

Ατομική Διπλωματική Εργασία

ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΒΙΝΤΕΟ

Χρίστος Παπαγιάννης



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΜΑΪΟΣ 2017

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΒΙΝΤΕΟ

Παπαγιάννης Χρίστος

Επιβλέπων Καθηγητής
Βασιλείου Βάσος

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

Μάιος 2017

Ευχαριστίες

Πρώτον απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή μου Δρ. Βάσο Βασιλείου για την τεράστια βοήθεια που μου προσέφερε, τόσο για το πλούσιο υλικό που μου πρόσφερε όσο και για την σωστή καθοδήγηση και ψυχολογική στήριξη που μου παρείχε κατά τη διάρκεια την διπλωματικής εργασίας. Εύχομαι σε αυτόν κάθε επιτυχία και ευτυχία στην επαγγελματική και προσωπική του ζωή και πάντα υγεία.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την κατανόηση που έδειξε και την ψυχολογική στήριξη που μου πρόσφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας .

Τέλος, οι θερμές μου ευχαριστίες πάνε και στον Δρ. Ανδρέα Παναγίδη, για την πολύτιμη βοήθεια που μου έχει προσφέρει και το ενδιαφέρον που έχει επιδείξει για την εκπλήρωση των στόχων της μελέτης αυτής. Του εύχομαι καλή συνέχεια και κάθε επιτυχία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η υλοποίηση συστήματος αξιολόγησης συστήματος προσαρμογής βίντεο. Η διαδικασία που θα ακολουθηθεί για την μετάδοση των βίντεο θα γίνεται με την χρήση του προτύπου MPEG-DASH, όπου ο αποστολέας θα στέλνει τα βίντεο με προσαρμοστική μετάδοση σε πραγματικό χρόνο. Μέσω κάποιων μετρήσεων σε κάποιες πληροφορίες των βίντεο που θα λαμβάνονται από τον παραλήπτη, όπως η ανάλυση και η ποιότητα της εικόνας του βίντεο θα δημιουργήσουμε το σύστημα αξιολόγησης των βίντεο. Αυτό το σύστημα θα είναι σε θέση μετά την αξιολόγηση που θα κάνει στα βίντεο που λαμβάνει ο παραλήπτης να ζητήσει από τον αποστολέα τον τρόπο που θέλει να του στείλει το βίντεο δηλαδή, πως το βίντεο μπορεί να προσαρμοστεί στο διαθέσιμο εύρος ζώνης, ανακτώντας τμήματα διαφορετικών εναλλακτικών λύσεων όπως για παράδειγμα χαμηλότερων ή υψηλότερων bitrates. Στα πλαίσια της εργασίας, διεξάχθηκαν πειράματα για την αξιολόγηση του συστήματος ως προς την ποιότητα των βίντεο που μεταδίδονταν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1. Προσαρμοστική μετάδοση βίντεο.....	1
1.2 .Στόχος.....	2
1.3. Δομή εργασίας	3

Κεφάλαιο 2

Κωδικοποίηση και Πρότυπα Ψηφιακού Βίντεο

2.1. Κωδικοποίηση Ψηφιακού Βίντεο.....	5
2.1.1. Κωδικοποίηση Εντροπίας	6
2.1.2. Κωδικοποίηση με Πρόβλεψη.....	7
2.1.3. Πρόβλεψη με Αντιστάθμιση Κίνησης.....	8
2.2. Πρότυπα Ψηφιακού Βίντεο.....	8
2.2.1. H261	9
2.2.2. MPEG-1 (Part 2).....	10
2.2.3. MPEG-2(Part 2.....	10
2.2.4. MPEG-3	11
2.2.5. H263.....	11
2.2.6. MPEG-4.....	12
2.2.7. H264	12

2.2.7. a ScalableH264/SVC.....	13
2.2.8.H265/HEVC	14
2.2.9. VP8.....	14
2.2.9.a. VP9	14
2.3. Είδη Πλαισίων κατά την Κωδικοποίηση Βίντεο.....	15
2.3.1. I- Frames (Intra- frames)	15
2.3.2. P- Frames (Predicted- Frames)	16
2.3.3. B- Frames (Bidirectional- Predicted Frames)	17

Κεφάλαιο 3

Λεπτομερής ανάλυση Πρωτοκόλλου MPEG-DASH και λύσεις από άλλες εταιρείες

3.1.MPEG-DASH	19
3.1.2 .Multimedia Presentation Description (MPD)	21
3.1.3 Μορφή των Segments.....	21
3.2. Adaptive bitrate streaming	22
3.2.1 Adobe HTTP Dynamic Streaming	24
3.2.2 Apple HTTP Adaptive Streaming	24
3.2.3 Microsoft Smooth Streaming	24
3.2.4 Akamai adaptive edge streaming.....	25

Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία

4.1 Περιγραφή	27
4.2.Παραμέτροι αξιολόγησης.....	27
4.2.1. Buffer Length	27
4.2.2. Bitrate Downloading.....	28
4.2.3. Dropped Frames.....	28
4.2.4. Latency	28
4.2.5. Download time.....	29
4.3.NetLimiter.....	29
4.3.1 NetLimiter Features.....	30

Κεφάλαιο 5

Σενάρια Αξιολόγησης

5.1. Καθορισμός σεναρίων.....	31
5.1.1. Σενάρια προτεραιότητας και download rate.....	32
5.1.2. Βίντεο Σεναρίων.....	33
5.1.2.a Πρώτο Βίντεο.....	33
5.1.2.β Δεύτερο βίντεο.....	34

Κεφάλαιο 6

Ανάλυση των αποτελεσμάτων

6.1. Συγκρίσεις και η ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	35
6.2. One resolution multi bit-rates.....	36
6.2.1. Πρώτο Σενάριο.....	36
6.2.2. Δεύτερο Σενάριο.....	39
6.2.3. Τρίτο Σενάριο	42
6.2.4. Τέταρτο Σενάριο	46

Κεφάλαιο 7

Τελικά συμπεράσματα, προβλήματα και Μελλοντική εργασία

7.1. Τελικά συμπεράσματα.....	48
7.2 Μελλοντική εργασία.....	49

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50
--------------------------	-----------

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1. Προσαρμοστική μετάδοση βίντεο

1.2 .Στόχος

1.3. Δομή εργασίας

1.1. Προσαρμοστική μετάδοση βίντεο

Η προσαρμοστική μετάδοση βίντεο είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται για την μετάδοση πολυμέσων μέσω δικτύων υπολογιστών. Στο παρελθόν οι περισσότερες τεχνολογίες για μεταδόσεις βίντεο χρησιμοποιούσαν πρωτόκολλα μεταδόσεις όπως το RTP με RTSP, ενώ σε αντίθεση οι σημερινές τεχνολογίες προσαρμοστικής μετάδοσης βασίζονται σχεδόν αποκλειστικά στο HTTP και έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν αποτελεσματικά σε μεγάλα κατανεμημένα δίκτυα HTTP όπως το Internet.

