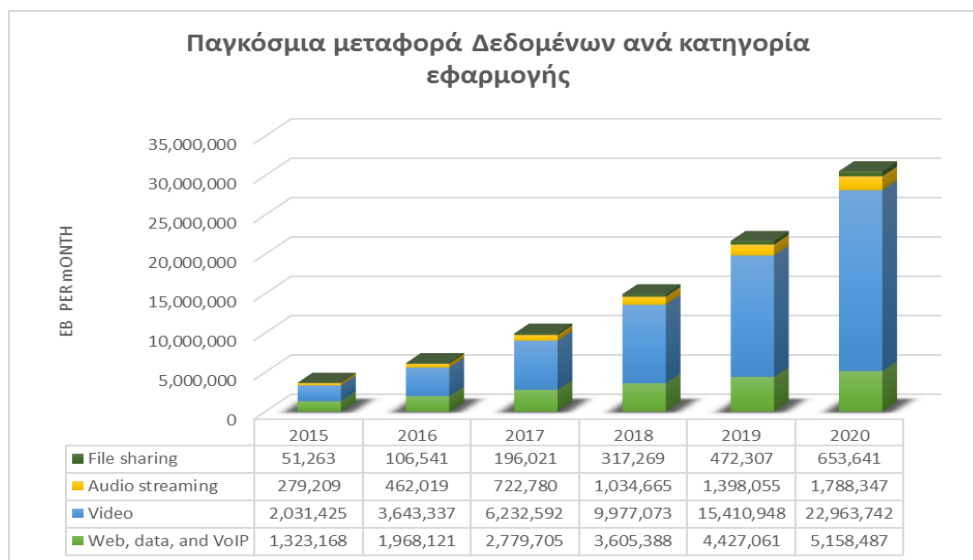
Εισαγωγή

Στο σημερινό ψηφιακό κόσμο οι εξελίξεις στις τεχνολογίες συμπίεσης βίντεο και ασύρματων δικτύων, με την ολοένα αυξανόμενη τάση για εφαρμογές μετάδοσης βίντεο πάνω από ασύρματα κανάλια επικοινωνίας, είχαν ως αποτέλεσμα να επαναπροσδιορίσουν τα φυσικά όρια της ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης. Πλέον, καινοτόμες τεχνολογίες παρέχουν προηγμένες τεχνικές μεταφοράς, επεξεργασίας, ανάλυσης και αποθήκευσης βίντεο που βοηθούν στο να προσφέρουν εξ' αποστάσεως φροντίδα, επικοινωνία και συνεργασία απρόσκοπτα και με μεγαλύτερη ασφάλεια. Με αποτέλεσμα η διάγνωση από απόσταση, από ασθενοφόρο σε επείγοντα περιστατικά, και από περιοχές μαζικών καταστροφών στο κέντρο διαχείρισης κρίσεων να είναι μερικά από τα σενάρια εφαρμογών κινητής υγείας βασιζόμενα στην μετάδοση βίντεο που έχουν γνωρίσει ραγδαία ανάπτυξη κατά την τελευταία δεκαετία.

Οι παράγοντες που έχουν συμβάλει στη στροφή αυτή είναι κυρίως εμπορικοί, η νομοθεσία, οι κοινωνικές αλλαγές αλλά και οι τεχνολογικές εξελίξεις. Η τεράστια αύξηση όμως, της καθημερινής χρήσης του βίντεο από ολόκληρη την κοινωνία, έχει ως αποτέλεσμα η τηλεϊατρική να αποτελεί την επικρατούσα τάση. Από την οπτική της τεχνολογίας, οι παράγοντες που συνέβαλλαν στην εξέλιξή της είναι η καλύτερη υποδομή ασυρμάτων επικοινωνιών, η εκτεταμένη πρόσβαση σε ευρυζωνικά δίκτυα, δίκτυα κινητής τηλεφωνίας και τα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Επίσης, όλο και περισσότερες “έξυπνες” συσκευές και εφαρμογές, παρέχουν δυνατότητα καταγραφής, επεξεργασίας, αποστολής, και αποθήκευσης δεδομένων (βιντεοκλήση, μουσική, βίντεο, κλπ.).

Σύμφωνα με την αναφορά Visual Networking Index (VNI) Mobile Forecast (2015 – 2021) της Cisco, η κυκλοφορία βίντεο στο Διαδίκτυο θα αυξηθεί κατά 260% μέχρι το 2018 σε εκτιμώμενο σύνολο 83.298 petabytes ανά μήνα. Η αύξηση της κυκλοφορίας IP κυρίως θα καθοδηγείται από την αύξηση της “ηλεκτρονικής κατανάλωσης” βίντεο, το

οποίο αναμένεται να αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου της κίνησης στο Διαδίκτυο των καταναλωτών το 2018, από 60% το 2013.[1],[2]



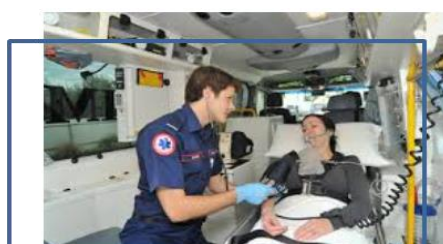
Διάγραμμα 1. Παγκόσμια μεταφορά Δεδομένων ανά κατηγορία εφαρμογής [1]

Κίνητρο

Η υιοθέτηση των νέων αυτών τεχνολογιών θα διευκολύνει την πρόσβαση στην ιατρική περίθαλψη από οποιαδήποτε συσκευή και θα προσφέρει εργαλεία που θα υποστηρίζουν φωνή, Chat, βίντεο και διαμοιρασμό εγγράφων. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη κλινική εικόνα του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο, οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Μερικές ενδεικτικές εφαρμογές είναι οι εξής:



Αξιολόγηση/Απόκριση σε Μαζικές Καταστροφές



Διάγνωση/ παρακολούθηση από απόσταση - Βίντεο Τραύματος



Διάγνωση/ παρακολούθηση από απόσταση



Robotic Doctor



Αξιολόγηση/Απόκριση σε επείγοντα περιστασιακά



Ιατρική Εκπαίδευση

Η δομή της μεταπτυχιακής διατριβής είναι ως εξής:

Κεφάλαιο 2ο : Περιγραφή των Ασυρμάτων Δικτύων για Εσωτερικούς/Εξωτερικούς, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται και τα πρότυπα κωδικοποίησης ψηφιακού βίντεο. Επίσης, γίνεται αναφορά στα λογισμικά ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή των κωδικοποιήσεων.

Κεφάλαιο 3ο : Αναλυτική παρουσίαση της προοδευτικής ροής δεδομένων με το πρότυπο MPEG-DASH.

Κεφάλαιο 4ο : Αναλυτική Παρουσίαση της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 5ο : Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Κεφάλαιο 6ο : Παρουσίαση των συμπερασμάτων και αναφορές σε μελλοντικές εργασίες

Κεφάλαιο 2

Συστατικές Τεχνολογίες

Η εξέλιξη των Ασύρματων Δικτύων επαναπροσδιόρισε τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι επικοινωνούν μεταξύ τους συνδυάζοντας την κινητικότητα (mobility) με τις υψηλής ποιότητας παροχές υπηρεσιών (φωνή και δεδομένα). Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας μεταφέρουν τη φωνή (μια συνομιλία), το κείμενο (SMS) και τα δεδομένα (φωτογραφίες, βίντεο κ.ά.), ασύρματα μέσω των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και πιο συγκεκριμένα ραδιοκυμάτων.

Η ασύρματη μετάδοση κάνει την ανάπτυξη του τηλεπικοινωνιακού δικτύου πιο εύκολη και γρήγορη σε σχέση με τα ενσύρματα δίκτυα, αφού απαιτεί την εγκατάσταση κεραιών χωρίς καλωδιακές συνδέσεις σε κάθε σημείο της χώρας. Η τεχνολογία της κινητής τηλεφωνίας απελευθέρωσε την ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών από τις γεωγραφικές ιδιαιτερότητες.



Εικόνα 1. Γενική Απεικόνιση Δίκτυα Κινητής Τηλεφωνίας [3]

2.1 Ασύρματα Δίκτυα Εξωτερικού Χώρου

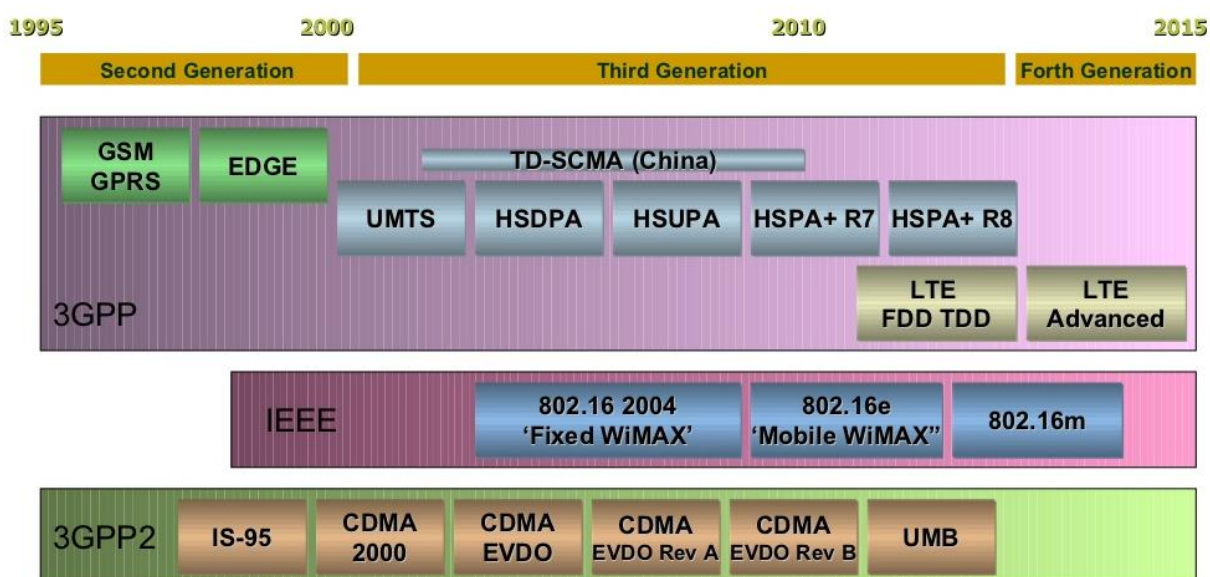
Οι κοινώς γνωστές ονομασίες των δικτύων κυψελοειδούς επικοινωνίας σύμφωνα με την εξέλιξή τους, είναι οι παρακάτω:

Γενιά	Περιγραφή
2G	Ψηφιακή κινητή τηλεφωνία (Digital cellular telephony)
3G	Ψηφιακή κινητή τηλεφωνία υψηλής ταχύτητας συμπεριλαμβάνοντας βίντεο – κλήσης (High-speed digital cellular telephony including video telephony)
4G	IP-based "οποτεδήποτε, οπουδήποτε" φωνής, δεδομένων και τηλεφωνίας πολυμέσων (IP-based "anytime, anywhere" voice, data, and multimedia telephony)

Πίνακας 1. Περιγραφή τεχνολογιών της κινητής τεχνολογίας

Αυτή τη στιγμή είμαστε στην τέταρτη γενιά (4G), ενώ παράλληλα αναπτύσσεται και η πέμπτη γενιά (5G) δικτύων.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα αναλυτικό γράφημα, το οποίο απεικονίζει την εξέλιξη – ανάπτυξη των τεχνολογιών της κινητής τεχνολογίας.



Εικόνα 2. Εξέλιξη των τεχνολογιών της κινητής τεχνολογίας[4]

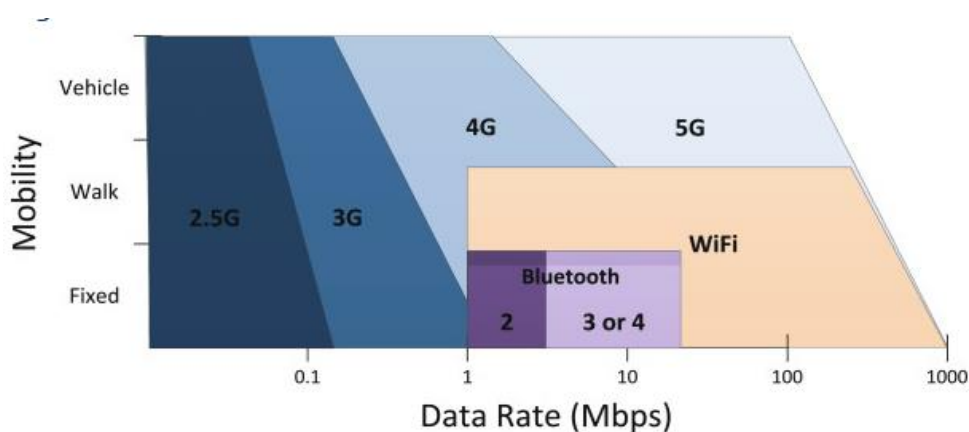
2.1.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός Πίνακας 2 με τα βασικά χαρακτηριστικά λειτουργίας ανά γενιά. [5]

Γενιά	Χρονιά	Πρότυπο	Τεχνολογία	Εύρος Ζώνης	Ρυθμός Δεδομένων	Latency
1G	1991	AMPS, TACS	Analog	-	-	-
2G	1993	D-AMPS GSM/GPRS cdmaOne	Digital	Narrow Band	< 80 - 100 Kbit/s	300-1000
3G	2001	CDMA2000/EV-DO WCDMA/HSPA+ TD-SCDMA	Digital	Broad Band	60+ Mbit/s	100-500
4G	2010	CDMA2000/EV-DO WCDMA/HSPA+ TD-SCDMA	Digital	Mobile Broad Band	300+ Mbps (xDSL-like experience)	< 100
5G	2020-2030	-	Digital	Ubiquitous connectivity	Fiber-like experience	-

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Παρακάτω βλέπουμε την Κινητικότητα (**Mobility**) σε συνάρτηση του ρυθμού δεδομένων και ένα γενικό διάγραμμα της προτυποποίησης των ασυρμάτων δικτύων.



Εικόνα 3. Κινητικότητα (Mobility) σε συνάρτηση του ρυθμού δεδομένων

2.2 Ασύρματα Δίκτυα Εσωτερικού Χώρου

Το Πρότυπο IEEE-802.11 καθορίζει τις προδιαγραφές του Επίπεδου Προσπέλασης Μέσου (Medium Access Control - MAC) και του Φυσικού Επίπεδου (Physical Layer - PHY) για την ασύρματη διασύνδεση σε μια ή περισσότερες ζώνες συχνοτήτων για

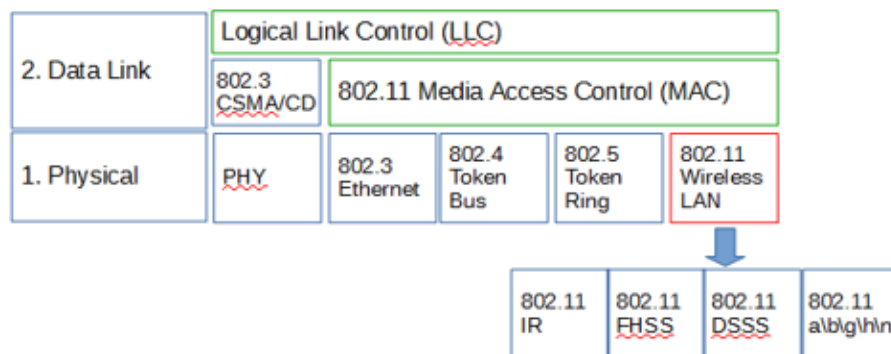
σταθερούς (Fixed), φορητούς (Portable) και κινούμενους (moving) σταθμούς/χρήστες μέσα σε μια τοπική περιοχή.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα αναλυτικό διάγραμμα του Μοντέλο OSI (βλ. **Εικόνα -5**), το οποίο απεικονίζει τα επίπεδα σε συνάρτηση των Data Units με μια σύντομη περιγραφή των λειτουργιών του κάθε επίπεδου.[6]

	Data Units	Layers
Host Layer	Data	7. Application Network process to application
	Data	6. Presentation Data Representation & Encryption
	Data	5. Session Inter-host Communication
	Segments	4. Transport Ens-to-End Connections & Reliability
Media Layer	Packets	3. Network Path Determination & Logical Addressing IP
	Frames	2. Data Link Physical Addressing (MAC & LLC)
	Bits	1. Physical Media, Signal and Binary Transmission

Εικόνα 4. Μοντέλο OSI

Το Πρωτόκολλο IEEE 802.11 ανήκει στο επίπεδο του Media Layer και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιεί τα πρώτα δύο επίπεδα του Μοντέλου OSI, το Physical και Data link. Στην **Εικόνα 6** παρουσιάζονται και αναλύονται τα υπό-επίπεδα τους. [6]



Εικόνα 5. Ανάλυση υπό-επίπεδων Physical και Datalink

- Το επίπεδο Data Link είναι υπεύθυνο για τον Έλεγχο Πολλαπλής Πρόσβασης, Ανίχνευση/Διόρθωση Λαθών (CSMA/CA) και αναμετάδοση των πακέτων.
- Το επίπεδο PHY είναι υπεύθυνο για την Μετάδοση στο Φυσικό Μέσο, Διαμόρφωση Σήματος και την Επεξεργασία.

2.2.1 Χαρακτηριστικά Λειτουργίας

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός Πίνακας με τις προδιαγραφές των πρωτοκόλλων.

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac
Frequency Band (GHz)	2.4\5	2.4	2.4	2.4\5	5
Channel Width (MHz)	20	20	20	20, 40	20, 40, 80, 160
Maximum Data Rate	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	600 Mbps	7 Gbps
Num of Channels	23	3	3	26	
Num of Spatial Streams & Antennas	1	1	1	Μέχρι και 4	Μέχρι και 8
Typical Indoor Range (m)	35	35	38	70	70
Typical Outdoor Range (m)	120	140	140	250	250
Modulation	OFDM	DSSS	OFDM DSSS	OFDM	OFDM
Highest Order Modulation Scheme	64QAM	DQPSK	64QAM	64QAM	256QAM

Πίνακας 3. Συγκεντρωτικός Πίνακας με τις προδιαγραφές των πρωτοκόλλων

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκριτικός Πίνακας για τους Ρυθμούς Δεδομένων ανά πρότυπο 802.11 a/b/g/n/ac.

802.11 πρότυπο	Spatial Stream	20 MHz	40 MHz	80 MHz	160 MHz
802.11b	-	11 Mbps	-	-	-
802.11a/g	-	54 Mbps	-	-	-
802.11n	1 SS	72 Mbps	150 Mbps	-	-
802.11ac	1 SS	87 Mbps	200 Mbps	433 Mbps	867 Mbps
802.11n	2 SS	144 Mbps	300 Mbps	-	-
802.11ac	2 SS	173 Mbps	400 Mbps	867 Mbps	1.7 Gbps
802.11n	3 SS	216 Mbps	450 Mbps	-	-
802.11ac	3 SS	289 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	2.3 Gbps
802.11n	4 SS	289 Mbps	600 Mbps	-	-
802.11ac	4 SS	347 Mbps	800 Mbps	1.7 Gbps	3.5 Gbps
802.11ac	8 SS	693 Mbps	1.6 Gbps	3.4 Gbps	6.9 Gbps

Πίνακας 4. Ρυθμοί Δεδομένων ανά πρότυπο 802.11 a/b/g/n/ac

Με βάση τον Πίνακα 3 τα Πρωτόκολλα των ασύρματων δικτύων λειτουργούν σε δύο ζώνες συχνοτήτων ή των 2.4 GHz ή/και των 5 GHz, οι οποίες είναι οι εξής:

A. Περιοχή Συχνοτήτων - 2.4 GHz

Εκπέμπουν και λαμβάνουν από τα 2400 έως 2483,5 MHz (Κανάλια 1-14)

B. Περιοχή Συχνοτήτων - 5 GHz

Εκπέμπουν και λαμβάνουν από:

1. RLAN band 1 (Indoor)

- Από 5.150 έως 5.250 GHz (UNII-1 - 4 Κανάλια 36-48)

2. RLAN band 1 (Indoor/outdoor)

- Από 5.250 έως 5.350 GHz (UNII-2 DFS-4 Κανάλια 52-64)

3. RLAN band 2 (Indoor/outdoor)

- Από 5.450 έως 5.710 GHz (UNII-2eDFS - 12 Κανάλια 100-144)

4. RLAN band 3 (Indoor/outdoor)

- Από 5.725 έως 5.875 GHz (UNII-3 - 5 Κανάλια 140-165)

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται η Περιοχή Συχνοτήτων 2.4 GHz

Freq. Band (MHz)	Max Power Level EIRP (mW)	Max Power Level (dBm)	Indoor/Outdoor
2.400 - 2.483,5	100	20	Indoor/Outdoor

Πίνακας 5. Ισχύς Εκπομπής 2.4 GHz

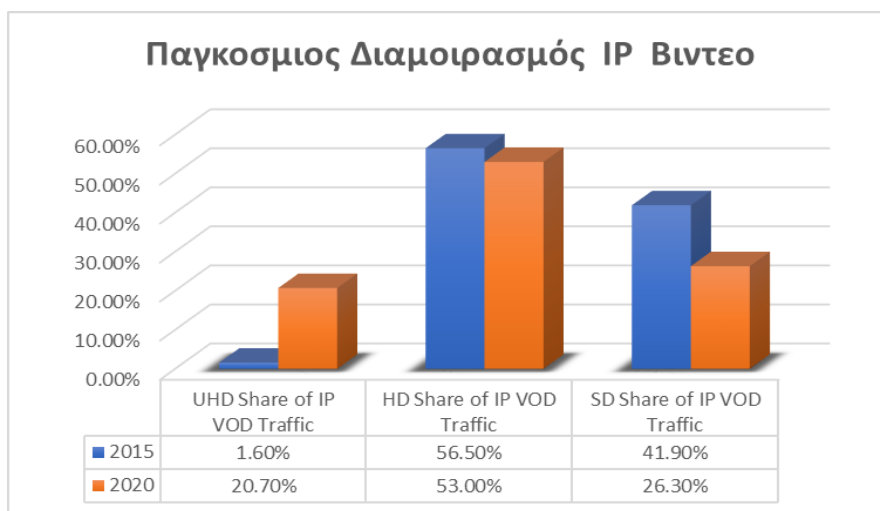
Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται η Περιοχή Συχνοτήτων 5 GHz

Freq. Band (MHz)	Max Power Level EIRP (mW)	Max Power Level (dBm)	Indoor/Outdoor	Dynamic Frequency Selection DFS	Transmit Power Control TPC
5150-53501	200	23	Indoor	yes	yes
5470-57251	1000	30	Indoor/Outdoor	yes	yes

Πίνακας 6. Ισχύς Εκπομπής 5.2 GHz

Το αποτέλεσμα της ασύρματης μετάδοσης της φωνής και κυρίως των δεδομένων οδήγησε τα τελευταία χρόνια σε μια εκπληκτική ανάπτυξη και εξέλιξη στην ασύρματη τεχνολογία αλλά και δημιούργησε νέες απαιτήσεις και τάσεις από πλευράς χρηστών και δικτύου.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα διάγραμμα με την αύξηση διαμοιρασμού IP βίντεο σύμφωνα με την αναφορά VNI Mobile Forecast (2015 – 2021) της Cisco. Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα **Ultra HD** βίντεο θα είναι το 20,7% της κυκλοφορίας IP βίντεο το 2020 από 1.6% το 2015, δηλαδή μια συνολική αύξηση κατά 86.3%. Επίσης, το **HD** βίντεο θα έχει μια μικρή πτώση του 10,8% το 2020. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθούν προηγμένες και αποτελεσματικότερες τεχνικές μεταφοράς βίντεο μέσω διαδικτύου όπως το Adaptive Video Streaming. [1],[2]



Διάγραμμα 2. Παγκόσμιος Διαμοιρασμός IP Βίντεο

2.3 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Στο επίπεδο TransportLayer (Layer 4) του μοντέλου OSI ορίζονται διάφορες λειτουργίες, όμως οι πιο σημαντικές είναι η Ανάκτηση Σφαλμάτων (Error Recovery) και ο Έλεγχος Ροής (Flow Control). Ομοίως, και το TCP/IP Transport Layer εφαρμόζει τους ίδιους τύπους λειτουργιών. Επίσης, διαφορετικές εφαρμογές έχουν διαφορετικές απαιτήσεις αξιοπιστίας της μεταφοράς δεδομένων. Το TCP/IP παρέχει δύο πρωτόκολλα του επιπέδου Transport Layer, το TCP και το UDP. Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά/δυνατότητες των δύο πρωτοκόλλων. [6]

2.3.1 Transmission Control Protocol (TCP)

Το TCP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο παρέχει τις εξής δυνατότητες. [6]

- Αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη με τη μέθοδο “three-way handshake”, η οποία χρειάζεται να ολοκληρωθεί πριν ξεκινήσει η μεταφορά των δεδομένων
- Αξιόπιστη παράδοση εξασφαλίζοντας ότι όλα τα δεδομένα φθάνουν στον προορισμό (Reliable Delivery), δηλαδή θα αναμεταδώσει τα χαμένα ή αλλοιωμένα πακέτα δεδομένων
- Έλεγχο ροής (Flow Control) δεδομένων μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη, δηλαδή ρυθμίζει πόσα πακέτα δεδομένων μπορούν να διαμοιραστούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή υπερφόρτωσης της σύνδεσης

2.3.2 User Datagram Protocol (UDP)

Το UDP είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο παρέχει τις εξής δυνατότητες. [6]

- Μη-αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη. Δεν χρησιμοποιεί τη μέθοδο “three-way handshake”.
- Δεν παρέχει δημιουργία αξιόπιστης σύνδεσης.
- Δεν παρέχει αναμετάδοση χαμένων ή αλλοιωμένων πακέτων δεδομένων.
- Δεν παρέχει Έλεγχο ροής για την αποφυγή συμφόρησης της σύνδεσης.

Η βασική διαφορά μεταξύ TCP και UDP είναι ότι το TCP παρέχει μια μεγάλη ποικιλία υπηρεσιών σε εφαρμογές, σε αντίθεση με το UDP. Το TCP παρέχει αναμετάδοση, δηλαδή ανάκτηση σφαλμάτων (Error Recovery) και βοηθά στην αποφυγή συμφόρησης μέσω του ελέγχου ροής (Flow Control), ενώ το UDP δεν παρέχει καμία από αυτές τις υπηρεσίες, με αποτέλεσμα πολλά πρωτόκολλα εφαρμογών να επιλέγουν την χρήση TCP.

Επίσης, UDP χρειάζεται λιγότερα bytes στην κεφαλίδα του σε σύγκριση με το TCP, με αποτέλεσμα να χρειάζεται λιγότερο εύρος ζώνης και λιγότερους κύκλους επεξεργασίας. Για αυτό το λόγο μερικές εφαρμογές όπως το Voice over IP (VoIP) και βίντεο μέσω IP (Video over IP) που δεν χρειάζονται ανάκτηση σφαλμάτων, χρησιμοποιούν το UDP. Άρα, το UDP έχει επίσης σημαντική θέση σήμερα στα TCP / IP δίκτυα. [6]

2.3.3 Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

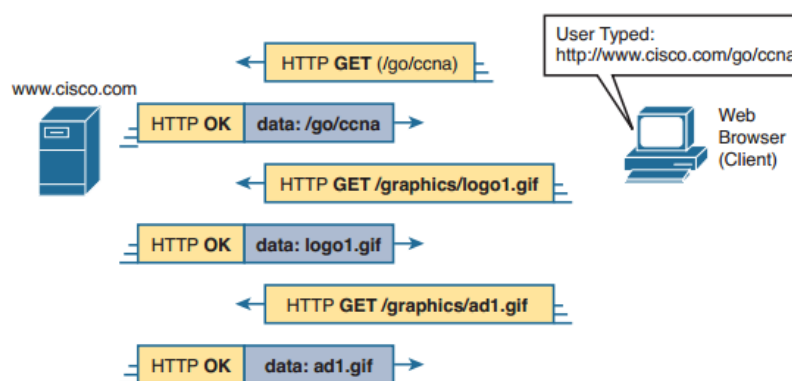
To Hypertext Transfer Protocol (HTTP) Application Layer Protocol, που ορίζεται στο RFC 7230, καθορίζει το πώς μπορούν να μεταφερθούν αρχεία μεταξύ δύο υπολογιστών. Το HTTP δημιουργήθηκε ειδικά για τους σκοπούς της μεταφοράς αρχείων μεταξύ Web Server και Web client. [10]

2.3.3.1 HTTP Σύνδεση

Μια σύνδεση HTTP είναι μια ακολουθία ανταλλαγής αιτημάτων request και response. Ο HTTP-Client αποστέλλει ένα αίτημα δημιουργώντας μια σύνδεση TCP σε μια συγκεκριμένη θύρα σε ένα διακομιστή (θύρα 80 ή 8080). [10]

- **HTTP GET request** Για να λάβουμε ένα αρχείο από έναν διακομιστή ιστού, ο υπολογιστής-πελάτης στέλνει ένα αίτημα HTTP GET στο διακομιστή, αναφέροντας το όνομα του αρχείου.
- Εάν ο διακομιστής αποφασίσει να στείλει το αρχείο, τότε στέλνει ένα **HTTP GET response**, με έναν κωδικό επιστροφής 200 (που σημαίνει OK), μαζί με τα περιεχόμενα του αρχείου.

Οι ιστοσελίδες αποτελούνται από πολλά αρχεία, που ονομάζονται αντικείμενα. Οι περισσότερες ιστοσελίδες περιέχουν κείμενο, εικόνες, αλλά και βίντεο. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία αποθηκεύεται ως διαφορετικό αντικείμενο (αρχείο) στο διακομιστή. Για να λάβει όλα τα αντικείμενα, το πρόγραμμα περιήγησης ιστού παίρνει το πρώτο αρχείο. Αυτό το αρχείο μπορεί (και κατά κανόνα) περιλαμβάνει αναφορές σε άλλα URI (Uniform Resource Identifier), οπότε και το πρόγραμμα περιήγησης ζητά και υπόλοιπα αντικείμενα. Το σχήμα απεικονίζει τη γενική ιδέα. [6]



Εικόνα 6. HTTP Get Requests/Responses

2.4 Πρότυπα & Κωδικοποίηση Ψηφιακού Βίντεο

Στο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή των προτύπων κωδικοποίησης ψηφιακού βίντεο και αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά κάθε πρότυπου. Ακολούθως θα γίνει επεξήγηση του κάθε πρότυπου κωδικοποίησης και των χαρακτηριστικών του.

2.4.1 Κωδικοποίηση

Η βασική αρχή πάνω στην οποία στηρίζονται όλες οι μέθοδοι ψηφιακής συμπίεσης είναι το γεγονός ότι το σήμα εμπεριέχει ένα ποσοστό πλεονασμού (Redundancy). Με τον όρο αυτό εννοούμε την πληροφορία που είτε μπορεί να παραληφθεί, είτε να κωδικοποιηθεί με λιγότερη ακρίβεια, χωρίς αυτό να έχει αξιοσημείωτη επίδραση στο τελικό αποτέλεσμα. Επίσης, το μη συμπιεσμένο βίντεο έχει σταθερό εύρος ζώνης που βασίζεται στην αναπαράσταση των εικονοστοιχείων, την ανάλυση εικόνας και το framerate. Άρα ο ρυθμός δεδομένων υπολογίζεται με βάση το παρακάτω τύπο:

$$\text{data rate} = \text{color depth} \times \text{vertical resolution} \times \text{horizontal resolution} \times \text{refresh frequency}$$

Παράδειγμα 8-bit - 1280×720 @ 59.94 fps = 105 MB/s ή 370 GB/h

2.4.1.1 Χωρικός πλεονασμός (Spatial Redundancy)

Ανάλογα με το περιεχόμενο της εικόνας το ανθρώπινο μάτι μπορεί να “ανεχθεί” ένα ποσοστό παραμόρφωσης ή αλλοίωσης ορισμένων παραμέτρων της εικόνας χωρίς αυτό να γίνει αντιληπτό.

Επίσης, είναι γνωστό ότι η ανθρώπινη όραση είναι γενικά πολύ πιο ευαίσθητη στη φωτεινότητα της εικόνας παρά στα χρώματα. Ο υποκειμενικός πλεονασμός και οι ιδιαιτερότητες της ανθρώπινης όρασης έχουν αξιοποιηθεί στις τεχνικές συμπίεσης ακίνητων εικόνων (πρότυπο JPEG). [7]

2.4.1.2 Χρονικός Πλεονασμός (Temporal Redundancy)

Οι τιμές φωτεινότητας και χρώματος μπορούν σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή να προϋπολογιστούν από τις προηγούμενες τιμές τους, γιατί οι τιμές δειγμάτων της εικόνας σε μεγάλο ποσοστό σχετίζονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα σε ένα στατικό βίντεο, στο οποίο ένα μεγάλο κομμάτι της εικόνας (φόντο) να παραμένει αμετάβλητο

και μόνο το κομμάτι της εικόνας που καταλαμβάνει το αντικείμενο μεταβάλλεται ελαφρά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορούμε να υπολογίσουμε ένα τμήμα της εικόνας από μία προηγούμενη και να προσθέσουμε απλά τις διαφορές που έχουν προκύψει χωρίς να χρειάζεται να κωδικοποιούμε σε κάθε πλαίσιο (frame) την πλεονάζουσα πληροφορία. [8]

Η συμπίεση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

2.4.1.3 Συμπίεση χωρίς απώλειες (lossless compression)

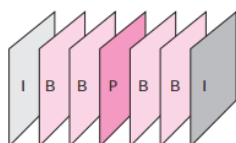
Αυτό το είδος συμπίεσης έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι η διαδικασία συμπίεσης δεν αλλοιώνει καθόλου την πληροφορία. Δηλαδή, μετά την αποσυμπίεση, η πληροφορία επανέρχεται ακριβώς στην μορφή που είχε πριν. Συνήθως, αυτοί οι αλγόριθμοι εφαρμόζονται σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει κανένα περιθώριο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

2.4.2.4 Συμπίεση με απώλειες (lossy compression)

Εδώ η ανακατασκευή δεν είναι της ίδιας πιστότητας με τα αρχικά δεδομένα. Οι τεχνικές συμπίεσης βίντεο και ήχου είναι, συνήθως, με απώλειες. Η συμπίεση με απώλειες χρησιμοποιεί μεθόδους κωδικοποίησης πηγής. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν κωδικοποίηση μετασχηματισμού, διαφορική κωδικοποίηση ή κβαντισμό διανυσμάτων. Σε τέτοιες περιπτώσεις το σημασιολογικό περιεχόμενο ουσιαστικά δεν μεταβάλλεται αλλά υπεισέρχεται η έννοια της μείωσης της ποιότητας. Το ψηφιακό σήμα ως ακολουθία bits σαφώς και μεταβάλλεται. [8]

2.4.2 Τύποι Πλαισίων Ψηφιακού Βίντεο

Στην συμπίεση ενός βίντεο τα frames αποτελούνται από 3 (τρεις) βασικές κατηγορίες με βάση τα χαρακτηριστικά τους. [9]



Εικόνα 7. Τύποι Πλαισίων Ψηφιακού Βίντεο

2.3.2.1 I-πλαίσια (Intracoded Frames)

Αυτόνομα κωδικοποιημένα frame (κωδικοποιημένα ως εικόνες). Τα πλαίσια I είναι πλήρως αυτο-αναφορικά και δεν χρησιμοποιούν πληροφορίες από άλλα πλαίσια (frame). Αυτά είναι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος πλαίσια (frame) των τριών και τα υψηλότερης ποιότητας, αλλά τα λιγότερο αποτελεσματικά από την άποψη της συμπίεσης. Αυτό το είδος πρόβλεψης προσπαθεί να επωφεληθεί από τον προσωρινό πλεονασμό μεταξύ γειτονικών πλαισίων επιτρέποντας υψηλότερα ποσοστά συμπίεσης.