Η προσαρμοστική μετάδοση βίντεο λειτουργεί ανιχνεύοντας το εύρος ζώνης του χρήστη και την χωρητικότητα του CPU σε πραγματικό χρόνο και προσαρμόζει ανάλογα την ποιότητα μετάδοσης του βίντεο.

Για την λειτουργία της προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο είναι απαραίτητη η χρήση ενός κωδικοποιητή ο οποίος μπορεί να κωδικοποιεί ένα βίντεο single source σε πολλαπλά bit-rates .Ο player του πελάτη ο οποίος αναπαράγει το βίντεο εναλλάσσεται ανάμεσα στις μεταδόσεις των διαφορετικών κωδικοποιήσεων ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα πολύ λιγότερα buffering, τον πιο γρήγορο χρόνο έναρξης και μια καλή εμπειρία τόσο για συνδέσεις high-end όσο και για low-end."

Η τεχνική της προσαρμοστικής μετάδοσης λειτουργεί ανιχνεύοντας το εύρος ζώνης του χρήστη και την χωρητικότητα του CPU σε πραγματικό χρόνο και προσαρμόζει ανάλογα την ποιότητα μετάδοσης του βίντεο. Για την επίτευξή της χρειάζεται η χρήση ενός κωδικοποιητή ο οποίος μπορεί να κωδικοποιεί ένα βίντεο single source σε πολλαπλά bit rates. Ο player του client εναλλάσσει την μετάδοση μεταξύ των διάφορων κωδικοποιήσεων ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μικρότερο buffering, γρήγορο χρόνο έναρξης και καλύτερη εμπειρία χρήσης σε high-end και low-end συνδέσεις.

Με τον τρόπο που οι εφαρμογές που χρησιμοποιούνται σήμερα, η προσαρμοστική μετάδοση βίντεο είναι μια μέθοδος μετάδοσης βίντεο μέσω HTTP όπου το περιεχόμενο του source κωδικοποιείται σε πολλαπλά bit-rates έτσι ώστε κάθε μία από τις διαφορετικές bit rate μεταδόσεις να διατέμνεται σε μικρά τμήματα πολλαπλών δευτερολέπτων. Ο πελάτης που λαμβάνει την μετάδοση ενημερώνεται για τις διαθέσιμες μεταδόσεις με διαφορετικά bit-rates και για τμήματα των μεταδόσεων από ένα manifest αρχείο. Κατά την εκκίνηση, ο πελάτης ζητά τα τμήματα με τον χαμηλότερο ρυθμό μετάδοσης. Εάν ο πελάτης διαπιστώσει ότι η ταχύτητα λήψης του είναι μεγαλύτερη από το ρυθμό μετάδοσης του τμήματος που έχει ληφθεί, τότε θα ζητήσει τα επόμενα τμήματα με υψηλότερα bit rates. Αργότερα, εάν ο πελάτης διαπιστώσει ότι η ταχύτητα λήψης για ένα τμήμα είναι χαμηλότερη από την ταχύτητα του bitrate για το τμήμα και επομένως η απόδοση του δικτύου έχει επιδεινωθεί, τότε θα ζητήσει ένα τμήμα χαμηλότερου bitrate. Το μέγεθος του κάθε τμήματος μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη συγκεκριμένη υλοποίηση, αλλά είναι συνήθως μεταξύ δύο και δέκα δευτερολέπτων.

1.2 .Στόχος

Στόχος της εργασίας αυτής είναι η ενδελεχής σύγκριση δύο dash players προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο με κωδικοποίησης HEVC όπως είναι ο Akamai player της google και ο DASH player 1.4.0 της DASH Industry Forum. Η σύγκριση των δύο αυτών players θα γίνει καταγράφοντας τις αντιδράσεις του κάθε players όσο αφορά τα packet-drops, την ποιότητα της εικόνας καθώς και

άλλες παραμέτρους που αφορούν την ποιότητα μιας προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο

1.3. Δομή Εργασίας

Η εργασία ακολουθεί την εξής δομή:

Το 2ο κεφάλαιο περιέχει μια αναδρομή στις τεχνικές και στα πρότυπα κωδικοποίησης ψηφιακού βίντεο

Το 3ο κεφάλαιο περιέχει μια λεπτομερή ανάλυση Πρωτοκόλλου MPEG-DASH

Το 4ο κεφάλαιο περιέχει μια λεπτομερή αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε.

Στο 5ο κεφάλαιο περιέχει την σύγκριση η οποία έχει γίνει μεταξύ των δύο players με τα σενάρια αξιολόγησης

Στο 6ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι συγκρίσεις και η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν κατά την εκτέλεση των σεναρίων.

Τέλος, στο 7ο κεφάλαιο αναφέρονται τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας αυτής και Μελλοντική εργασία.

Κεφάλαιο 2.

Κωδικοποίηση και Πρότυπα Ψηφιακού Βίντεο

2.1. Κωδικοποίηση Ψηφιακού Βίντεο

2.1.1. Κωδικοποίηση Εντροπίας

2.1.2. Κωδικοποίηση με Πρόβλεψη

2.1.3. Πρόβλεψη με Αντιστάθμιση Κίνησης

2.2. Πρότυπα Ψηφιακού Βίντεο

2.2.1. H261

2.2.2. MPEG-1 (Part 2)

2.2.3. MPEG-2(Part 2)

2.2.4. MPEG-3

2.2.5. H263

2.2.6. MPEG-4

2.2.7. H264

2.2.7.a ScalableH264/SVC

2.2.8.H265/HEVC

2.2.9. VP8

2.2.9.a VP9

2.3. Είδη Πλαισίων κατά την Κωδικοποίηση Βίντεο

2.3.1.I- Frames (Intra- frames)

2.3.2. P- Frames (Predicted- Frames)

2.3.3. B- Frames (Bidirectional- Predicted Frames)

Στο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή στα πρότυπα κωδικοποίησης ψηφιακού βίντεο και αναφέρονται τα γενικά χαρακτηριστικά κάθε πρότυπου. Ακολούθως θα γίνει επεξήγηση για το κάθε πρότυπο κωδικοποίησης (HEVC, H.264, MPEG4, H.263 και MPEG2) και των χαρακτηριστικών τους.