Το είδος αυτό των πλαισίων κάνει χρήση του Intra Frame-Coding. Τα πλαίσια (frame) τύπου I είναι τα μόνα που είναι κωδικοποιημένα στο σύνολό τους και η αποκωδικοποίηση μπορεί να γίνει χωρίς αναφορά σε κάποιο άλλο. Επίσης, αποτελούν σημεία αναφοράς κατά την τυχαία προσπέλαση ενός σήματος, επειδή η παρουσία τους είναι απαραίτητη ως σημείο χρονικής αναφοράς και για να αποφευχθεί η διάδοση των σφαλμάτων που δημιουργούν τα P πλαίσια (frame) επιβάλλεται να μεταδίδονται ανά τακτά χρονικά πλαίσια (frame). [10],[8]

2.3.2.2 P-πλαίσια (Predictive Frames)

Κωδικοποιημένα με βάση προβλεπτική κωδικοποίηση. Κατά την παραγωγή ενός πλαισίου P, ο κωδικοποιητής μπορεί να κοιτάξει προς τα πίσω σε προηγούμενα πλαίσια I ή P για πληροφορίες εικόνας. Τα πλαίσια P είναι πιο αποτελεσματικά από τα πλαίσια I, αλλά λιγότερο αποτελεσματικά από τα πλαίσια B.

Με τη σειρά τους τα P πλαίσια μπορούν να αποτελέσουν και αυτά σημείο αναφοράς για επόμενα πλαίσια και αυτός είναι και ο λόγος που συμβάλλουν στην εισαγωγή και διάδοση σφαλμάτων λόγω κβαντισμού. Δεν έχουν το μέγεθος των I πλαισίων γιατί δεν έχουν περιγραφεί με την ίδια ακρίβεια, δηλαδή παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό συμπίεσης.[10],[8]

2.3.2.3 B-πλαίσια (Inter-coded Frames)

Παρεμβαλλόμενα frames ανάμεσα σε P και I frames. Τα πλαίσια B είναι αμφίπλευρα προβλεπόμενα πλαίσια. Αυτό σημαίνει ότι όταν παράγουμε B-πλαίσια, ο κωδικοποιητής μπορεί να κοιτάξει προς τα εμπρός και προς τα πίσω για περιττές πληροφορίες εικόνας. Επίσης, τα πλαίσια B δεν είναι διαθέσιμα κατά την παραγωγή χρησιμοποιώντας το βασικό προφίλ H.264. [10],[8]

2.5 Moving Picture Experts Group (MPEG)

Το Moving Picture Experts Group (MPEG) είναι μια ομάδα εργασίας του ISO / IEC υπεύθυνη για την ανάπτυξη των διεθνών προτύπων για τη συμπίεση, αποσυμπίεση, επεξεργασία και κωδικοποιημένη αναπαράσταση των κινούμενων εικόνων, ήχου αλλά και των συνδυασμό τους. Η πλειοψηφία των κωδικοποιητών βίντεο (Video codecs) που χρησιμοποιούνται σήμερα ακολουθούν ένα από τα διεθνή πρότυπα για την κωδικοποίηση βίντεο. Ακόμη και τα πιο πρόσφατα βίντεο codecs, όπως H.264/AVC και H.265/HEVC έχουν μια βασική δομή παρόμοια με τα προγενέστερα codecs όπως MPEG-2 μέρος 2.

Το κάθε πρότυπο κωδικοποίησης έχει διαφορετική μέθοδο συμπίεσης των δεδομένων, αλλά υπάρχει διαφορά όσον αφορά την ποιότητα του αποτελέσματος, τον χρόνο καθυστέρησης και τον ρυθμό μετάδοσης κατά την αποστολή. Παρακάτω παρουσιάζεται η χρονολογική εξέλιξη των κυριότερων προτύπων για την κωδικοποίηση βίντεο.

2.5.1 MPEG-1 (1993)

Το πρώτο πρότυπο κωδικοποίησης για βίντεο συγχρονισμένο με ήχο. Είχε στόχο να κωδικοποιήσει βίντεο στο bitrate του CD (1.5 Mbps). Χαμηλή ποιότητα εικόνας και ήχου. Η ανάλυση πλαισίου καθορίζεται στα 352x240 (NTSC) ή 352x288 (PAL) pixels με ρυθμό ανανέωσης πλαισίων από 24 έως 30 fps. [10]

2.5.2 MPEG-2 (1995)

Χρησιμοποιείται στην ψηφιακή τηλεόραση (μέχρι πρόσφατα) και τα DVD. Η βασική ανάλυση είναι 720x480 pixels (NTSC) ή 720x576 pixels (PAL) [10].

2.5.3 MPEG-4 (1998) και επέκταση Advanced Video Coding MPEG-4 AVC (H.264)

Το H.264/MPEG4 Part 10 ή αλλιώς AVC (Advanced Video Coding) αποτελεί ένα πολύ ευέλικτο πρότυπο που προσφέρει υψηλή ποιότητα με μεγάλη συμπίεση (ίδια ποιότητα στο μισό σχεδόν bitrate σε σχέση με το MPEG-2). Όταν χρησιμοποιείται με υψηλό bitrate, παρέχει εξαιρετική ποιότητα (για παράδειγμα Blu-ray disc).

Σχεδιάστηκε ώστε να αποτελέσει ένα αποδοτικό σχήμα συμπίεσης για εφαρμογές Διαδικτύου (τηλεδιάσκεψη, βίντεο-τηλεφωνία). Χρησιμοποιείται ευρέως από Διαδικτυακές πηγές ροής δεδομένων (για παράδειγμα Vimeo, YouTube), Web λογισμικό (για παράδειγμα Adobe Flash Player, Microsoft Silverlight) και στην ψηφιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV).

Το H.264 / AVC περιγράφει ένα σύνολο εργαλείων ή μεθόδων για συμπίεση βίντεο. Το πρότυπο καθορίζει τον τρόπο αναπαραγωγής και αποκωδικοποίησης του βίντεο που κωδικοποιείται με αυτά τα εργαλεία. Ο κωδικοποιητής βίντεο μπορεί να επιλέξει ποια εργαλεία να χρησιμοποιήσει και πώς να τα εφαρμόσει στην ακολουθία βίντεο με κάποιους περιορισμούς. Ένας αποκωδικοποιητής συμβατός με H.264 πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιεί ένα καθορισμένο υποσύνολο εργαλείων, γνωστό ως προφίλ.[9]

2.5.4 High Efficiency Video Coding HEVC (H.265) (2013)

Νέο πρότυπο συμπίεσης βίντεο. Αναπτύχθηκε με στόχο να παρέχει συμπίεση διπλάσιας αποτελεσματικότητας σε σχέση με το προηγούμενο πρότυπο H.264/AVC. Η αποτελεσματικότητα της κωδικοποίησης έγκειται στη δυνατότητα να κωδικοποιήσει (encode) το βίντεο στο χαμηλότερο δυνατό εύρος ζώνης (bitrate), διατηρώντας παράλληλα ένα ορισμένο επίπεδο ποιότητας. Αν και η απόδοση της συμπίεσης ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του περιεχομένου και των ρυθμίσεων του κωδικοποιητή, το HEVC, είναι συνήθως σε θέση να συμπίεσει το βίντεο δύο φορές πιο αποτελεσματικά από το H.264/AVC. Μπορεί να υποστηρίξει 8K UHD (Ultra High Definition Television) και ανάλυση πλαισίου μέχρι 7680x4320 pixels. Αποτελεί ένα αποδοτικό σχήμα συμπίεσης για ροή δεδομένων υψηλής ποιότητας βίντεο (Streaming High-Quality Video) που υποστηρίζει την παροχή περιεχομένου 4K για τις νέες Ultra HD οθόνες.[11]

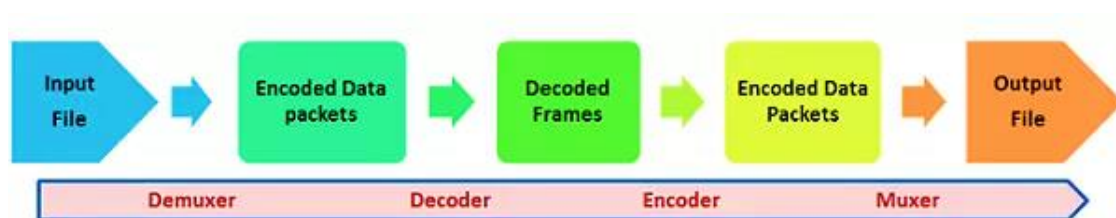
2.6 Λογισμικά Ανοικτού Κώδικα

Το Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα είναι το λογισμικό που μπορεί ελεύθερα να χρησιμοποιηθεί, να αντιγραφεί, να διανεμηθεί και να τροποποιηθεί. Είναι ένας εναλλακτικός τρόπος ανάπτυξης και χρήσης λογισμικού που βασίζεται στην ελεύθερη διάθεση του πηγαίου κώδικα. Το ελεύθερο λογισμικό στηρίζεται σε κοινότητα χρηστών και προγραμματιστών, οι οποίοι συνεργάζονται για τη συνεχή βελτίωση του λογισμικού.

2.6.1 FFmpeg

Ο FFmpeg είναι μια εξαιρετικά ισχυρή και ευέλικτη πλατφόρμα πολυμέσων με εκτενή υποστήριξη για τη διαχείριση και επεξεργασία αρχείων ήχου και βίντεο. Παρέχει δυνατότητα καταγραφής, μετασχηματισμού και μετατροπής περιεχομένου ήχου και βίντεο, χρησιμοποιώντας εύχρηστες εντολές χρησιμοποιώντας διάφορες βιβλιοθήκες.

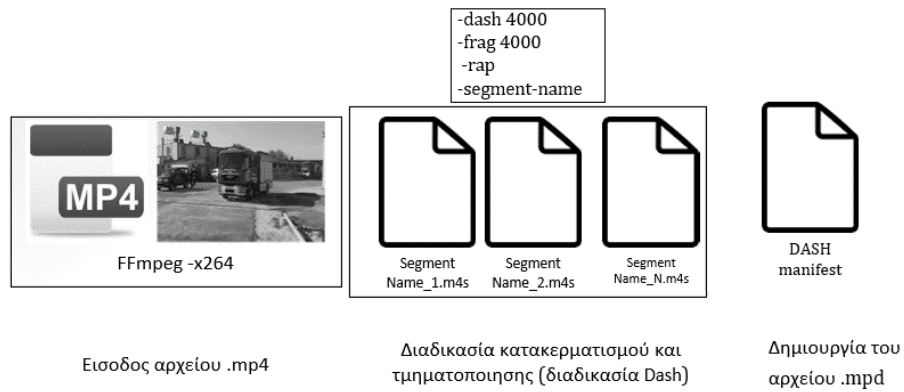
Το FFmpeg χρησιμοποιεί μια ακολουθία δεδομένων ως αρχείο εισόδου για να κάνει αποπολυπλεξία (demux), να αποκωδικοποιήσει, να κωδικοποιήσει και τελικά να κάνει πολυπλεξία (mux) για να δημιουργήσει το ζητούμενο αποτέλεσμα. Για την κωδικοποίηση σε H.264 το FFmpeg χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη x264 η οποία είναι μια εξωτερική βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα. Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα διεργασιών που εκτελούνται από τον FFmpeg.[12]



Εικόνα 8. Διάγραμμα διεργασιών που εκτελούνται από τον FFmpeg

2.6.2 MP4Box

Το MP4box μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία περιεχομένου που είναι συμβατό με τις προδιαγραφές του MPEG-DASH. Με το MP4box υπάρχει η δυνατότητα παρεμβολής (interleaving), κατακερματισμού (fragmentation), τμηματοποίηση (segmentation) και splitting. Ο κατακερματισμός είναι μια προαιρετική διαδικασία που εφαρμόζεται μόνο σε MP4 μορφή αρχείου. Η τμηματοποίηση είναι η διαδικασία δημιουργίας τμημάτων από ένα αρχικό αρχείο που χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή του stream. Στην **Εικόνα 9** παρουσιάζεται ένα γενικό διάγραμμα για τη δημιουργία ενός mpd αρχείου. [13]



Εικόνα 9. Γενικό διάγραμμα για τη δημιουργία ενός mpd αρχείου

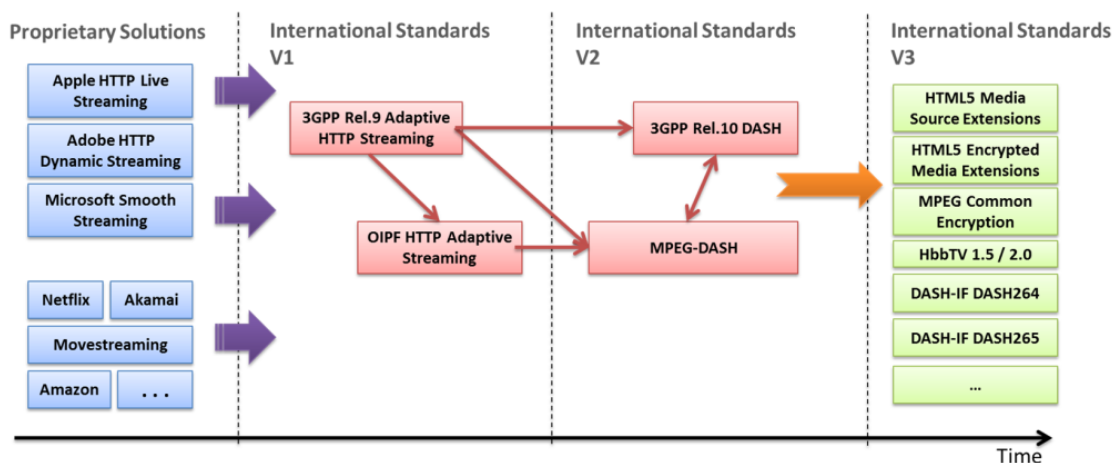
2.6.3 x264

Δωρεάν βιβλιοθήκη λογισμικού και εφαρμογή για την κωδικοποίηση βίντεο σύμφωνα με το πρότυπο συμπίεσης τύπου H.264/AVC (Advance Video Coding). Παρέχει πάρα πολύ καλή απόδοση, συμπίεση και ποιότητα χρησιμοποιώντας βελτιστοποιήσεις. Υποστηρίζει χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται από διαφορετικές εφαρμογές όπως αναμετάδοση τηλεόρασης, εφαρμογές βίντεο Blue-ray μικρής καθυστέρησης και σε διαδικτυακές σελίδες, όπως το YouTube.[14]

Κεφάλαιο 3

Προσαρμοστική Μετάδοση με το πρότυπο MPEG-DASH

Το MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP, ISO/IEC 23009-1) είναι ένα διεθνές πρότυπο επικυρωμένο από MPEG και ISO. Η Ομάδα Εργασίας DASH έχει την υποστήριξη μιας σειράς εταιριών όπως η Apple, η Google, η Microsoft, η Netflix, η Qualcomm. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το 50% της συνολικής κίνησης στο διαδίκτυο να είναι ήδη MPEG-DASH. Επίσης υποστηρίζεται από οποιονδήποτε διακομιστή βασισμένο σε τυποποιημένους τύπους και σε οποιοδήποτε μέσο αναπαραγωγής πολυμέσων. Σε αντίθεση με άλλες τεχνολογίες ροής που βασίζονται σε Flash Real-Time Messaging Protocol (RTMP), το MPEG-DASH χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP.[15],[16]



Εικόνα 10. Εξέλιξη του πρότυπου MPEG-DASH

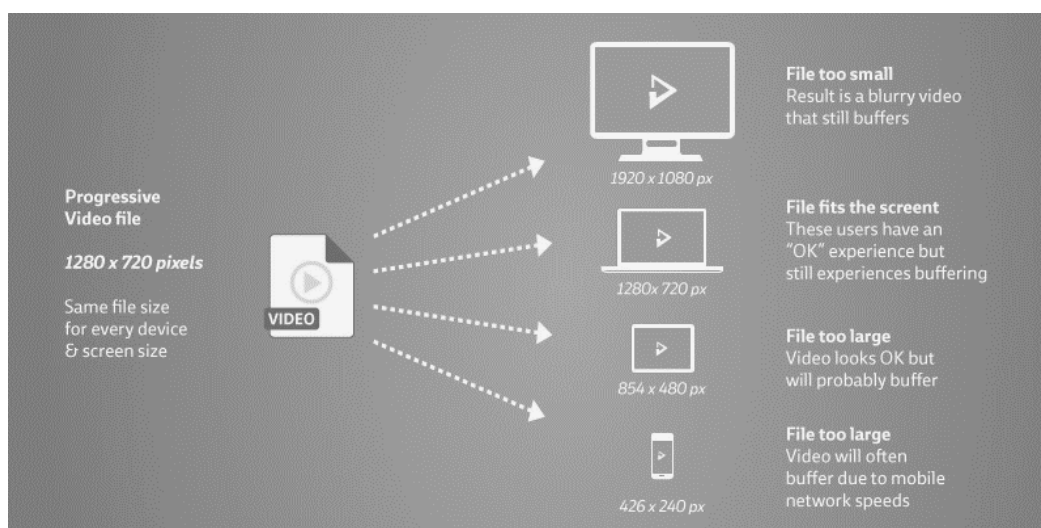
3.1 Προσαρμοστική Ροή Δεδομένων

Η προσαρμοστική ροή, η οποία είναι γνωστή και ως προσαρμοστική ροή δεδομένων (Adaptive Streaming) είναι μια τεχνολογία που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αξιόπιστη και ποιοτική μετάδοση βίντεο πάνω από οποιοδήποτε κανάλι επικοινωνίας, σε οποιαδήποτε συσκευή τελικού χρήστη και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Η τεχνολογία αυτή έχει ως στόχο τη μέγιστη δυνατή ποιότητα που μπορεί να λάβει ο

χρήστης σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή. Για να εξηγήσουμε την προσαρμοστική ροή όσο το δυνατόν καλύτερα, θα εξηγήσουμε τι δεν είναι προσαρμοστική ροή. Δηλαδή, προοδευτική ροή. [16]

3.1.1 Προοδευτική Ροή Βίντεο

Μια προοδευτική ροή βίντεο (Progressive Video Streaming) είναι απλά ένα ενιαίο αρχείο βίντεο που μεταδίδεται μέσω του Διαδικτύου. Αυτός ο τύπος αρχείου είναι συχνά ένα .mp4 αλλά μπορεί φυσικά να είναι και άλλες διαφορετικές μορφές. Το προοδευτικό βίντεο μπορεί να “τεντωθεί” και να “τσαλακωθεί” για να ταιριάζει σε διαφορετικά μεγέθη οθόνης, ανεξάρτητα από τη τελική συσκευή. Για αυτό το λόγο το αρχείο βίντεο θα είναι πάντα το ίδιο. Παρακάτω παρουσιάζεται μια εικόνα, η οποία δείχνει μια προοδευτική ροή βίντεο από το διακομιστή στον χρήστη με το αρχείο βίντεο να είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από τη συσκευή στην οποία αναπαράγεται.



Εικόνα 11. Προοδευτική Ροή Βίντεο

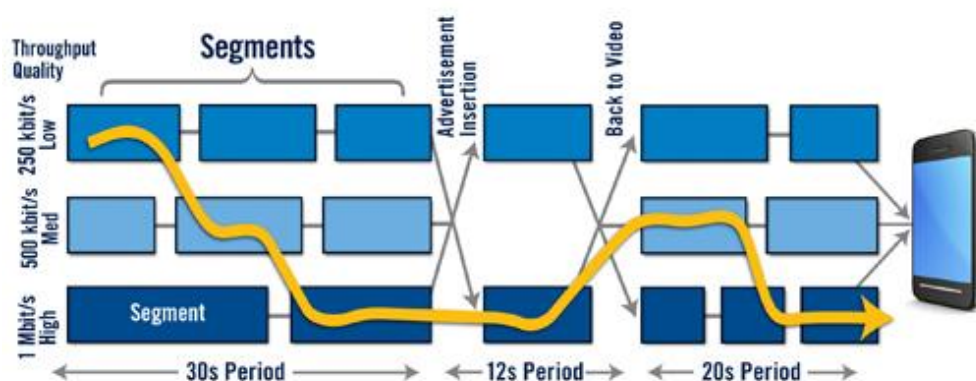
Υπάρχουν δύο άμεσα προβλήματα που παρουσιάζονται στη προοδευτική ροή:

- Το πρώτο είναι η ποιότητα. Προφανώς, ένα βίντεο που είναι μόνο 1280x720px θα έχει απώλεια ποιότητας σε μια οθόνη που είναι 1920x1080px. Με αποτέλεσμα να τεντώσει και πιθανώς να θολώσει, δηλαδή θα υπάρξει μια οπτική / αντιληπτική απώλεια ποιότητας.
- Το δεύτερο είναι η προσωρινή αποθήκευση (buffering). Εάν οι χρήστες έχουν κακή σύνδεση στο Internet και δεν μπορούν να κατεβάσουν γρήγορα την ροή βίντεο, τότε το βίντεο θα πρέπει να σταματήσει, να αναμένει για περισσότερα

δεδομένα και στη συνέχεια να ξαναρχίσει. Αυτό κάνει την παρακολούθηση ενός βίντεο δυσάρεστη για τον χρήστη. Αυτή η κατάσταση είναι πολύ συνηθισμένη, ειδικά σε κινητές συσκευές.

3.1.2 Πλεονεκτήματα του Adaptive Streaming

Οι τεχνολογίες βίντεο συνεχούς ροής (Adaptive Streaming) έχουν γίνει αρκετά δημοφιλείς, διότι μπορούν να προσαρμόζουν την ποιότητα του βίντεο δυναμικά στις συνθήκες δικτύου του χρήστη, για να παρέχουν την καλύτερη δυνατή ποιότητα που μπορεί να λάβει ο χρήστης σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή. Για αυτό λόγο βελτιώνουν σημαντικά την ποιότητα εμπειρίας (Quality of Experience) των τελικών χρηστών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνει την προσωρινή αποθήκευση (buffering) και βελτιστοποιεί την παράδοση σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα γενικό διάγραμμα μεταφοράς δεδομένων βίντεο συνάρτηση της ποιότητας του δίκτυου. [15],[16]

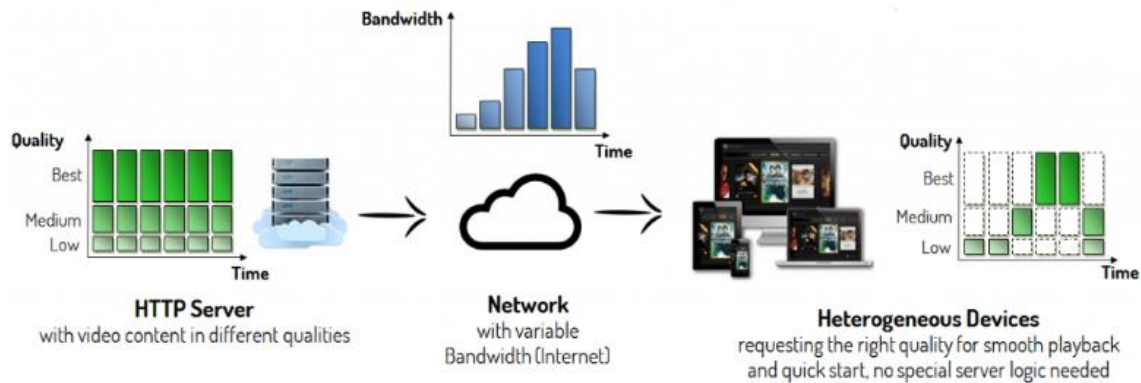


Εικόνα 12. Γενικό Διάγραμμα Προσαρμοστικής Ροής

Με βάση τη παραπάνω **Εικόνα 12** παρατηρείται ότι η προτεραιότητα για τον χρήστη είναι να αποφύγει την προσωρινή αποθήκευση, αντί να διατηρήσει την ποιότητα. Ένας χρήστης θα είναι πιο ευχαριστημένος να παρακολουθήσει λίγα λεπτά βίντεο με χαμηλότερη ποιότητα, αν η ταχύτητα του Internet τους επιβραδύνεται.

Η βασική ιδέα του MPEG-DASH είναι ο διαχωρισμός του αρχείου πολυμέσων σε τμήματα που μπορούν να κωδικοποιηθούν με διαφορετικά bitrate ή διαφορετικές χωρικές αναλύσεις (Spatial Resolution). Τα τμήματα παρέχονται σε έναν διακομιστή Web και μπορούν να μεταφορτωθούν μέσω του HTTP πρωτοκόλλου και των αιτημάτων GET, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου ο διακομιστής HTTP

εξυπηρετεί τρία διαφορετικά βίντεο σε περιεχόμενο και διαστάσεις εικόνας. Η προσαρμογή στο bitrate ή στην ανάλυση γίνεται στην πλευρά του χρήστη για κάθε τμήμα, π.χ. ο χρήστης μπορεί να αλλάξει σε υψηλότερο bitrate, αν το επιτρέπει το εύρος ζώνης. Αυτό έχει αρκετά πλεονεκτήματα επειδή ο χρήστης γνωρίζει τις δυνατότητες και την απόδοση του καναλιού καλύτερα.



Εικόνα 13. Προσαρμοστική Μετάδοση με το πρότυπο MPEG-DASH

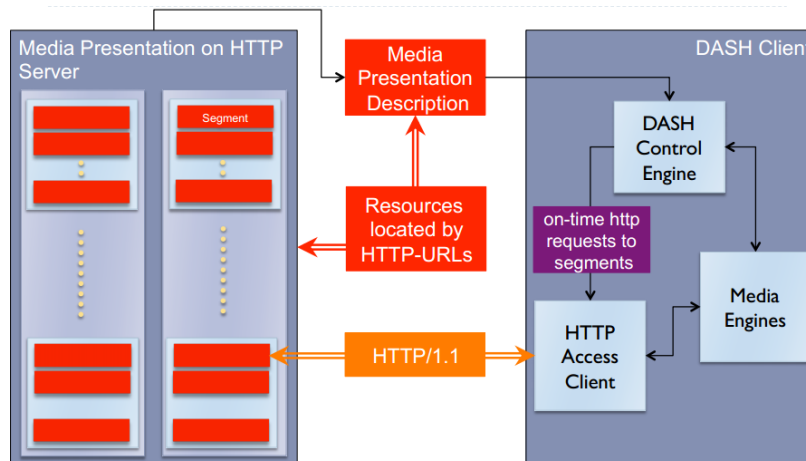
Προκειμένου να περιγραφούν οι χρονικές και δομικές σχέσεις μεταξύ των τμημάτων, το MPEG-DASH εισήγαγε τα λεγόμενα Media Presentation Description (MPD) αρχεία. Το MPD είναι ένα XML αρχείο, το οποίο περιέχει τα απαραίτητα metadata για τη ροή του σωστού αρχείου βίντεο στον χρήστη μέσω HTTP Uniform Resource Locators (URLs). Κατά συνέπεια, κάθε DASH-client θα αιτηθεί πρώτα το MPD που περιέχει τις χρονικές και δομικές πληροφορίες για το περιεχόμενο πολυμέσων και με βάση αυτές τις πληροφορίες θα ζητήσει τα μεμονωμένα τμήματα που ταιριάζουν καλύτερα στις απαιτήσεις του δικτύου.

3.1.3 Media Presentation Description (MPD)

Στη **Εικόνα14** απεικονίζετε ένα απλό διάγραμμα ροής μεταξύ ενός διακομιστή HTTP και ενός DASH-client. Σε αυτό το σχήμα, το περιεχόμενο πολυμέσων παραλαμβάνεται και αποθηκεύεται σε ένα διακομιστή HTTP και αποστέλλεται μέσω HTTP. Το περιεχόμενο υπάρχει στον εξυπηρετητή σε δύο μέρη:

1. Media Presentation Description (MPD) που περιγράφει ένα manifest του διαθέσιμου περιεχομένου, τις διευθύνσεις URL και άλλα χαρακτηριστικά του

2. Τα τμήματα που περιέχουν τα πραγματικά δεδομένα πολυμέσων μπορεί να είναι σε ενιαία ή πολλαπλά αρχεία.

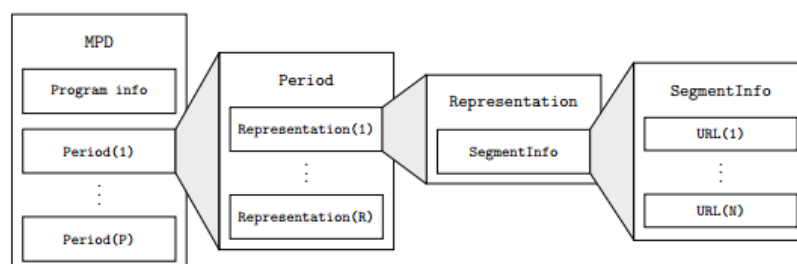


Εικόνα 14. Γενικό διάγραμμα ροής μεταξύ ενός διακομιστή HTTP και ενός DASH-client

Το MPEG-DASH Media Presentation Description (MPD) είναι ένα ιεραρχικό μοντέλο και αποτελείται από δεδομένα εικόνας και ήχου.

- Το media presentation αποτελείται από μια ακολουθία μιας ή περισσότερων χρονικών περιόδων οι οποίες είναι διαδοχικές και δεν αλληλεπικαλύπτονται.
- Κάθε περίοδος αποτελείται από ένα ή περισσότερα representation του ίδιου περιεχομένου πολυμέσων. Οι χρονικοί περίοδοι έχουν καθορισμένο χρόνο έναρξης που σχετίζεται με την έναρξη της παρουσίασης των μέσων.
- Κάθε representation προσδιορίζει ένα προφίλ ποιότητας βίντεο, το οποίο αποτελείται από διάφορες παραμέτρους όπως εύρος ζώνης, κωδικοποίηση και ανάλυση.
- Τα τμήματα περιέχουν αποσπάσματα του πραγματικού βίντεο.

Ένα Media Presentation Description (MPD) αρχείο περιέχει ολόκληρη τη δομή που παρουσιάστηκε παραπάνω.



Εικόνα 15. Η δομή ενός αρχείου Media Presentation Description (MPD)

Το XML αρχείο, το οποίο περιέχει τα απαραίτητα metadata για τη ροή του σωστού αρχείου βίντεο στον χρήστη με HTTP URL.