2.1. Κωδικοποίηση Ψηφιακού Βίντεο

Ένα σημαντικό ερώτημα που τίθεται είναι αν μπορεί η πληροφορία να κωδικοποιηθεί πιο αποδοτικά δηλαδή να βρεθεί ένας τρόπος να μεταδοθεί η πληροφορία με λιγότερα bit αλλά παράλληλα με την ίδια ποιότητα. Άρα συμπίεση είναι μια διαδικασία που επανακωδικοποιεί την εκπεμπόμενη πληροφορία με στόχο να μεταδώσει το ίδιο περιεχόμενο αλλά με λιγότερα bits. Η συμπίεση εκμεταλλεύεται κανόνες και περιορισμούς, προσπαθεί να εκμεταλλευτεί κάθε πλεονασμό που υπάρχει στην αρχική πληροφορία.

Ειδικότερα στην πληροφορία πολυμέσων εκμεταλλευόμαστε το γεγονός ότι απευθύνεται σε ανθρώπους έτσι μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά και περιορισμούς των ανθρώπινων αισθητήριων οργάνων και να συμπίεσουμε την πληροφορία χωρίς να μειώσουμε αισθητά την ποιότητα της. Για παράδειγμα το ανθρώπινο μάτι μπορεί να δει κάποιες αποχρώσεις και το ανθρώπινο αυτί να αντιληφθεί κάποιες συχνότητες έτσι μπορούμε να ξεφορτωθούμε τέτοιες πληροφορίες χωρίς να μειώσουμε την ποιότητα. Η συμπίεση μπορεί να μειώσει τον όγκο των δεδομένων που στέλνονται ή αποθηκεύονται, με την ελαχιστοποίηση του ενυπάρχοντος πλεονασμού. Ο πλεονασμός παρουσιάζεται κατά τη δημιουργία των δεδομένων. Με τη διαδικασία της συμπίεσης η μεταφορά και η αποθήκευση γίνονται με πιο αποδοτικό τρόπο, ενώ παράλληλα διατηρείται η ακεραιότητα των δεδομένων. Υπάρχουν δύο είδη πλεονασμού σε ένα σήμα βίντεο, ο χωρικός πλεονασμός (Spatial Redundancy) και ο χρονικός πλεονασμός (Temporal Redundancy). Ο χωρικός πλεονασμός προκύπτει γιατί τα γειτονικά pixel είναι πολύ πιθανό να είναι όμοια μεταξύ τους. Ο χρονικός πλεονασμός είναι αποτέλεσμα του

ότι τα γειτονικά frames δεν έχουν πολλές διαφορές μεταξύ τους και άρα μπορούν να υπολογιστούν από προηγούμενα (ή και επόμενα) frames.

Υπάρχουν δυο τεχνικές κωδικοποίησης ανάλογα με τη σχέση που έχει το αρχικό βίντεο με το αποτέλεσμα της αποκωδικοποίησης: κωδικοποίηση με απώλειες και κωδικοποίηση χωρίς απώλειες. Με τον πρώτο τρόπο διατηρείται η ποιότητα του βίντεο, δηλαδή τα αποκωδικοποιημένα πλαίσια είναι τα ίδια με τα αρχικά πριν την κωδικοποίηση, αλλά τα δεδομένα του βίντεο για αποθήκευση είναι λιγότερα. Στην δεύτερη περίπτωση, το αποκωδικοποιημένο βίντεο έχει χαμηλότερη ποιότητα από το αρχικό αφού χάνεται κάποια πληροφορία, αλλά επιτυγχάνεται καλύτερος λόγος συμπίεσης[1].

2.1.1. Κωδικοποίηση Εντροπίας

Η κωδικοποίηση εντροπίας είναι μια από τις τεχνικές συμπίεσης η οποία αναφέρεται σε τεχνικές οι οποίες δεν λαμβάνουν υπ' όψη τους το είδος της πληροφορίας που πρόκειται να συμπιεστεί. Δηλαδή τεχνολογίες όπως αυτή αντιμετωπίζουν την πληροφορία ως μια απλή ακολουθία από bits. Έτσι με αυτό το τρόπο αντιμετώπισης της πληροφορίας η κωδικοποίηση εντροπίας μπορεί να εφαρμοσθεί ανεξάρτητα από το είδος της πληροφορίας. Σημαντικό πλεονέκτημα των τεχνικών κωδικοποίησης εντροπίας είναι ότι προσφέρουν κωδικοποίηση χωρίς απώλειες. Οι τεχνικές κωδικοποίησης εντροπίας διαχωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες: Περιορισμός των επαναλαμβανόμενων (Suppression of repetitive sequences) ακολουθιών και στη Στατιστική Κωδικοποίηση (Statistical encoding).

Ο Περιορισμός των επαναλαμβανόμενων είναι από τις παλαιότερες μεθόδους κωδικοποίησης εντροπίας αλλά συγχρόνως και από τις πιο απλές που χρησιμοποιούνται. Η βασική ιδέα που χρησιμοποιεί αυτή η μέθοδος είναι ότι σε τυχαία ακολουθία από bits είναι πιθανό να εμφανιστούν κάποια τμήματα που αποτελούνται από κάποιο επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα. Αυτά τα τμήματα μπορούν να αντικατασταθούν από το χαρακτήρα, ένα ειδικό χαρακτήρα, που ονομάζεται σημαία, και το πλήθος των επαναλήψεων του χαρακτήρα σε αυτά. Κάθε φορά που συναντάται η σημαία, ο χαρακτήρας που προηγείται αυτής πρέπει να επαναληφθεί όσες φορές υποδεικνύει ο αριθμός που ακολουθεί την σημαία. Αυτή η μέθοδος κωδικοποίησης εντροπίας που περιγράψαμε πιο πάνω μπορεί να

γίνει πιο αποδοτική σε περιπτώσεις όπου έχουμε συχνά εμφανιζόμενες ακολουθίες μηδενικών. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται απλώς μία σημαία η οποία θα έχει την έννοια "επανάλαβε μηδενικά" και ο αριθμός των επαναλήψεων. Σίγουρα το μήκος των ακολουθιών καλό θα ήταν να είναι τέτοιο ώστε να υπάρχει ουσιαστικό όφελος από την αντικατάσταση.