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<!--
  MPD file Generated with GPAC version 0.5.1-DEV-rev5619 on 2017-05-17T09:48:26Z
-->
<MPD minBufferTime="PT1.500000S" type="static" mediaPresentationDuration="PT0H0M8.33S" profiles="urn:mpeg:dash:profile:full:2011">
  <ProgramInformation moreInformationURL="http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/incident/">
    <Title>
      /home/ele2016/SingleDashed/incident_10c_720x576_30/incident_10c_720x576_30_2k.mpd generated by GPAC
    </Title>
    <ProgramInformation>
  </BaseURL>
  http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/incident/
  </BaseURL>
  <Period duration="PT0H0M8.33S">
    <AdaptationSet segmentAlignment="true" maxWidth="720" maxHeight="576" maxFrameRate="30" par="5:4" lang="und">
      <Representation id="1" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.64001f" width="720" height="576" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1781282">
        <SegmentList timescale="15360" duration="42664">
          <Initialization sourceURL="incident_10c_2k_1440x1080init.mp4"/>
          <SegmentURL media="incident_10c_2k_1440x10801.m4s"/>
          <SegmentURL media="incident_10c_2k_1440x10802.m4s"/>
          <SegmentURL media="incident_10c_2k_1440x10803.m4s"/>
        </SegmentList>
      </Representation>
    </AdaptationSet>
  </Period>
</MPD>
```

Εικόνα 16. XML αρχείο ενός Media Presentation Description (MPD)

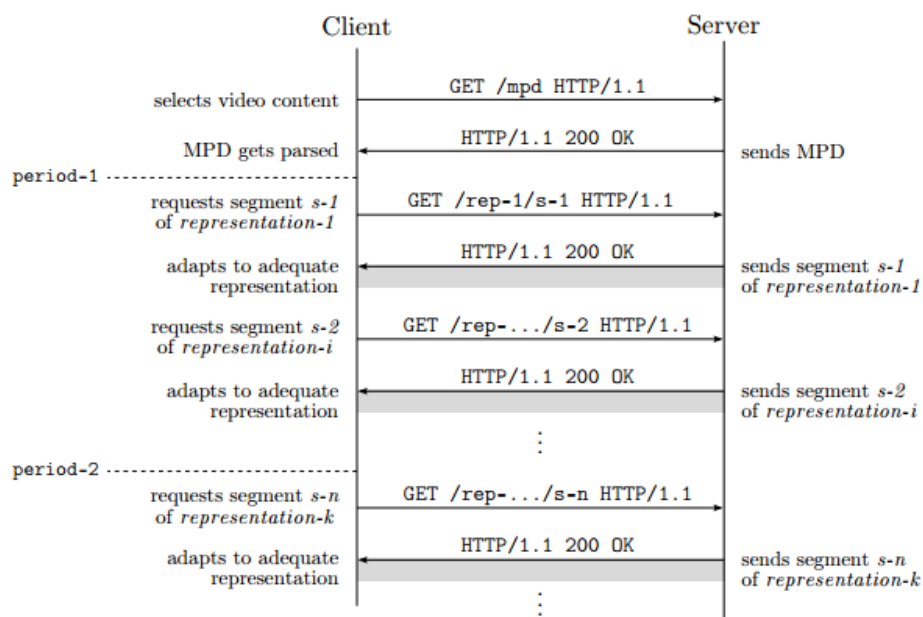
Το πρωτόκολλο MPEG-DASH καθορίζει τη σύνταξη και τη σημασιολογία του MPD, τη μορφή των τμημάτων και το πρωτόκολλο παράδοσης (HTTP). Επίσης, επιτρέπει ευέλικτες διαμορφώσεις για εφαρμογή διαφορετικών τύπων υπηρεσιών ροής (Streaming Services). Οι ακόλουθες παράμετροι μπορούν να επιλεγούν με ευελιξία:

1. Το μέγεθος και η διάρκεια των τμημάτων (αυτά μπορούν να επιλεγούν ξεχωριστά για καθένα από αυτά αναπαράσταση)
2. Ο αριθμός των representation
3. Το προφίλ κάθε αναπαράστασης (bitrate, Containers format, κλπ.)

Όσον αφορά τη συμπεριφορά των MPD από την πλευρά του χρήστη, μπορεί να καθορίσει τα εξής:

1. Να αποφασίσει πότε και πώς να κατεβάσει τμήματα
2. Επιλέξει την κατάλληλη representation
3. Εναλλαγή representation
4. Επιλέξει τη μεταφορά του αρχείου MPD, το οποίο θα μπορούσε επίσης να ανακτηθεί με HTTP

Η παρακάτω **Εικόνα 17** αποτελεί ένα παράδειγμα επικοινωνίας μεταξύ διακομιστή και τελικού χρήστη σε μια προσαρμοστική μετάδοση βίντεο MPEG-DASH. Πρώτα ο τελικός χρήστης ανακτά το αρχείο MPD και κατόπιν ζητά διαδοχικά τα τμήματα πολυμέσων. Σε κάθε περίοδο επιλέγεται ένα επίπεδο αναπαράστασης, με βάση τους χρόνους άφιξης και άλλες παραμέτρους που καθορίζονται από τον τελικό χρήστη. Το πλεονέκτημα του πρωτοκόλλου HTTP είναι ότι δεν χρειάζεται μια ακριβή, σχεδόν συνεχή σύνδεση με έναν διακομιστή συνεχούς ροής (όπως συμβαίνει με το RMTP), είναι "φιλικό" προς τα firewall και μπορεί να επωφεληθεί από τους μηχανισμούς προσωρινής αποθήκευσης HTTP (caching mechanisms) στο διαδίκτυο.

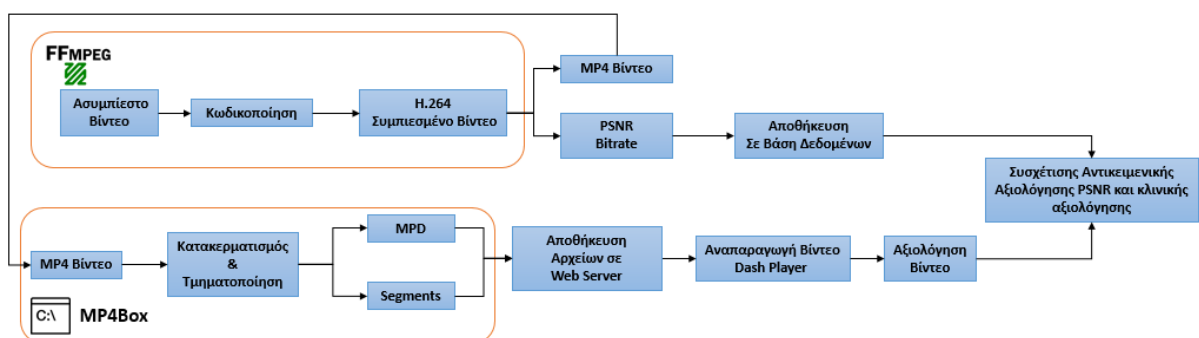


Εικόνα 17. Επικοινωνία μεταξύ διακομιστή και πελάτη σε υπηρεσία ροής MPEG-DASH.

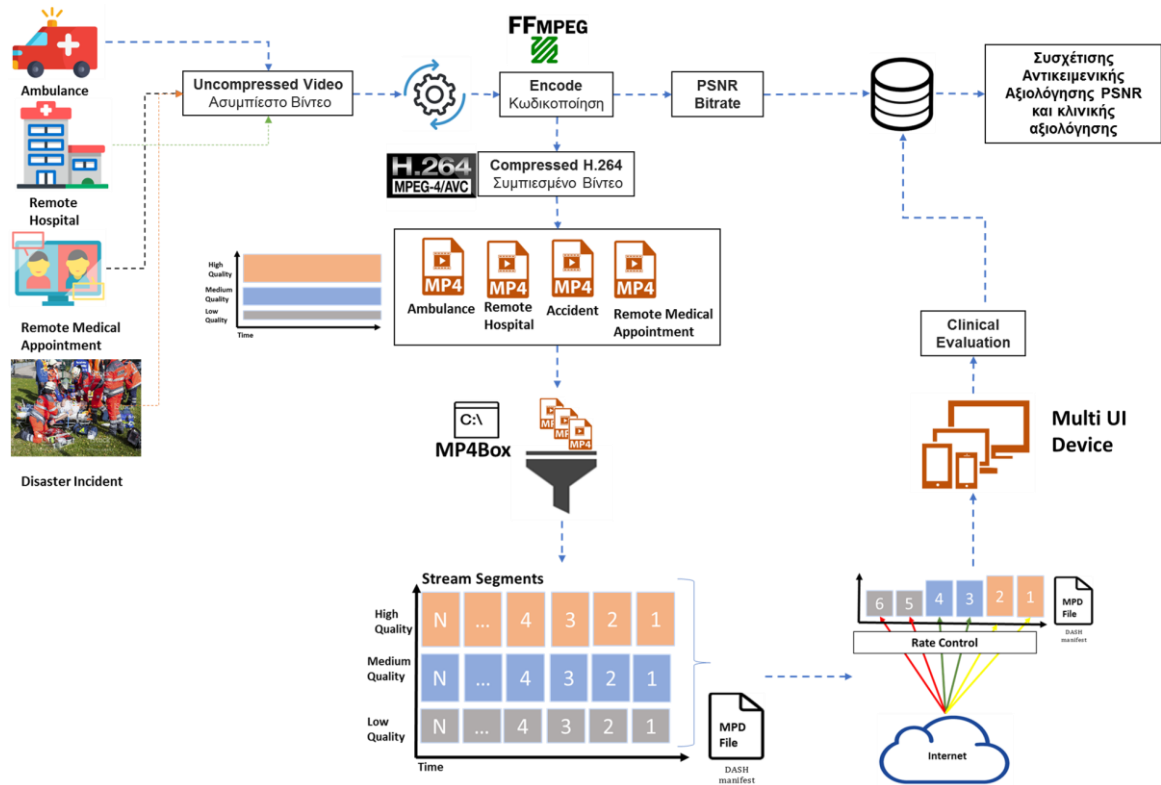
Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιαστεί η διαδικασία κωδικοποίησης αρχείων mp4 σε κλιμακωτές διαστάσεις και εύρος ζώνης με το FFmpeg, ώστε να είναι συμβατά για Streaming MPEG-DASH. Επίσης, θα γίνει αναφορά πώς συσκευάζονται τα βίντεο και δημιουργούνται τα αρχεία mpd, τα οποία θα επιτρέψουν να παροχή υψηλής ποιότητας προσαρμοστική ροή στους χρήστες. Κατά τη διάρκεια όλων των κωδικοποιήσεων χρησιμοποιήθηκαν Λογισμικά Ανοικτού Κώδικα, τα οποία καθένας μπορεί ελεύθερα να χρησιμοποιεί, να αντιγράψει, να διανέμει και να τροποποιεί ανάλογα με τις ανάγκες του. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ένα σύνολο δεδομένων βίντεο που απεικονίζουν διαφορετικά περιστατικά έκτακτων περιστατικών και μαζικών καταστροφών τα οποία συλλέχθηκαν από πραγματικές ασκήσεις του Κέντρου Έρευνας και Διάσωσης και Πρώτων Διασωστών Κύπρου. Ενδεικτικά, ανταπόκριση σε σενάριο πυρκαγιάς και σεισμού, διάσωση και εκκένωση εγκλωβισμένου τραυματία, και περιποίηση τραύματος, αποτέλεσαν μερικά από τα βίντεο δείγματα. Παρακάτω παρουσιάζεται το γενικό μπλοκ διάγραμμα του συστήματος και ένα διάγραμμα που απεικονίζει τις διεργασίες του συστήματος.



Εικόνα 18. Γενικό Μπλοκ Διάγραμμα



Εικόνα 19. Διεργασίες του Συστήματος.

4.1 Διαδικασία Κωδικοποίησης FFmpeg μεχ.264

Για την κωδικοποίηση του ασυμπίεστου βίντεο σε διαφορετικές ποιότητες χρησιμοποιήθηκε FFmpeg. Τα βίντεο αυτά ήταν από καταστάσεις έκτακτης ανάγκης με διαφορετικό περιεχόμενο, με διαφορετικές διαστάσεις εικόνας και διαφορετικό ρυθμό εναλλαγής πλαισίων. Στον πίνακα παρουσιάζονται τα ασυμπίεστα βίντεο που χρησιμοποιήθηκαν με τις αντίστοιχες διαστάσεις εικόνας (Resolution).

	Κωδικοποίηση 1	Κωδικοποίηση 2	Κωδικοποίηση 3
Κατηγορία	Αρχική Διάσταση	Μεταβολή Διάστασης	Μεταβολή Διάστασης
Βίντεο	Εικόνας	Εικόνας	Εικόνας
	(Resolution)	(Resize Resolution)	(Resize Resolution)
diaswsi	720x576px	384x288 px	-
pirkagia	720x576px	384x288 px	-
Incident	1440x1080 px	720x576 px	384x288 px

Πίνακας 7. Ασυμπίεστα Βίντεο

Επίσης, πραγματοποιήθηκαν και μεταβολές στις αρχικές διαστάσεις (**Resize Resolution**) των ασυμπίεστων βίντεο. Πιο συγκεκριμένα μετατρέψαμε τα βίντεο Διάσωση και Πυρκαγιά από 720x576px σε 384x288px. Ενώ το βίντεο Ατύχημα πραγματοποιήθηκαν 2 (δυο) αλλαγές μια 1440x1080px σε 720x576px και η δεύτερη από 720x576px σε 384x288px. Παρακάτω παρουσιάζονται οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τη μεταβολή της διαστάσεις εικόνας (Resize Resolution).

Από 720x576px σε 384x288px

```
/root/bin/FFmpeg -s 720x576 -r 30 -pix_fmt yuv420p -i
/home/videos/EmergencyVideos/diaswsi_20.yuv -s 384x288 -r 30 -pix_fmt yuv420p
diaswsi_20_384x288_30.yuv
```

Από 1440x1080px σε 720x576px

```
/root/bin/FFmpeg -s 1440x1080 -r 30 -pix_fmt yuv420p -i
/home/videos/EmergencyVideos/incident_10_2.yuv -s 720x576 -r 30 -pix_fmt yuv420p
incident_10b_720x576_30.yuv
```

4.1.1 Παράμετροι Κωδικοποίησης

Στον παρακάτω **Πίνακα 8** παρουσιάζεται οι παράμετροι κωδικοποίησης των βίντεο ανάλογα με την διάσταση εικόνας.

Κατηγορία Βίντεο	Αρχική Ανάλυση (Resolution)	Frame Rate	Bitrate kbit/s
diaswsi	720x576px	25	1000, 2000, 4000, 8000
pirkagia	720x576px	25	1000, 2000, 4000, 8000
Incident	1440x1080 px	25	1000, 2000, 4000, 8000, 16000
Incident	720x576 px	25	1000, 2000, 4000, 8000
diaswsi	384x288 px	30	256, 512, 1000, 2000
pirkagia	384x288 px	30	256, 512, 1000, 2000
Incident	384x288 px	30	256, 512, 1000, 2000

Πίνακας 8. Παράμετροι Κωδικοποίησης FFmpeg

4.1.2 Η Σημαντικότητα των I-FRAMES

Το μεγαλύτερο “τέχνασμα” στην κωδικοποίηση είναι η “ευθυγράμμιση” (align) των I-frames μεταξύ όλων των διαφορετικών βίντεο. Στη γλώσσα κωδικοποίησης, τα I-frames είναι τα πλαίσια που μπορούν να αναδομηθούν χωρίς να έχουν καμία αναφορά σε άλλα πλαίσια του βίντεο. Δεδομένου ότι ενσωματώνουν όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα

εικονοστοιχεία σε κάθε εικόνα, τα I-Frames καταλαμβάνουν πολύ περισσότερο χώρο και είναι πολύ λιγότερο συχνά από τους άλλους τύπους πλαισίων κωδικοποίησης.

Επίσης, το ζήτημα είναι ότι μετά την κωδικοποίηση θα χρειαστεί να διαιρέσουμε τα βίντεο σε μικρά τμήματα (segment) και κάθε τμήμα πρέπει να ξεκινήσει με ένα I-frames. Εάν τα I-frames δεν είναι ευθυγραμμισμένα μεταξύ διαφορετικών κωδικοποιήσεων, τα μήκη των τμημάτων (segment) δεν θα ταιριάζουν, καθιστώντας αδύνατη την εναλλαγή ποιότητας. Για να διασφαλιστεί ότι οι χρήστες θα είναι σε θέση να αλλάζουν μεταξύ των διαφορετικών ποιοτήτων χωρίς προβλήματα, πρέπει να “εξαναγκάσουμε” τις θέσεις των I-Frames στο αρχείο ενώ κωδικοποιούμε το βίντεο σε διαφορετικές ποιότητες.

Ο ορισμός της θέσης των I-Frames κατά την κωδικοποίηση βίντεο επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας την παρακάτω εντολή στο FFmpeg

```
-x264opts 'keyint=24:min-keyint=24:no-scenecut'
```

- **-x264opts** επιτρέπει τη χρησιμοποίηση πρόσθετων επιλογών για το x264 encoding lib.
- **keyint** καθορίζει το μέγιστο GOP (Group of Pictures) μέγεθος, η οποία είναι η ομάδα πλαισίων που περιέχονται μεταξύ δύο I-Frames
- **min-keyint** καθορίζει το ελάχιστο GOP μέγεθος.
- **no-scenecut** αφαιρεί τα key-frames στο scenecuts.

4.1.3 Εντολή Κωδικοποίησης

Με τη παρακάτω εντολή στο FFmpeg μετατρέπουμε ένα ασυμπίεστο βίντεο σε mp4 και δημιουργούμε ένα txt αρχείο ως έξοδο στο οποίο περιέχονται πληροφορίες σχετικά με την κωδικοποίηση, όπως το PSNR και το video bitrate

```
/root/bin/FFmpeg -s 1440x1080 -r 25 -pix_fmt yuv420p -i  
/home/videos/EmergencyVideos/incident_10.yuv -c:v libx264 -b:v 1000k -bufsize 1000K -r 25 -  
s 1440x1080 -x264opts keyint=25:min-keyint=25:no-scenecut -movflags +faststart -preset fast -  
profile:v high -psnr -report /home/ele2016/incident_10_1440x1080_25_1k.mp4  
>>incident_10_1440x1080_25_1k.txt 2<&1
```

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια ενδεικτικά στιγμιότυπα από τα mp4 αρχεία που δημιουργήθηκαν

Κατηγορία Βίντεο: Πυρκαγιά



Διάσταση Εικόνας: 720x576

Ρυθμού Δεδομένων: 2000

Frame Rate: 25



Διάσταση Εικόνας: 384x288

Ρυθμού Δεδομένων: 1000

FrameRate: 30

Κατηγορία Βίντεο: Διάσωση



Διάσταση Εικόνας: 384x288

Ρυθμού Δεδομένων: 256

Frame Rate: 30



Διάσταση Εικόνας: 720x576

Ρυθμού Δεδομένων: 2000

Frame Rate: 30

Κατηγορία Βίντεο: Ατύχημα



Διάσταση Εικόνας: 384x288

Ρυθμού Δεδομένων: 512

FrameRate: 25



Διάσταση Εικόνας: 720x576

Ρυθμού Δεδομένων: 8000

FrameRate: 25

Εικόνα 20. Στιγμιότυπα από τα βίντεο

4.2 Διαδικασία Dash με MP4Box

Για την διαδικασία κατακερματισμού και τμηματοποίηση (διαδικασία Dash) του αρχείου mp4 που δημιουργήθηκε από το FFmpeg χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο MP4Box.

4.2.1 Παράμετροι Κωδικοποίησης

Παρακάτω παρουσιάζονται οι παράμετροί κωδικοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν για τον κατακερματισμό και τμηματοποίηση του αρχείου mp4

- **-dash [DURATION]:** Επιτρέπει την τμηματοποίηση MPEG-DASH, δημιουργώντας τμήματα της δεδομένης διάρκειας σε χιλιοστά του δευτερολέπτου(milliseconds).
- **-frag:** η διάρκεια των υπο-τμημάτων (sub-segments) πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια που δίδεται στο -dash
- **-rap** Αναγκάζει τα τμήματα να ξεκινούν με σημεία τυχαίας προσπέλασης. Υποχρεωτική για αναπαραγωγή (playback).
- **-out [path/to/output.file]:** Έξοδος αρχείου. Αυτή η παράμετρος είναι προαιρετική: από προεπιλογή, το MP4box θα δημιουργήσει ένα αρχείο output.mpd και τα αντίστοιχα αρχεία εξόδου.mp4 στον τρέχων directory.
- **[path/to/input1.file]:** Υποδεικνύει πού είναι τα αρχεία εισόδου mp4. Μπορούν να είναι βίντεο ή αρχεία ήχου.

4.2.2 Εντολή Dashing

Για την δημιουργία του DASH manifest και των τμημάτων (segments) χρησιμοποιήθηκαν δυο κατηγοριών αρχεία αυτών. Αρχικά δημιουργήσαμε ένα αρχείο mpd το οποίο είναι για ένα μεμονωμένο βίντεο (π.χ. για το βίντεο με όνομα incident_10b με διαστάσεις εικόνας 1440x1080) που απεικονίζεται στην **Εικόνα 21**. Επίσης, αυτή η διαδικασία δημιουργίας των DASH manifest για μεμονωμένο βίντεο θα μας επιτρέψει να βρούμε το άνω όριο, στο οποίο δεν είναι αντιληπτό από τον χρήστη η αλλοίωση της ποιότητας του βίντεο.

Ενώ, το δεύτερο αρχείο mpd είναι για μια συγκεκριμένη κατηγορία βίντεο, το οποίο όμως περιέχει όλες τις πιθανές διαφορετικές διαστάσεις εικόνας με το αντίστοιχο εύρος ζώνης. Στην **Εικόνα 22** απεικονίζεται ένα mpd αρχείο για το βίντεο incident_102, το

οποίο συμπεριλαμβάνει όλες τις διαστάσεις εικόνες για 384x288, 720x576 και 1440x1080 με το αντίστοιχο εύρος ζώνης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι αντίστοιχες εντολές.

Εντολή δημιουργίας DASH manifest για μεμονωμένο κωδικοποιημένο βίντεο