Η στατιστική κωδικοποίηση η οποία είναι και αυτή μια μέθοδος κωδικοποίησης εντροπίας χρησιμοποιείται πολύ συχνά. Η βασική αρχή αυτής της τεχνικής βρίσκεται στο εντοπισμό των πιο συχνά εμφανιζόμενων ακολουθιών χαρακτήρων και στην κωδικοποίηση τους με λιγότερα bits. Δηλαδή σπάνια εμφανιζόμενες ακολουθίες θα έχουν μεγαλύτερους κωδικούς, ενώ αυτές με συχνές ακολουθίες μικρότερους. Σημαντικό γεγονός της μεθόδου αυτής είναι η ύπαρξη λεξικού, όπου αποθηκεύονται οι ακολουθίες που αντιστοιχούν σε κάθε κωδικό για να μπορεί να γίνει η αποσυμπίεση. Καθοριστικής σημασίας για την επίδοση του αλγορίθμου είναι η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για την ανεύρεση των ακολουθιών που θα κωδικοποιηθούν με μικρούς κωδικούς. Η στατιστική κωδικοποίηση παίρνει δυο μορφές: Αντικατάσταση προτύπων (pattern substitution) και κωδικοποίηση Huffman (Huffman Encoding). Η μορφή αντικατάσταση προτύπων είναι μία μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά για κείμενα ενώ η κωδικοποίηση Huffman αποτελεί μια γενίκευση της στατιστικής κωδικοποίησης. Η μέθοδος Huffman χρησιμοποιείται στη συμπίεση ακίνητης και κινούμενης εικόνας [3]

2.1.2. Κωδικοποίηση με Πρόβλεψη

Στην κωδικοποίηση με πρόβλεψη ο πλεονασμός στο βίντεο είναι καθορισμένος από τα γειτονικά pixels που βρίσκονται εντός των πλαισίων ή και μεταξύ των διαδοχικών πλαισίων. Η ιδέα της κωδικοποίησης αυτής είναι αρκετά υποσχόμενη εάν η συσχέτιση μεταξύ γειτονικών pixels έχει δυνατό δεσμό ως προς το χωρικό αλλά και χρονικό πλεονασμό. Δηλαδή με τον όρο χωρικό πλεονασμό εννοούμε την πιθανότητα δυο γειτονικά pixels να έχουν ίδια ή παραπλήσια τιμή φωτεινότητας ενώ με τον χρονικό πλεονασμό εννοούμε ότι οι τιμές της φωτεινότητας και χρώματος μπορούν να προϋπολογιστούν σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή από τις προηγούμενες τιμές τους που έχουν μεταδοθεί. Η διαφορά μεταξύ του πραγματικού pixel και του προβλεπόμενου είναι συνήθως η διαφορά των δυο. Επίσης η

κωδικοποίηση με πρόβλεψη μπορεί να συνδυαστεί με την διαδικασία κωδικοποίησης μήκους διαδρομής .

2.1.3. Πρόβλεψη με Αντιστάθμιση Κίνησης

Η πρόβλεψη με αντιστάθμιση κίνησης είναι ένα ισχυρό εργαλείο για μείωση του χρονικού πλεονασμού μεταξύ των πλαισίων και ως εκ τούτου χρησιμοποιείται ευρέως στα πρότυπα κωδικοποίησης βίντεο όπως H.261, MPEG-1 και MPEG2 ως μια τεχνική πρόβλεψης για χρονική κωδικοποίηση DPCM (Differential Pulse Code Modulation). Η ιδέα πίσω από την πρόβλεψη αντιστάθμιση κίνησης βασίζεται στην εκτίμηση κίνησης μεταξύ των πλαισίων ενός βίντεο. Για παράδειγμα εάν τα στοιχεία σε μια σκηνή ενός βίντεο έχουν χωρικά εκτοπιστεί η κίνηση μεταξύ των πλαισίων μπορεί να περιγραφεί από ένα περιορισμένο αριθμό παραμέτρων κίνησης. Σε αυτό το παράδειγμα ο καλύτερος τρόπος πρόβλεψης ενός πραγματικού pixel δίνεται από τον αλγόριθμο πρόβλεψης με αντιστάθμιση κίνησης από το pixel του προηγούμενου κωδικοποιημένου πλαισίου. Με αυτό τον τρόπο γίνεται αποστολή μόνο του λάθους της πρόβλεψης και των διανυσμάτων κίνησης.

2.2. Πρότυπα Ψηφιακού Βίντεο

Στις μέρες μας υπάρχουν αρκετά πρότυπα ψηφιακού βίντεο που χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους κωδικοποίησης και προσφέρουν την δυνατότητα να φυλάξουμε ή να μεταδώσουμε το ποσό των δεδομένων που είναι αναγκαίο για να γίνει η παρουσίαση των εικόνων και των βίντεο με αποτελεσματικό τρόπο.



Σχήμα 2.1:Εξέλιξη Προτύπων Κωδικοποίησης

Ένα από τα πρότυπα ψηφιακού βίντεο είναι και το MPEG . Τα αρχικά MPEG προέρχονται από τις λέξεις Moving Picture Experts Group και πρόκειται για μια επιτροπή που δρα στα πλαίσια του Διεθνούς Οργανισμού τυποποίησης. Ο συντονιστής της επιτροπής αυτής είναι ο Leonardo Chiariglione γνωστός σαν ο πατέρας του MPEG. Το όνομα MPEG έχει επικρατήσει να αναφέρεται και στην οικογένεια των τυποποιήσεων που δημιουργήθηκαν από την ομάδα MPEG και χρησιμοποιούνται για την μετάδοση οπτικών και ηχητικών δεδομένων σε ψηφιακή συμπίεσμένη μορφή. Η οικογένεια περιλαμβάνει τις εξής τυποποιήσεις MPEG1 , MPEG 2 και MPEG4. . Επίσης μία ακόμη επιτροπή που συντελεί στο έργο του Διεθνούς Οργανισμού τυποποίησης είναι η Video Coding Expert Group (ITU-T Q6/SG16). Η συγκεκριμένη επιτροπή είναι υπεύθυνη για την σειρά κωδικοποιήσεων "H.2x". Μερικές από αυτές τις κωδικοποιήσεις είναι η H.261, H.263 και H.264. Σκοπός της είναι η κατασκευή διεθνών προτύπων ψηφιακού βίντεο και εικόνας, συγκεκριμένα για λειτουργίες όπως τηλεδιασκέψεις και βίντεο κλήσεις. Την προεδρία του οργανισμού αυτού έχει ο Ιάπωνας Sakae Okubo ο οποίος έχει αναπτύξει την κωδικοποίηση H.261.

Οι δυο επιτροπές που έχουν αναφερθεί πιο πάνω συνεργαστήκαν σε αρκετές περιπτώσεις για την έκδοση πρωτοτύπων. Με τον σχηματισμό μιας κοινής ομάδας με το όνομα Joint Video Team (JVT) οι δυο αυτές επιτροπές προχώρησαν στην υλοποίηση του προτύπου H.264 και την ολοκλήρωση του το 2003. Τον Ιανουάριο του 2010 η ομάδα Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) δημιουργήθηκε ως ομάδα μέσα από την Video Coding Expert (ITU-T Q6/SG16) και την MPEG έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα νέας γενιάς πρότυπο με το όνομα High Efficiency Video Coding(HEVC).

2.2.1. H.261

Το H.261 είναι μια κωδικοποίηση video ορισμένη από το ITU (International Telecommunication Union). Έχει σχεδιαστεί για ρυθμούς δεδομένων οι οποίοι είναι πολλαπλάσια των 64 Kbit/second, για αυτό και μερικές φορές ορίζεται και ως $p \times 64\text{Kbit/second}$ όπου το p παίρνει τιμές από 1 – 30. Οι ρυθμοί αυτοί

μετάδοσης εξυπηρετούνται κυρίως από γραμμές ISDN. Το H.261 έχει σχεδιαστεί ώστε η πολυμεσική πληροφορία να μεταφέρεται με τη βοήθεια του RTP (Real Time Transport Protocol). Η κωδικοποίηση H.261 υποστηρίζει μια τεχνική που ονομάζεται motion compensation με την οποία το επόμενο προς μετάδοση frame δημιουργείται με βάση τα προηγούμενα. Δύο αναλύσεις υποστηρίζονται από το πρότυπο αυτό, οι οποίες είναι η Quarter Common Interchange Format (QCIF) στα 144x176 pixel και Common Interchange Format (CIF) στα 288x352 pixel. Μια από τις εφαρμογές του είναι το βίντεο τηλέφωνο και η τηλεδιάσκεψη. Ο αλγόριθμος κωδικοποίησης video πρέπει να λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο με την μικρότερη καθυστέρηση. Για $p=1$ ή $p=2$ μπορεί να επιτευχθεί μόνο επιτραπέζια τηλεδιάσκεψη. Πιο πολύπλοκες εικόνες απαιτούν $p \geq 6$. Το H.261 είναι μια τυποποίηση για ρυθμούς μετάδοσης κυμαινόμενους από 64Kbps σε 2Mbps.

2.2.2. MPEG-1 (Part 2)

Το πρότυπο αυτό αναπτύχθηκε μετά από το H.261 και προοριζόταν για την αποθήκευση ήχου και βίντεο ποιότητας VHS σε CD-ROM με ρυθμό δεδομένων μέχρι και 1.5 Mbps. Για να υπάρχει πιο γρήγορη πρόσβαση στο αποθηκευμένο υλικό χρησιμοποιούνται και ψηλότεροι ρυθμοί δεδομένων. Όπως και στο H.261, το κάθε πλαίσιο χωρίζεται σε macro blocks των 16x16 pixels. Υποστηρίζει τέσσερις τύπους πλαισίων: I, B, P και D πλαίσια. Έτσι πραγματοποιεί επιπρόσθετα και πρόβλεψη προς τα πίσω (backward) και πρόβλεψη προς δύο κατευθύνσεις (bidirectional). Σε αντίθεση με το H.261 δεν έχει loop filter αλλά ένα απλό sample filter.

2.2.3.MPEG-2 (Part 2)

Το πρότυπο MPEG-2 είναι μια επέκταση στο πρότυπο MPEG-1, το οποίο επιτρέπει την κωδικοποίηση βίντεο σε διάφορες αναλύσεις όπως για παράδειγμα υψηλή ανάλυση όπως HDTV. Υποστηρίζει έτσι διαφορετικούς ρυθμούς δεδομένων και πραγματοποιεί αποδοτική κωδικοποίηση interlaced βίντεο. Χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές όπως το DVD-Video, HDV και DVB. Το κάθε πλαίσιο χωρίζεται σε μπλοκ των 8x8 pixel και έτσι ένας πίνακας 2x2 από μπλοκ δημιουργεί

ένα macro block. Για τη συμπίεση του βίντεο χρησιμοποιείται πρόβλεψη, μετασχηματισμός DCT και κβαντοποίηση των DCT coefficients. Υποστηρίζει I, P και B πλαίσια. Όπως αναφέρθηκε πριν, τα I πλαίσια κωδικοποιούνται χωρίς πρόβλεψη, τα P πλαίσια με πρόβλεψη κάνοντας αναφορά σε προηγούμενα πλαίσια ενώ τα B πλαίσια με πρόβλεψη κάνοντας αναφορά σε προηγούμενα και επόμενα πλαίσια. Ορίζει τέσσερα επίπεδα τα οποία καθορίζουν χαρακτηριστικά όπως είναι ο μέγιστος ρυθμός δεδομένων. Αυτά είναι το επίπεδο low, main, high 1440 και high. Το επίπεδο low παράγει βίντεο ποιότητας VHS. Το επίπεδο main προορίζεται για βίντεο ποιότητας studio. Το επίπεδο high 1440 είναι κατάλληλο για High Definition Television(HDTV) ενώ το επίπεδο high για wide-screen HDTV. Κάθε επίπεδο μπορεί να συσχετιστεί με προφίλ τα οποία ορίζονται από αυτό το πρότυπο.

2.2.4. MPEG-3

Μετά το πρότυπο MPEG-2, το οποίο προσέφερε κωδικοποίηση με ανάλυση ίση με το τηλεοπτικό σήμα και υψηλό ρυθμό κωδικοποίησης, οι ερευνητές εστίασαν τις προσπάθειες στην ανάπτυξη ενός προτύπου, το οποίο θα επέτρεπε την κωδικοποίηση βίντεο σήματος υψηλής ευκρίνειας. Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη και καθορισμό του νέου προτύπου, του επονομαζόμενου MPEG-3, εν τέλει εγκαταλείφθηκαν αφού η εμπορική επιτυχία του MPEG-2 και η επέκταση των δυνατοτήτων αυτού, σύμφωνα με τις τροποποιήσεις του αρχικού προτύπου, να κωδικοποιεί βίντεο σε αναλύσεις υψηλής ευκρίνειας δεν άφησε κανένα ουσιαστικό περιθώριο για περαιτέρω ενασχόληση με το MPEG-3.

2.2.5. H.263

Σχεδιάστηκε για να επιτρέπει την επικοινωνία σε χαμηλούς ρυθμούς δεδομένων και αρχικά χρησιμοποιήθηκε για videoconferencing, videotelephony και internet video. Η σύσταση H.263 χρησιμοποιεί μία block motion-compensated DCT (Discrete Cosine Transformation) μέθοδο για την κωδικοποίηση του video. Η κωδικοποίηση κατά H.263 είναι πολύ πιο αποτελεσματική από ότι η κωδικοποίηση κατά H.261. Στην σύσταση H.263, η κωδικοποίηση πραγματοποιείται τεμαχίζοντας κάθε εικόνα σε macroblocks. Κάθε macroblock αποτελείται από 16x16 luminance blocks και 8x8 chrominance blocks. Κάθε macroblock μπορεί να κωδικοποιηθεί είτε ως intra (χωρίς συσχετίσεις ανάμεσα σε διαδοχικά frames) είτε ως inter (με συσχετίσεις ανάμεσα σε διαδοχικά frames). Η τεχνική DCT η οποία

χρησιμοποιείται, παρέχει spatial redundancy και temporal redundancy. Η σύσταση H.263 στηρίζεται στην H.261 και παρέχει κάποιες επεκτάσεις για την υποστήριξη πιο αποτελεσματικής κωδικοποίησης. Ειδικά σε χαμηλά bit rates, μπορεί να παρέχει μια σημαντική βελτίωση στο bitrate που χρειάζεται για να φτάσουμε σε πειστικό επίπεδο ποιότητας εικόνας.