```
/home/DASHEncoder-master/gpac/gpac/gpac/bin/gcc/MP4Box -dash 4000 -frag 4000 -rap -segment-name incident_10b_1k -base-url http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/incident/ -profile dashanc264:live -out /home/ele2016/dashed/incident/incident_10b_1440x1080_25_1k.mpd /home/ele2016/dashed/incident/incident_10b_1440x1080_25_1k.mp4
```

Εντολή δημιουργίας DASH manifest για ένα γκρουπ κωδικοποιημένων βίντεο (π.χ. incident_20b)

```
/home/DASHEncoder-master/gpac/gpac/gpac/bin/gcc/MP4Box -dash 4000 -frag 4000 -rap -segment-name incident_20b -base-url http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/incident/ -profile dashanc264:live -out /home/ele2016/incident_20b.mpd /home/ele2016/incident_20b_384x288_30/incident_20b_384x288_30_256k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_384x288_30/incident_20b_384x288_30_512k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_384x288_30/incident_20b_384x288_30_1k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_384x288_30/incident_20b_384x288_30_2k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_720x576_30/incident_20b_720x576_30_1k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_720x576_30/incident_20b_720x576_30_2k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_720x576_30/incident_20b_720x576_30_4k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_720x576_30/incident_20b_720x576_30_8k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_1440x1080_25/incident_20b_1440x1080_25_1k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_1440x1080_25/incident_20b_1440x1080_25_2k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_1440x1080_25/incident_20b_1440x1080_25_4k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_1440x1080_25/incident_20b_1440x1080_25_8k.mp4 /home/ele2016/incident_20b_1440x1080_25/incident_20b_1440x1080_25_16k.mp4
```

Ένα παράδειγμα από ένα DASH manifest αρχείο για το βίντεο με όνομα incident_10b με διαστάσεις εικόνας 1440x1080 με εύρος ζώνης 2000 kbit/s

```

-<!--
MPD file Generated with GPAC version 0.5.1-DEV-rev5619 on 2017-05-15T19:11:44Z
-->
-<MPD minBufferTime="PT1.500000S" type="static" mediaPresentationDuration="PT0H0M10.00S" profiles="urn:mpeg:dash:profile:full:2011">
-<ProgramInformation moreInformationURL="http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/incident_10b_1440x1080_25/">
-<Title>
/home/ele2016/SingleDashed/incident_10b_1440x1080_25/incident_10b_1440x1080_25_2k.mpd generated by GPAC
</Title>
-<ProgramInformation>
-<BaseURL>
http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/incident_10b_1440x1080_25/
</BaseURL>
-<Period duration="PT0H0M10.00S">
-<AdaptationSet segmentAlignment="true" maxWidth="1440" maxHeight="1080" maxFrameRate="25" par="4:3" lang="und">
-<Representation id="1" mimeType="video/mp4" codecs="avc1.640028" width="1440" height="1080" frameRate="25" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1870529">
-<SegmentList timescale="12800" duration="42666">
<Initialization sourceURL="incident_10b_2k_1440x1080init.mp4"/>
<SegmentURL media="incident_10b_2k_1440x10801.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_10b_2k_1440x10802.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_10b_2k_1440x10803.m4s"/>
</SegmentList>
</Representation>
</AdaptationSet>
</Period>
</MPD>

```

Εικόνα 21. Παράδειγμα μεμονωμένου DASH manifest

```

-->
<MPD minBufferTime="PT1.500000S" type="static" mediaPresentationDuration="PT0H0M20.00S" profiles="urn:mpeg:dash:profile:full:2011">
-<ProgramInformation moreInformationURL="http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/Incident/">
<Title>/home/ele2016/incident_20.mpd generated by GPAC</Title>
-<ProgramInformation>
-<BaseURL>
http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/Incident/
</BaseURL>
-<Period duration="PT0H0M20.00S">
-<AdaptationSet segmentAlignment="true" bitstreamSwitching="true" maxWidth="1440" maxHeight="1080" maxFrameRate="30" par="4:3" lang="und">
-<SegmentList>
<Initialization sourceURL="incident_20_init.mp4"/>
</SegmentList>
-<Representation id="1" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.640015" width="384" height="288" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="281149">
-<SegmentList timescale="15360" duration="51197">
<SegmentURL media="incident_201.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_202.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_203.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_204.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_205.m4s"/>
</SegmentList>
</Representation>
-<Representation id="2" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.640015" width="384" height="288" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="532581">
-<SegmentList timescale="15360" duration="51197">
<SegmentURL media="incident_201.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_202.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_203.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_204.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_205.m4s"/>
</SegmentList>
</Representation>
-<Representation id="3" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.640015" width="384" height="288" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1003973">
-<SegmentList timescale="15360" duration="51197">
<SegmentURL media="incident_201.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_202.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_203.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_204.m4s"/>
<SegmentURL media="incident_205.m4s"/>
</SegmentList>
</Representation>
-<Representation id="4" mimeType="video/mp4" codecs="avc3.640015" width="384" height="288" frameRate="30" sar="1:1" startWithSAP="1" bandwidth="1901881">
-<SegmentList timescale="15360" duration="51197">
<SegmentURL media="incident_201.m4s"/>

```


Εικόνα 22. Παράδειγμα πολλαπλού DASH manifest

4.2.3 Αποστολέας

Κατά την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός client-browser και ενός διακομιστή, τα δεδομένα μπορούν να είναι μόνο κείμενο. Για αυτό το λόγο, η επικοινωνία μεταξύ του διακομιστή που φιλοξενεί τα DASH manifest και τα τμήματα (segments) του βίντεο με τον browser του χρήστη χρησιμοποιήθηκαν json αρχεία, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη

μεταφορά των data objects. Στο αρχείο json δηλώνεται το πλήρες path του φακέλου στο οποίο έχουν αποθηκευτεί τα βίντεο στο διακομιστή καθώς και η επιθυμητή ονομασία του αρχείου που θα εμφανίζεται.

Επίσης, δημιουργήθηκαν δυο json αρχεία, σε αντιστοιχία με τις 2 κατηγορίες των DASH manifest που αναφέραμε στη Παράγραφο 5.2.2. Τα 2 αρχεία αυτά θα μας επιτρέψουν να γίνει η αντιστοιχία του λόγου συμπίεσης με μια αξιολόγηση του χρήστη. Στην Εικόνα 24 παρουσιάζεται ο τρόπος σύνταξης/δημιουργίας του json αρχείου, κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο βίντεο. Ενώ στην Εικόνα 25 κάθε γραμμή αντιπροσωπεύει ένα γκρουπ κωδικοποιημένων βίντεο (π.χ. incident_30b).



```
{
  "items": [
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/diaswsi_20_720x576_25/24_diaswsi_20_720x576_25_1k.mpd",
      "name": "24_diaswsi_20_720x576_25_1k", "browsers": "cdsbi" },
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/diaswsi_20_720x576_25/25_diaswsi_20_720x576_25_2k.mpd",
      "name": "25_diaswsi_20_720x576_25_2k", "browsers": "cdsbi" },
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/SingleDashed/diaswsi_20_720x576_25/26_diaswsi_20_720x576_25_2k.mpd",
      "name": "26_diaswsi_20_720x576_25_2k", "browsers": "cdsbi" },
  ]
}
```

Εικόνα 23. json αρχείο μεμονωμένων βίντεο



```
{
  "items": [
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/incident/incident_30.mpd",
      "name": "incident_30b", "browsers": "cdsbi" },
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/incident/diaswsi_30b.mpd",
      "name": "diaswsi_30b", "browsers": "cdsbi" },
    { "url": "http://emcvideoz.cs.ucv.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/incident/diaswsi_30b_384x288_25ALL.mpd",
      "name": "diaswsi_30b", "browsers": "cdsbi" }
  ]
}
```

Εικόνα 24. json αρχείο ανά κατηγορία βίντεο

4.2.4 Παραλήπτης

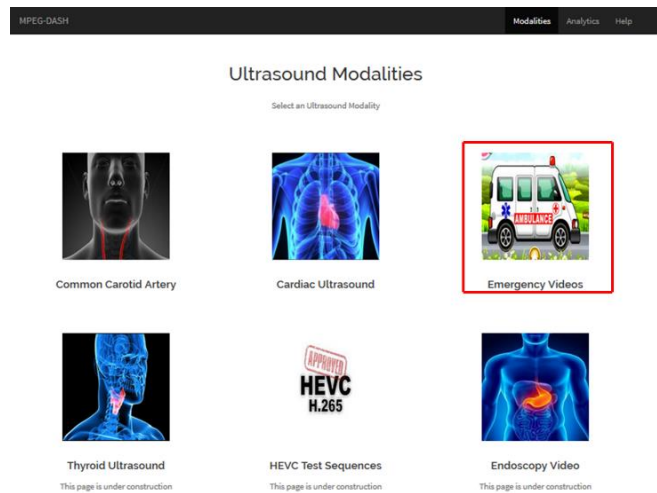
Παρακάτω παρουσιάζεται η πλατφόρμα, η οποία είναι προσβάσιμη στη διεύθυνση <http://emcvideoz.cs.ucy.ac.cy> στην οποία ο κάθε χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στις διαθέσιμες κατηγορίες. Για την αναπαραγωγή των βίντεο χρειάζεται να ακολουθηθεί η παρακάτω διαδικασία.

- 1) Επιλογή της κατηγορία emergency video (Εικόνα 25).
- 2) Από τον Dash player της πλατφόρμας, να επιλέξει τα διαθέσιμα επιλέγονται το dropdown μενού stream (Εικόνα 26).

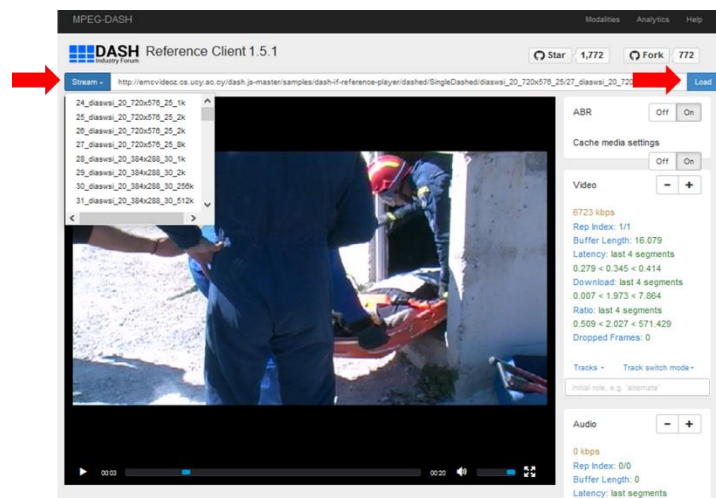
3) Να φορτώσει το βίντεο επιλέγοντας το κουμπί Load (Εικόνα 26)

4) Αξιολόγηση και σχολιασμός βίντεο

Όλα τα βίντεο που βρίσκονται τη λίστα έχουν περάσει από το στάδιο κωδικοποίησης, κατάτμησης και κατακερματισμού καθώς και αποστολής.



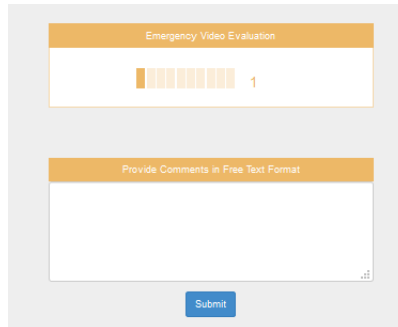
Εικόνα 25. Κατηγορίες Διαθέσιμων βίντεο



Εικόνα 26. Dash Player

4.2.6 Αξιολόγηση & Σχολιασμός Βίντεο

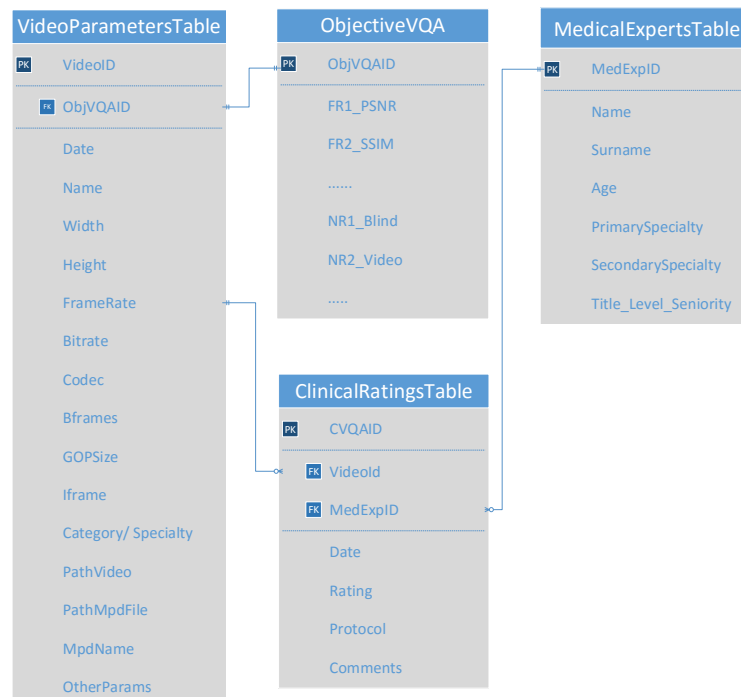
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αξιολόγησης και σχολιασμού του κάθε βίντεο με βάση την αντιληπτή ποιότητα βίντεο του όσο και σε αντικειμενικές μετρικές ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα, ο κάθε χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα βίντεο και να αξιολογήσει την ποιότητά του βαθμολογώντας με κλίμακα από το ένα μέχρι το δέκα. Όλες βαθμολογίες αποθηκεύονται αυτόματα στο διακομιστή.



Εικόνα 27. Φόρμα αξιολόγηση και σχολιασμού

4.2.7 Βάση Δεδομένων

Στην **Εικόνα 26** παρουσιάζεται το διάγραμμα της βάσης δεδομένων σχετικά τον υπολογισμό και τη συσχέτιση ανάμεσα στην αντικειμενική αξιολόγηση PSNR και στην κλινική αξιολόγηση του χρήστη. Η Βάση αποτελείται από 4 πίνακες και έχουν ένα κοινό κλειδί συσχετισμού, το οποίο είναι το Video ID.



Εικόνα 28. Διάγραμμα Βάση Δεδομένων

Ο πρώτος πίνακας είναι το Video Parameters Table, στον οποίο εισάγαμε τις σχετικές πληροφορίες για βίντεο των κωδικοποιήσεων. Οι παράμετροι αυτοί είναι οι εξής: VideoID, Date, Name, Width, Height, FrameRate, Bitrate, Codec, Bframes, GOPSize, Iframe, Specialty και PSNR

VideoID	Date	Name	Width	Height	FrameRate	Bitrate	Codec	Bframes	GOPSize	Iframe	Specialty	PSNR
37	0000-00-00 00:00:13	diaswsi_30b_720x576_25_2k	720	576	25	2	H264/AVC	0	25	0	diaswsi	37.773
38	0000-00-00 00:00:14	diaswsi_30b_720x576_25_4k	720	576	25	4	H264/AVC	0	25	0	diaswsi	40.003
39	0000-00-00 00:00:15	diaswsi_30b_720x576_25_8k	720	576	25	8	H264/AVC	0	25	0	diaswsi	42.669
40	0000-00-00 00:00:16	diaswsi_30a_384x288_30_1k	384	288	30	1	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	39.957
41	0000-00-00 00:00:17	diaswsi_30a_384x288_30_2k	384	288	30	2	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	43.516
42	0000-00-00 00:00:18	diaswsi_30a_384x288_30_256k	384	288	30	256	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	33.761
43	0000-00-00 00:00:19	diaswsi_30a_384x288_30_512k	384	288	30	512	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	36.8
44	0000-00-00 00:00:20	diaswsi_30b_384x288_30_1k	384	288	30	1	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	38.235
45	0000-00-00 00:00:21	diaswsi_30b_384x288_30_1k	384	288	30	1	H264/AVC	0	30	0	diaswsi	41.869

Εικόνα 29. Πίνακας Video Parameters Table

Ο δεύτερος πίνακας είναι ο **Objective VQA** στον οποίο αποθηκεύονται οι αντικειμενικές μετρικές ποιότητας όπως το PSNR, SSIM από τον αρχικό Video Parameters πίνακα

Ο τρίτος πίνακας είναι **Clinical Rating Table** στον οποίο αποθηκεύονται οι αξιολόγησης και σχολιασμοί των χρηστών βάση την αντιληπτή ποιότητα βίντεο του όσο και σε αντικειμενικές μετρικές ποιότητας.

Ο τέταρτος πίνακας είναι ο **Medical Expert Table**, στο οποίο αποθηκεύονται τα στοιχεία των και οι ειδικότητα των γιατρών.

4.2.8 Analytics

Η πλατφόρμα προσφέρει τη δυνατότητα αυτόματης αξιολόγησης κωδικοποιημένων βίντεο κάνοντάς χρήση των συντελεστή συσχέτισης Pearson. Ο συντελεστής Pearson υπολογίζει και παρουσιάζει τη συσχέτιση ανάμεσα στην αντικειμενική αξιολόγηση PSNR και στην κλινική αξιολόγηση του χρήστη. Προς το παρόν η λειτουργία αυτή είναι διαθέσιμη μόνο για τα βίντεο καρδιάς, διότι βρίσκεται υπό κατασκευή

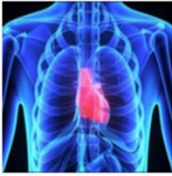
Ultrasound Modalities



Select an Ultrasound Modality



Common Carotid Artery



Cardiac Ultrasound



Emergency Videos

This Analytics Page is Under Construction

Currently, only Video Quality Assessment Analytics are Supported

Countdown to Next Beta Release
00 weeks 00 days 00:00:00

Emergency Video Get Correlation



Common Carotid Artery



Cardiac Ultrasound



Emergency Videos



Thyroid Ultrasound



HEVC Test Sequences



Fetal Ultrasound

Εικόνα 30. Analytics

Κεφάλαιο 5

Αποτελέσματα

Για την Αξιολόγηση Ποιότητας του βίντεο χρησιμοποιείται ο όρος PSNR (Peak Signal to Noise Ratio). Το PSNR χρησιμοποιείται ως ένα ενδεικτικό μέγεθος της ποιότητας μιας εικόνας που κωδικοποιείται και στη συνέχεια αποκωδικοποιείται και εκφράζεται σε dB. Το PSNR μας επιτρέπει, να μετρήσουμε το θόρυβο που υπεισέρχεται σε μία εικόνα κατά την κωδικοποίηση και την αποκωδικοποίησή της. Οι συνηθισμένες τιμές για μια συμπιεσμένη εικόνα για ικανοποιητική αντιληπτική ποιότητα είναι μεταξύ 30 και 40 dB. Ο μαθηματικός τύπος PSNR παρουσιάζεται στην παρακάτω **Εικόνα 31**.

$$\begin{aligned} PSNR &= 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \\ &= 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right) \\ &= 20 \cdot \log_{10}(MAX_I) - 10 \cdot \log_{10}(MSE) \end{aligned}$$

Εικόνα 31. Μαθηματικός Τύπος PSNR

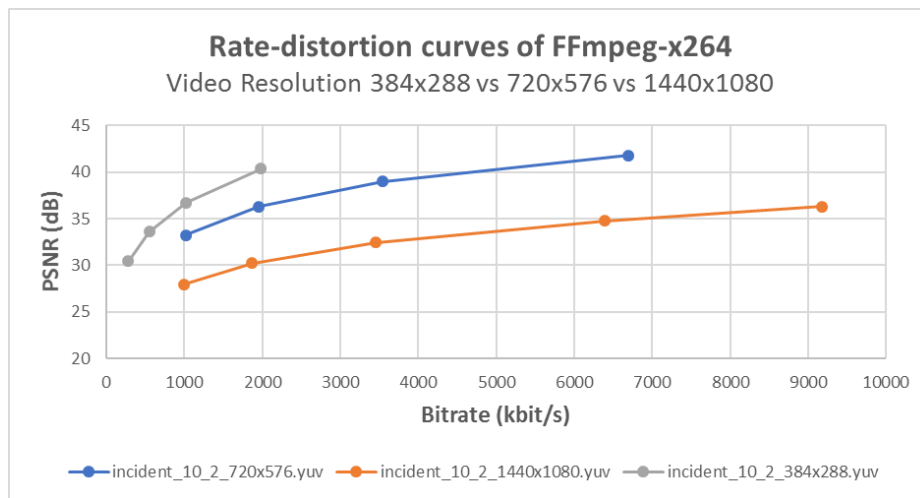
Επίσης, παρακάτω χρησιμοποιούνται Rate-Distortion γραφικές παραστάσεις, ο οποίες παρουσιάζουν την αλλοίωση της ποιότητας του βίντεο συνάρτησης του λογού συμπίεσης (σε εύρος ζώνης).

5.1 Αξιολόγηση Κωδικοποιημένων Βίντεο

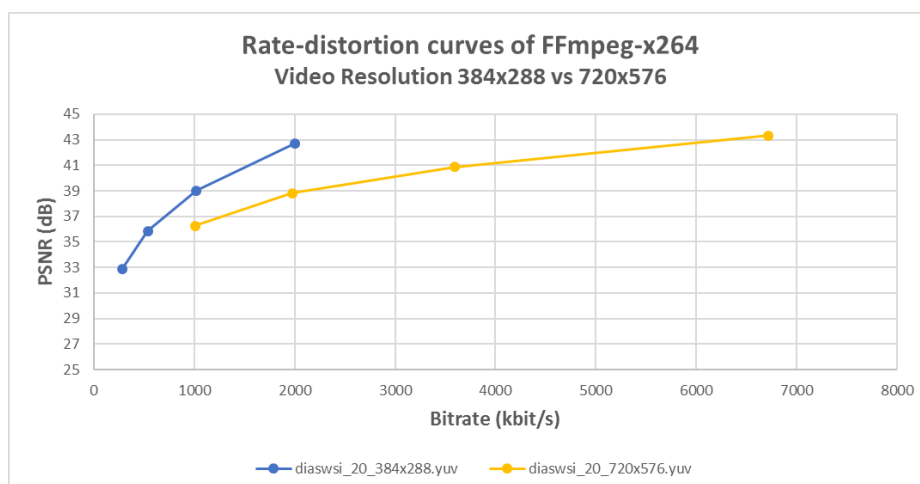
Σύμφωνα με την μεθοδολογία η κωδικοποίηση έγινε σε κλιμακωτές διαστάσεις και εύρος ζώνης με το πρότυπο κωδικοποίησης H.264/AVC (Advanced Video Coding). Με σκοπό την καλύτερη αντιστοίχιση των διαστάσεων του βίντεο στις διαστάσεις που υποστηρίζουν οι πιο διαδεδομένες συσκευές τελικού χρήστη σήμερα (H/Y, Tablet, κινητό τηλέφωνο), καθώς και η αντιστοίχιση τους τυπικούς ρυθμούς δεδομένων που υποστηρίζουν τα διαθέσιμα ασύρματα κανάλια επικοινωνίας.

Στα **Διαγράμματα 3, 4 και 5** απεικονίζονται οι συγκριτικές Rate-Distortion γραφικές παραστάσεις για τα βίντεο incident_10_2, diaswsi_20 και το pirkagia_10 για όλες τις διαστάσεις εικόνας που κωδικοποιήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα το βίντεο incident_10_2 κωδικοποιήθηκε σε διαστάσεις εικόνας 384x288px, 720x576px και 1440x1080px. Για τα υπόλοιπα 2 βίντεο diaswsi_20 και το pirkagia_10 σε 384x288px και 720x576px.

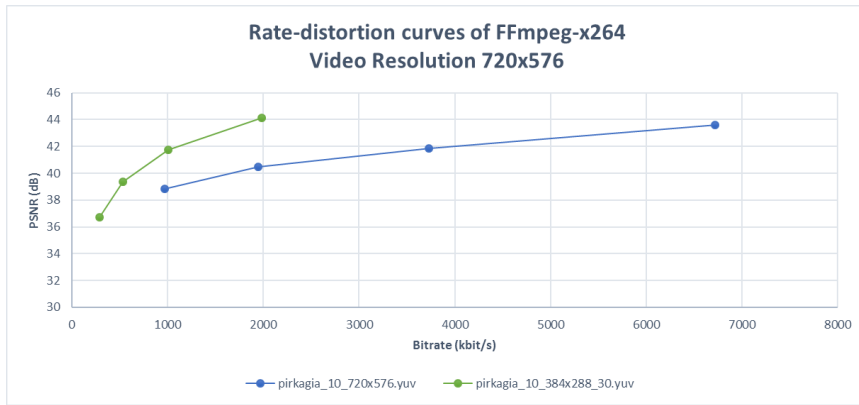
Επίσης, παρατηρείται μια διαφορά και στις τρεις γραφικές παραστάσεις, ότι όσο αυξάνονται οι διαστάσεις του βίντεο μειώνεται το PSNR για τον ίδιο λόγο συμπίεσης. Αρά, έχουμε και καλύτερη ποιότητα βίντεο για τον χρήστη.



Διάγραμμα 3. Γράφημα Rate-Distortion 384x288px Vs 720x576px Vs 1440x1080px για το βίντεο incident_10_2

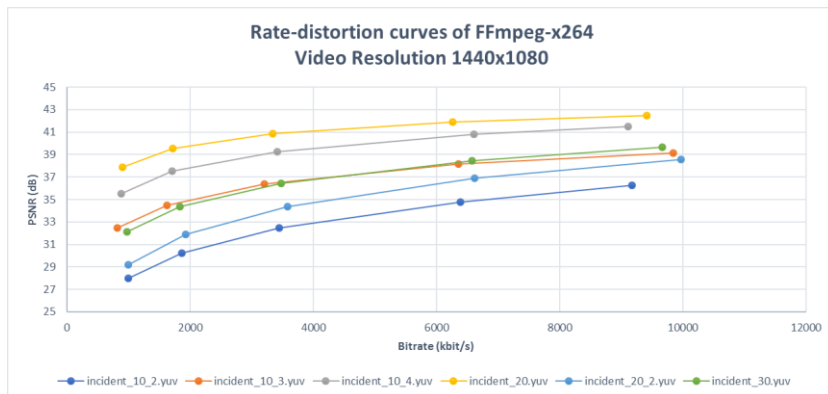


Διάγραμμα 4. Γράφημα Rate-Distortion 384x288px Vs 720x576px για το βίντεο diaswsi_20

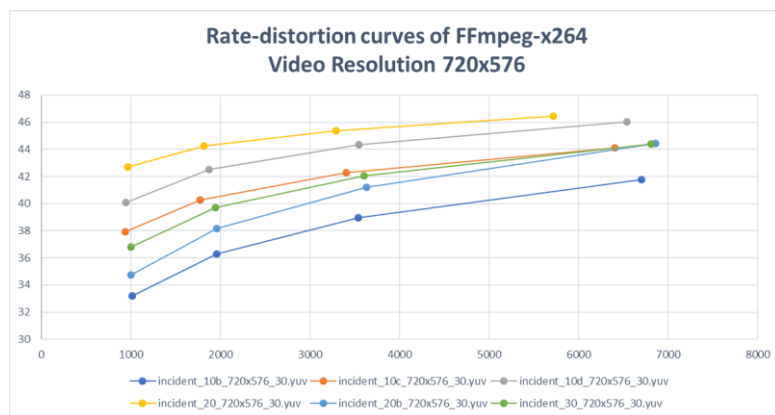


Διάγραμμα 5. Γράφημα Rate-Distortion 384x288px V s720x576px για το βίντεο pirkagia_10

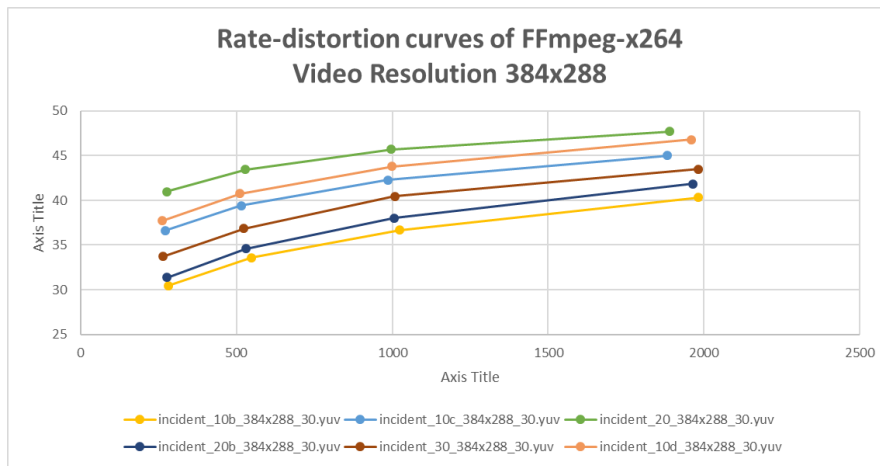
Στα παρακάτω **Διαγράμματα 6, 7 και 8** παρουσιάζονται οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης για τον ίδιο λόγο συμπίεσης για τις κωδικοποίησης όλων βίντεο (σύνολο 6 βίντεο) της κατηγορίας incident για διαστάσεις εικόνας 384x288px, 720x576px και 1440x1080px. Αρχικά παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται το εύρος ζώνης αντίστοιχα έχουμε και αύξηση στην τιμή του PSNR. Επίσης, οι διαφορές που παρουσιάζονται στα βίντεο εξαρτάται από το περιεχόμενό τους, δηλαδή κατά ποσό μεταβάλλεται η εικόνα μεταξύ δυο διαδοχικών πλαισίων κατά την κωδικοποίηση



Διάγραμμα 6. Γράφημα Rate-Distortion για το βίντεο incident1440x1080



Διάγραμμα 7. Γράφημα Rate-Distortion για το βίντεο incident 720x576



Διάγραμμα 8. Γράφημα Rate-Distortion για το βίντεο Incident 1440x1080

5.2 Αξιολόγηση Προσαρμοστικής Κωδικοποίησης Βίντεο σε Πραγματικό Χρόνο

Για την αξιολόγηση της δυναμικής προσαρμογής κωδικοποίησης για την ασύρματη μετάδοση βίντεο σε πραγματικό χρόνο πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με ασύρματο δίκτυο Wi-Fi 802.11ac και LTE. Ο σκοπός των δοκιμών είναι για την επαλήθευση/επιβεβαίωση της αντιστοίχισης των διαστάσεων του βίντεο στις διαστάσεις που υποστηρίζουν οι συσκευές του τελικού χρήστη, καθώς και η αντιστοίχιση των τυπικών ρυθμών δεδομένων που υποστηρίζουν τα διαθέσιμα ασύρματα κανάλια επικοινωνίας.

Σενάριο1 : Επιλογή και αναπαραγωγή βίντεο δυναμικής προσαρμογής κωδικοποίησης για την ασύρματη μετάδοση βίντεο σε πραγματικό χρόνο με την επιλογή multi - Dash manifest από τον dash player της πλατφόρμας. Σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.2 της μεθοδολογίας είχαμε δημιουργήσει ένα Dash manifest αρχείο, το οποίο ανάλογα με το βίντεο συμπεριελάμβανε όλες τις διαστάσεις εικόνας για 384x288, 720x576 και 1440x1080 με το αντίστοιχο εύρος ζώνης.

Σενάριο2 : Επιλογή και αναπαραγωγή βίντεο δυναμικής προσαρμογής κωδικοποίησης για την ασύρματη μετάδοση βίντεο σε πραγματικό χρόνο με την επιλογή ενός DASH manifest για μεμονωμένο βίντεο με συγκεκριμένες διαστάσεις εικόνας (384x288, 720x576 και 1440x1080) και συγκεκριμένο εύρος ζώνης από τον dash player της πλατφόρμας. Σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.2 της μεθοδολογίας.

Σενάριο1- Αποτελέσματα

Παρακάτω παρουσιάζονται 3 στιγμιότυπα από την αναπαραγωγή βίντεο από τον dash Player της πλατφόρμας. Η πρόσβαση στη πλατφόρμα έγινε από WiFi 802.11ac με τελική συσκευή έναν H/Y με 8 Mbit/s σύνδεση στο internet.

Κατά τα την αναπαραγωγή του βίντεο διαπιστώθηκε η δυναμική προσαρμογή της κωδικοποίησης σε πραγματικό χρόνο, λόγω της επιλογής του DASH multi-manifest και της διαθεσιμότητας εύρους ζώνης στο ασύρματο κανάλι. Με αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητα εμπειρίας (Quality of Experience) του τελικών

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας μεταξύ της ταχύτητας σύνδεσης του ασύρματου καναλιού επικοινωνίας σε συνάρτηση του εύρους ζώνης κατά την αναπαραγωγή των βίντεο.

Ταχύτητα σύνδεση στο internet	Βίντεο Pirkagia_10a	Βίντεο diaswsi_30a	Βίντεο Incident_30
	Εύρος Ζώνης		
8 Mbit/s	6929 Mbit/s	6774 Mbit/s	6838 Mbit/s

DASH Reference Client 1.5.1

Star 1,773 Fork 772

Stream - http://emvvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/fire/pirkagia_10a.mpd Load

ABR Off On

Cache media settings Off On

Video

6929 kbps
Rep Index: 4/4
Buffer Length: 8.1294
Latency: last 4 segments
0.003 < 0.024 < 0.040