2.2.6. MPEG-4 Part 2

Το πρότυπο MPEG-4 ολοκληρώθηκε το 2000 από την ομάδα MPEG και η επίσημη ονομασία του είναι ISO/IEC 14496. Είναι ένα ανοικτό πρότυπο που αναπτύσσει την συμπίεση ήχου και βίντεο επιτρέποντας την εύκολη μεταφορά τους στο δίκτυο. Η ανάλυση εικόνας που μπορεί να υποστηρίξει είναι 176x144 και η μετάδοση γίνεται σε σχετικά χαμηλούς ρυθμούς που κυμαίνονται ανάμεσα στο 4.8 Kbits/sec και 64 Kbits/sec. Υποστηρίζει πρόσβαση, χειρισμό και ξεχωριστή κωδικοποίηση των αντικειμένων. Είναι το πρότυπο που επιτρέπει κωδικοποίηση βίντεο βασισμένη στο περιεχόμενο. Αντί της frame-based συμπίεσης, το MPEG-4 Part 2 μπορεί να διαχωρίσει το βίντεο σε Video Object Plabes. Η ξεχωριστή κωδικοποίηση αντικειμένων μπορεί να δώσει πολύ μεγαλύτερη συμπίεση. Οι λειτουργίες πρόσβασης και χρήσης αντικειμένων επιτρέπουν τη χρήση γραφικών βίντεο και επιτρέπουν επίσης κωδικοποίηση γραφικών αντικειμένων .

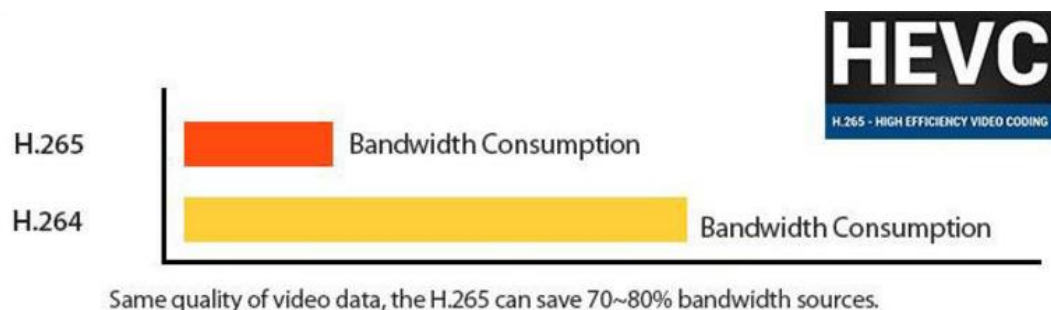
2.2.7. H264

Το H264/MPEG-4[3] part 10 είναι ένα πρότυπο υψηλής συμπίεσης ψηφιακού βίντεο/εικόνας που αναπτύχθηκε από την την ITU-T(VCEG) μαζί με την επιτροπή ISO/ICE (MPEG) και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2003 και είναι προϊόν μιας συλλογικής προσπάθειας συνεργασίας γνωστής ως JVT. Το πρότυπο αυτό βασίζεται στην διανυσματική κίνηση των μπλοκ εικονοστοιχείων (block-oriented motion-compensation-based video compression Standard). Ο σκοπός του H.264/AVC ήταν η δημιουργία ενός ικανού προτύπου που θα παρείχε βίντεο με υψηλή ευκρίνεια σε χαμηλότερα bit rates σε σχέση με τα προηγούμενα πρότυπα, χωρίς όμως να αυξήσει την πολυπλοκότητα της σχεδίασης η οποία θα το

καθιστούσε μη πρακτικό και ακριβό στην υλοποίηση. Ένας ακόμα σκοπός που είχε η υλοποίηση του προτύπου H264 ήταν για να παρέχει ευελιξία ως προς την εφαρμοστικότητα του σε ποικιλία εφαρμογών, σε διάφορα δίκτυα ή συστήματα συμπεριλαμβανομένου χαμηλά και υψηλά bit rates ή ανάλυσης εικόνας, εκπομπές, αποθήκευση DVD, RTP/IP δίκτυα και ITU-T multimedia τηλεφωνικά συστήματα. Ο λόγος που το H264 είναι ένα από τα πιο επιτυχημένα και διαδεδομένα πρότυπα κωδικοποίησης είναι το φάσμα εφαρμογών που καλύπτει. Το H264 είναι ένα πρότυπο κωδικοποίησης βίντεο που χρησιμοποιείτε για μεταδότες Blue-ray δίσκων και για μετάδοση διαδικτυακών βίντεο όπως στο YOUTUBE, Vimeo και iTunes Store. Επίσης χρησιμοποιείτε σε διαδικτυακά λογισμικά όπως το Adobe Flash Player και το Microsoft Silverlight, σε DVB επίγειες ή δορυφορικές μεταδόσεις εικόνας, καλωδιακή τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας (HDTV) ή σε ζωντανές τηλεσυνδιασκέψεις εικόνας.

2.2.7.a Scalable H264/SVC

Το ScalableH264/SVC είναι το όνομα ενός επεκτάσιμου παραρτήματος του προτύπου κωδικοποίησης βίντεο H.264/MPEG-4 AVC. Ο κωδικοποιητής SVC μεταφράζει δυαδικά ψηφία από ένα network data stream σε μια εικόνα και αντιστρόφως μεταφράζει ένα βίντεο σε ένα ρεύμα network data stream. Λειτουργεί σπάζοντας τα video bit streams σε υποσύνολα bit streams προσθέτοντας ποιότητα και ανάλυση στα βίντεο.



2.2.8. H265/HEVC

Το πρότυπο H265/HEVC είναι μια νέα μορφή συμπίεσης βίντεο με κωδικοποίηση υψηλής απόδοσης αρχείων βίντεο (HEVC) και είναι διάδοχο του H.264 / MPEG-4 AVC προτύπου συμπίεσης. Με το H265/HEVC διατηρώντας στο ίδιο επίπεδο την ποιότητα του βίντεο αυξάνει την αναλογία συμπίεσης των δεδομένων του αρχείου περίπου στο διπλάσιο σε σχέση με το H.264 / MPEG-4 AVC πρότυπο και μπορεί να υποστηρίξει ανάλυση μέχρι και 8192×4320, συμπεριλαμβανομένου και του 8K UHD [Ultra-high-definition television] κάτι πολύ σημαντικό για οθόνες HD. Η πρώτη έκδοση του προτύπου ολοκληρώθηκε και δημοσιεύθηκε στις αρχές του 2013. Αναπτύχθηκε από την οργάνωση JCT-VC, σε μια συνεργασία μεταξύ του ISO / IEC MPEG και ITU-T VCEG. Η δεύτερη έκδοση του προτύπου ολοκληρώθηκε το 2014 και δημοσιεύθηκε στις αρχές του 2015 και περιλαμβάνει το αποτέλεσμα μιας ανάπτυξης, η οποία αναφέρεται ως Range Extensions (RExt) υποστηρίζοντας μεγαλύτερα βάθη. Πρόσθετες επεκτάσεις παραμένουν υπό ανάπτυξη σε μια προσπάθεια να περιλαμβάνουν 3D επεκτάσεις βίντεο.

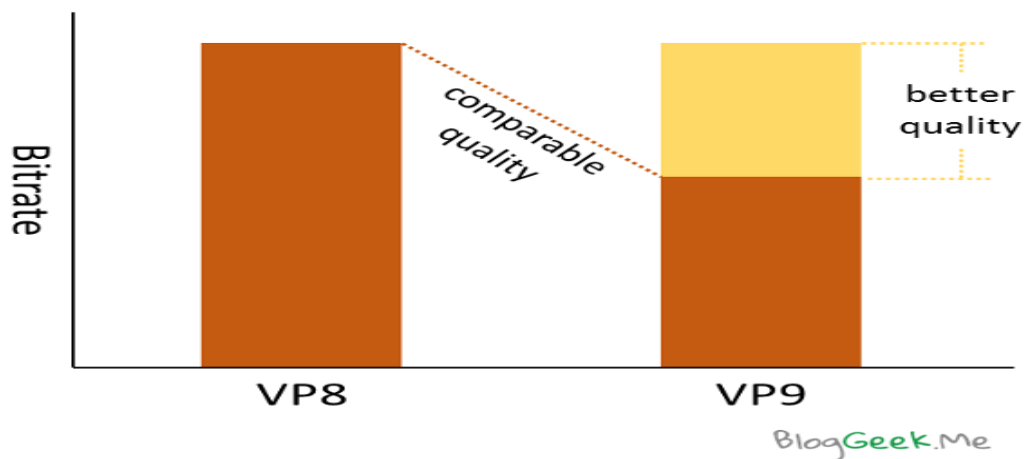
2.2.9.a VP8

Το VP8 είναι μια ανοιχτή και προνομιακή μορφή συμπίεσης βίντεο η οποία ανήκει στην Google και δημιουργήθηκε από την On2 Technologies ως διάδοχος του VP7. Το VP8 υποστηρίζει μόνο progressive σάρωση σημάτων βίντεο. Στην πρώτη δημόσια έκδοση της εφαρμογής VP8, υποστηρίζει multi-core επεξεργαστές με έως 64 πυρήνες ταυτόχρονα. Το VP8 είναι συγκριτικά κακό, εφαρμοσμένο στις υψηλές αναλύσεις (HD). Το πρότυπο αυτό βασίζεται στην διανυσματική κίνηση των μπλοκ εικονοστοιχείων και διαθέτει πολλά κοινά με το H.264 / AVC, όπως ορισμένες λειτουργίες πρόβλεψης.

2.2.5.b VP9

Το VP9 είναι μια ανοιχτή και προνομιακή μορφή συμπίεσης βίντεο η οποία αναπτύχθηκε από την Google. Το VP9 είναι διάδοχος του VP8 και ανταγωνίζεται με το HEVC / H.265. Αρχικά το VP9 χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την δημοφιλή πλατφόρμα βίντεο της Google YouTube. Το πρότυπο αυτό βασίζεται στην

διανυσματική κίνηση των μπλοκ εικονοστοιχείων. Η μορφή του bitstream στο VP9 είναι σχετικά απλή σε σύγκριση με τις μορφές που προσφέρουν παρόμοια απόδοση bitrate όπως το H265/HEVC.[4] Το πρότυπο VP9 έχει πολλές σχεδιαστικές βελτιώσεις σε σύγκριση με το VP8. Η μεγαλύτερη βελτίωση του είναι η υποστήριξη για τη χρήση της κωδικοποίησης των 64×64 pixels που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για υψηλής ανάλυσης βίντεο. Επίσης, η πρόβλεψη των διανυσμάτων κίνησης βελτιώθηκε.



2.3 Είδη Πλαισίων κατά την Κωδικοποίηση Βίντεο

Η αξιοποίηση του χρονικού πλεονασμού κατά τη διαδικασία κωδικοποίησης στοχεύει στη μείωση της πλεονάζουσας πληροφορίας μεταξύ των διαδοχικών πλαισίων με την ανάπτυξη διαπλασιακών συσχετίσεων. Για αυτό τον λόγο σε μια ροή δεδομένων κωδικοποιημένου βίντεο σύμφωνα με το πρότυπο MPEG, τα πλαίσια διακρίνονται στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες.

2.3.1. I- Frames (Intra- frames)

Αυτό το είδος των πλαισίων κάνει χρήση του intra frame coding(ενδοπλασιακής κωδικοποίησης). Η αποκωδικοποίηση τέτοιου είδους πλαισίου δεν απαιτεί την λήψη δεδομένων από κάποιο πλαίσιο αναφοράς, αφού πρόκειται για τα μόνα των οποίων η κωδικοποίηση είναι ασυσχέτιστη με τα γειτονικά πλαίσια και συνεπώς η αποκωδικοποίησή τους μπορεί να γίνει χωρίς αναφορά σε κάποιο άλλο. Είναι τα πλαίσια με το μεγαλύτερο μέγεθος σε μια ροή MPEG και αποτελούν σημεία