Download: last 4 segments
0.003 < 0.012 < 0.019
Ratio: last 4 segments
175.436 < 277.773 < 1111.094
Dropped Frames: 0

Tracks - Track switch mode -

initial role, e.g. 'alternate'

Audio

0 kbps
Rep Index: 0/0
Buffer Length: 0

Εικόνα 32. Στιγμιότυπο από το Βίντεο Pirkagia_10a

DASH Reference Client 1.5.1

Star 1,773 Fork 772

Stream - http://emvvideoz.cs.ucy.ac.cy/dash.js-master/samples/dash-if-reference-player/dashed/rescue/diaswsi_30a.mpd Load

ABR Off On

Cache media settings Off On

Video

6774 kbps
Rep Index: 8/8
Buffer Length: 11.428
Latency: last 4 segments
0.000 < 0.078 < 0.183
Download: last 4 segments
0.007 < 0.449 < 1.033
Ratio: last 4 segments
3.226 < 7.552 < 510.203
Dropped Frames: 0

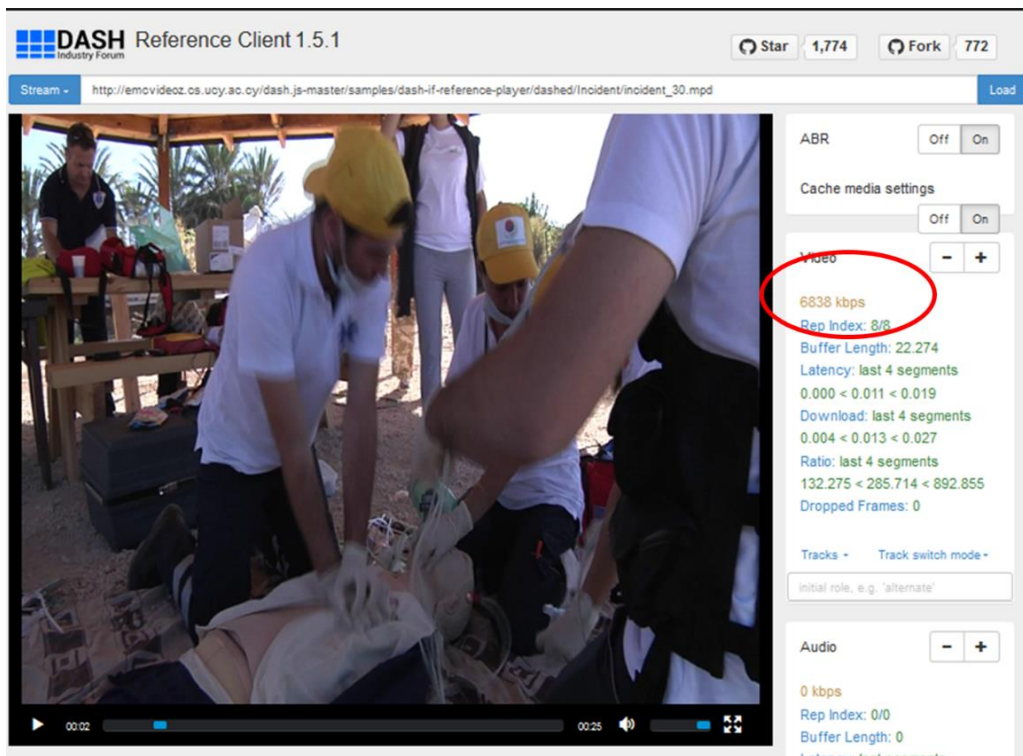
Tracks - Track switch mode -

initial role, e.g. 'alternate'

Audio

0 kbps
Rep Index: 0/0

Εικόνα 33. Στιγμιότυπο από το Βίντεο diaswsi_30a



Εικόνα 34. Στιγμιότυπο από το Βίντεο Pirkagia_10a

Σενάριο 2 – Αποτελέσματα

Παρακάτω παρουσιάζονται 3 στιγμιότυπα από την αναπαραγωγή βίντεο από τον dash Player της πλατφόρμας. Η πρόσβαση στη πλατφόρμα έγινε από δίκτυο LTE (hotspot) με τελική συσκευή έναν Η/Υ με 8 Mbit/s σύνδεση στο internet.

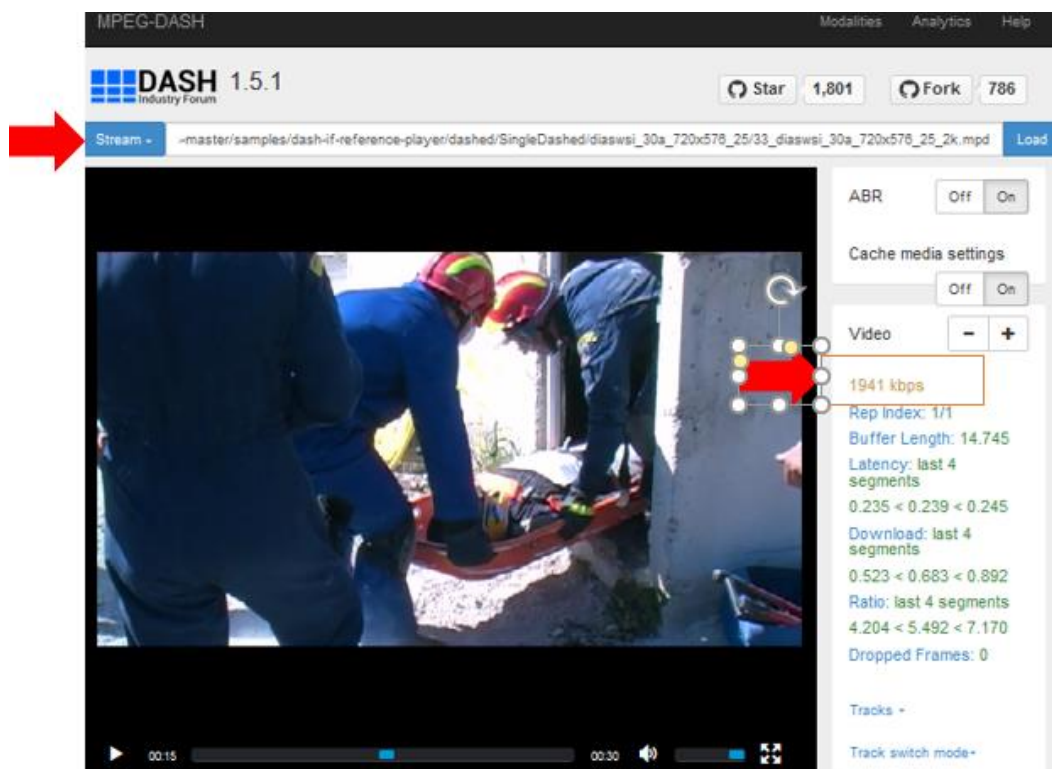
Κατά την αναπαραγωγή του βίντεο παρατηρήθηκε ότι η προσαρμογή του έγινε με βάση το bitrate της κωδικοποίησης ανεξάρτητος της δυνατότητας του ασύρματου καναλιού για μεγαλύτερο εύρος ζώνης

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας μεταξύ της ταχύτητα σύνδεση του ασύρματου καναλιού επικοινωνίας σε συνάρτηση του εύρους ζώνης κατά την αναπαραγωγή των βίντεο.

Ταχύτητα σύνδεση στο internet	Βίντεο Pirkagia_10a_4K	Βίντεο diaswsi_30a_2K	Βίντεο Incident_30_8K
LTE	Εύρος Ζώνης		
300+ Mbit/s	3781 Mbit/s	1941 Mbit/s	6816 Mbit/s



Εικόνα 35. Στιγμιότυπο από το Βίντεο Pirkagia_10a



Εικόνα 36. Στιγμιότυπο από το Βίντεο diaswsi_30a

The image shows a screenshot of the MPEG-DASH player interface. At the top, it displays 'MPEG-DASH' and navigation links for 'Modalities', 'Analytics', and 'Help'. Below this is the 'DASH 1.5.1' logo and 'Industry Forum' text, along with 'Star 1,801' and 'Fork 786' buttons. A 'Stream' dropdown menu is open, showing a long alphanumeric string. The main video player area shows a scene with several people in white shirts and yellow hard hats working on a person lying on a stretcher. To the right of the video player is a control panel with the following settings:

- ABR: Off On
- Cache media settings: Off On
- Video: - +
- 6816 kbps (highlighted with a red box)
- Rep index: 1/1
- Buffer Length: 2.5737
- Latency: last 1 segments
- 0.430 < 0.430 < 0.430
- Download: last 1 segments
- 1.753 < 1.753 < 1.753
- Ratio: last 1 segments
- 2.037 < 2.037 < 2.037
- Dropped Frames: 0
- Tracks -
- Track switch mode -

At the bottom of the control panel, there is a text input field with the placeholder 'Input role, e.g. "assumed"'. The video player has a progress bar at the bottom showing 00:01 to 00:25.

Εικόνα 37. Στιγμότυπο από το Βίντεο Pirkagia_10a

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

Η ψηφιοποίηση της υγείας επιτρέπει ευφύστερες επιλογές με καλύτερη αξιοποίηση του χρόνου και των πόρων και επιτρέπει στους γιατρούς να περνούν περισσότερο χρόνο σε αλληλεπίδραση με τον ασθενή. Άρα, η ψηφιακή μετάβαση ωθεί τη φροντίδα του ασθενούς σε νέο επίπεδο οικειότητας και πληροφόρησης, δηλαδή σε μια πιο ασθενοκεντρική προσέγγιση.

Κατά τα προσεχή έτη, ασθενείς θα έχουν την δυνατότητα να υποβληθούν σε ραντεβού εικονικής φροντίδας (Virtual Care Appointment), σε Εικονική παρακολούθηση (Virtual Patient Observation) και για την αντιμετώπιση μαζικών καταστροφών να χρησιμοποιούν τις “έξυπνες” συσκευές ως διαγνωστικό εργαλείο. Αυτή η στροφή θα διευκολύνει την πρόσβαση στην ιατρική περίθαλψη από οποιαδήποτε συσκευή. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη κλινική εικόνα του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο, οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Άρα η ανεύρεση μεθόδων και τεχνολογιών οι οποίες προσφέρουν μεθόδους συμπίεσης βίντεο είναι αναγκαίες.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής διατριβής είναι να εξετάσει τις δυνατότητες που προσφέρει το νέο πρότυπο προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο MPEG-DASH. Με βάση τα αποτελέσματα των κωδικοποιήσεων και σεναρίων που διεξάγαμε, υπάρχει η αντιστοίχιση των διαστάσεων του βίντεο στις διαστάσεις που υποστηρίζουν οι πιο διαδεδομένες συσκευές τελικού χρήστη σήμερα (H/Y, Tablet, κινητό τηλέφωνο), καθώς και η αντιστοίχιση των τυπικών ρυθμών δεδομένων που υποστηρίζουν τα διαθέσιμα ασύρματα κανάλια επικοινωνίας.

Έπειτα, ως μελλοντική εργασία προτείνεται η αυτοματοποίηση της εισαγωγής των πληροφοριών των κωδικοποιημένων βίντεο στη Βάση Δεδομένων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με 2 τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι να δημιουργηθεί στη πλατφόρμα μια

φόρμα εισαγωγής των δεδομένων του βίντεο είτε χειροκίνητα είτε με την εισαγωγή μέσω αρχείου (π.χ. csv). Με αυτό τρόπο θα διασφαλιστεί η ακεραιότητα της βάσης από τυχών λάθη απροσεξίας. Ο δεύτερος τρόπος είναι να δημιουργηθεί ένα script το οποίο αυτόματα θα διαβάζει την κατάλληλη πληροφορία τον FFmpeg και θα την αποθηκεύει στη βάση. Αυτή η διαδικασία θα είναι απολύτως αυτοματοποιημένη. Επίσης, προτείνεται να ολοκληρωθεί και να αυτοματοποιηθεί πλήρως η διαδικασία που υπολογίζει και παρουσιάζει τη συσχέτιση ανάμεσα σε αντικειμενικές μετρικές ποιότητας και στην κλινική αξιολόγηση του χρήστη.

Βιβλιογραφία

- [1] cisco, «cisco,» 3 February 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.cisco.com/c/dam/m/en_in/innovation/enterprise/assets/mobile-white-paper-c11-520862.pdf.
- [2] cisco, «Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021 White Paper,» cisco, 2017.
- [3] vodafone, «www.vodafone.gr,» vodafone, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.vodafone.gr/portal/client/cms/viewCmsPage.action?pagelId=1761>.
- [4] J. Bluszcz, «www.slideshare.net,» 03 12 2010. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.slideshare.net/allabout4g/lte-measurement-events-5524613>.
- [5] «download.ni.com,» National Instruments, [Ηλεκτρονικό]. Available: http://download.ni.com/evaluation/rf/Introduction_to_UMTS_Device_Testing.pdf.
- [6] W. ODOM, CCENT/CCNA ICND1 100-105 Official Cert Guide, Indianapolis, IN 46240 USA: Cisco Press, 2016, p. 1266.
- [7] U. o. Peloponnese, «class.uop.gr,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://eclass.uop.gr/modules/document/file.php/TST225/%CE%94%CE%99%CE%91%CE%9B%CE%95%CE%9E%CE%95%CE%99%CE%A3/lesson8.pdf>.
- [8] «www.medialab.ntua.gr,» National Technical University of Athens, [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.medialab.ntua.gr/education/MultimediaTechnology/MultimediaTechnologyNotes/chap2a_3.htm.
- [9] I. E. Richardson, The H.264 advanced video compression standard, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [10] B. A. Forouzan, TCP/IP PROTOCOL SUITE, FOURTH EDITION, New York, NY: The McGraw-Hill Companies, 2010.
- [11] «High Efficiency Video Coding (HEVC),» Wikipedia, the free encyclopedia, 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/High_Efficiency_Video_Coding.
- [12] ffmpeg, «<https://ffmpeg.org/>,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://ffmpeg.org/>.
- [13] mp4box, «<https://gpac.wp.imt.fr/>,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://gpac.wp.imt.fr/mp4box/>.
- [14] videolan, «<http://www.videolan.org/>,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.videolan.org/developers/x264.html>.

- [15] streamroot, «blog.streamroot.io,» 2 February 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://blog.streamroot.io/encode-multi-bitrate-videos-mpeg-dash-mse-based-media-players-22/>.
- [16] C. Mueller, «www.bitmovin.com,» 21 April 2015. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://bitmovin.com/dynamic-adaptive-streaming-http-mpeg-dash/>.
- [17] www.ni.com. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://download.ni.com/evaluation/rf/Introduction_to_GSM_Device_Testing.pdf.
- [18] www.ni.com. [Ηλεκτρονικό]. Available: http://download.ni.com/evaluation/rf/Introduction_to_LTE_Device_Testing.pdf.
- [19] R. Research, «4G Americas Mobile Broadband Explosion,» Rysavy Research, 2013.
- [20] C. Müller, «An evaluation of dynamic adaptive streaming over HTTP in vehicular environments,» σε *MoVid '12 Proceedings of the 4th Workshop on Mobile Video*, Chapel Hill, North Carolina, 2012.
- [21] cisco, «www.cisco.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html>.
- [22] cisco, «www.cisco.com,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless-mobility/wireless-fixed/9217-p2p-faq.html#q5>.
- [23] «www.slideshare.net,» 27 Nov 2011. [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.slideshare.net/muhannadaulama/lte-3gpp-standard-perspective>.
- [24] «www.etsi.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/145000_145099/145005/10.00.00_60/ts_145005v100000p.pdf.
- [25] «www.etsi.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136500_136599/13652101/10.03.00_60/ts_13652101v100300p.pdf.
- [26] «www.etsi.org,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/145000_145099/145005/10.00.00_60/ts_145005v100000p.pdf.
- [27] Wikipedia, «H.264/MPEG-4 AVC,» Wikipedia, the free encycloped, 2017. [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC.
- [28] T. C. Thang, H. T. Le και A. T. Pham, «An Evaluation of Bitrate Adaptation Methods for HTTP Live Streaming,» σε *IEEE Journal on Selected Areas in Communications (Volume: 32, Issue: 4, April*

2014), 2014.

- [29] A. Panayides, M. S. Pattichis και C. S. Pattichis, «Atherosclerotic Plaque Ultrasound Video Encoding, Wireless Transmission, and Quality Assessment Using H.264,» σε*IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2011.
- [30] L. Stefan, «Dynamic adaptive streaming over HTTP dataset,» σε*MMSys '12 Proceedings of the 3rd Multimedia Systems Conference*, Chapel Hill, North Carolina, 2012.
- [31] P. Kyritsi και D. C. Cox, «Propagation characteristics of horizontally and vertically polarized electric fields in an indoor environment: simple model and results,» σε*Vehicular Technology Conference, 2001. VTC 2001 Fall. IEEE VTS 54th (Volume:3)*, Atlantic City, NJ, 2001.
- [32] H. Asplund, J.-E. Berg, F. Harrysson, M. Jonas και R. Mathias, «Propagation Characteristics of Polarized Radio Waves in Cellular Communications,» σε*2007 IEEE 66th Vehicular Technology Conference*, Baltimore, MD, Sept. 30 2007.
- [33] O. Ognen, M. Razaak και M. Maria, «Medical video streaming utilizing MPEG-DASH,» σε*e-Health Networking, Applications & Services (Healthcom), 2013 IEEE 15th International Conference on*, Lisbon, Portugal, 2013.
- [34] A. S. Panayides, M. S. Pattichis, and C. S. Pattichis, “Mobile-Health Systems Use Diagnostically Driven Medical Video Technologies [Life Sciences],” *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 30, no. 6, pp. 163-172, Nov. 2013. doi: 10.1109/MSP.2013.2276512.
- [35]]A. S. Panayides, Z. C. Antoniou, A. G. Constantinides, “An overview of mHealth Medical Video Communications Systems” in *Mobile Health – A Technology Road Map*, Springer Series in Bio-/Neuroinformatics, vol. 5, pp. 609-633, Springer International Publishing Switzerland, 201