αναφοράς για την κωδικοποίηση των μελλοντικών πλαισίων ώστε να επιτευχθεί η μείωση του χρονικού πλεονασμού. Λόγω της συσχέτισης αυτής, τα πλαίσια I επαναλαμβάνονται περιοδικά σε ένα ρεύμα ροής MPEG για να αποφευχθεί η διάδοση πιθανών σφαλμάτων που δημιουργεί η συσχετισμένη αποκωδικοποίηση των υπόλοιπων πλαισίων από I πλαίσια. Η συμπίεση βίντεο με την χρήση μόνο αυτού του τύπου εικόνων είναι πολύ γρήγορη, όμως δεν προσφέρει ιδιαίτερο λόγο συμπίεσης μεταξύ αρχικού και κωδικοποιημένου βίντεο. Το σύνολο των πλαισίων μεταξύ δύο διαδοχικών I εικόνων ονομάζεται Group of Pictures (GoP). Το μήκος του συνόλου αυτού ορίζεται κατά την κωδικοποίηση και ουσιαστικά αναφέρεται στην περιοδικότητα εμφάνισης των πλαισίων I, καθώς και στην αντιστάθμιση μιας αποδοτικής κωδικοποίησης και μιας λιγότερο ανθεκτικής σε λάθη μετάδοσης ροής MPEG. Αναφέρεται ότι τυπικά πλαίσια για το MPEG είναι 15- 18 εικόνες. Ως εκ τούτου τα πλαίσια I αποτελούν τον θεμέλιο λίθο στη μείωση του χρονικού πλεονασμού κατά την κωδικοποίηση ενός ψηφιακού βίντεο.

2.3.2. P- Frames (Predicted- Frames)

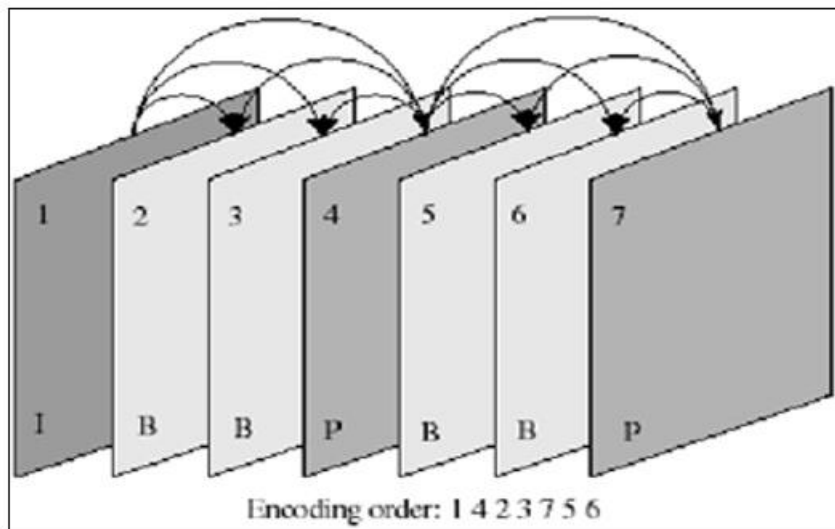
Τα πλαίσια τύπου P είναι αυτά των οποίων η κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση είναι συσχετισμένη και εξαρτημένη από ένα προηγούμενο I ή P πλαίσιο (το οποίο αντίστοιχα εξαρτάται από ένα προηγούμενό του P ή I πλαίσιο). Κάνοντας χρήση της εκτίμησης κίνησης, ο μηχανισμός κωδικοποίησης προβλέπει σε ένα P πλαίσιο τις σχετικές θέσεις των macroblocks ή blocks σε σχέση με το P ή I πλαίσιο αναφοράς. Συνεπώς δεν υπάρχει λόγος κωδικοποίησης ολόκληρης της εικόνας, αλλά μόνο της πληροφορίας που τη συσχετίζει με την εικόνα αναφοράς και ονομάζεται διάνυσμα κίνησης (motion vector). Επίσης, κωδικοποιείται και η διαφορά του εκτιμώμενου πλαισίου που δομείται με τις συσχετίσεις σε σχέση με το πραγματικό πλαίσιο, μέσω της τεχνικής αντιστάθμισης της κίνησης, ώστε κατά τη φάση της αποκωδικοποίησης να έχουμε πλήρη αναδόμηση του αρχικού πλαισίου. Τα πλαίσια P μπορούν με τη σειρά τους να αποτελέσουν πλαίσια αναφοράς για επόμενα πλαίσια, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο είτε στην εισαγωγή είτε στη διάδοση σφαλμάτων εντός ενός GoP, εξαιτίας των δομημένων συσχετίσεων στις οποίες και βασίζεται η κωδικοποίησή τους. Τα πλαίσια P είναι μικρότερα σε μέγεθος από τα I πλαίσια, γιατί δεν περιέχουν ολόκληρη την οπτική πληροφορία του κωδικοποιημένου πλαισίου, αξιοποιώντας τον χρονικό πλεονασμό.

Συνοψίζοντας, η διαδικασία της κωδικοποίησης ενός P πλαισίου έχει ως ακολούθως: Εντοπίζονται οι συσχετίσεις macroblocks/blocks στο πλαίσιο αναφοράς (που μπορεί να είναι το προηγούμενο P ή I, αναλόγως της θέσης του κωδικοποιημένου P εντός του GoP) και δημιουργία ενός συνδυασμού αυτών μέσω κατάλληλων διανυσμάτων κίνησης. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται η αντιστάθμιση κίνησης με υπολογισμό και κωδικοποίηση των αντίστοιχων διαφορών μεταξύ του πραγματικού και του εκτιμώμενου πλαισίου. Συνεπώς, ένα πλαίσιο P δομείται από τα διανύσματα κίνησης, τα Intra- coded blocks που δεν συσχετίστηκαν με κάποιο προγενέστερο πλαίσιο P ή B και τη διαφορά του εκτιμώμενου πλαισίου από το πραγματικό.

2.3.3. B- Frames (Bidirectional- Predicted Frames)

Τα πλαίσια τύπου B είναι πλαίσια που δημιουργούνται συσχετίζοντας σε επίπεδο block/ macroblock το περιεχόμενο ενός προηγούμενου και ενός επόμενου πλαισίου P. Τα πλαίσια B δεν συντελούν στη διάδοση σφαλμάτων σε ένα GoP, καθώς δεν χρησιμοποιούνται ως εικόνες αναφοράς για επιπλέον μείωση του χρονικού πλεονασμού και η εκτίμησή τους περιορίζεται μόνο μεταξύ δυο διαδοχικών πλαισίων P. Συνεπώς, ο κύκλος ζωής των πλαισίων B περιορίζεται μόνο τοπικά και δεν επεκτείνεται μεταβιβάζοντας πληροφορίες σε άλλα πλαίσια. Η διαδικασία δόμησης τους είναι παρόμοια με αυτή των πλαισίων P, με βασική διαφορά ότι το εκτιμώμενο πλαίσιο B κατασκευάζεται λαμβάνοντας ως πλαίσια αναφοράς, τόσο το προηγούμενο, όσο και το επόμενο P πλαίσιο. Σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, αν για παράδειγμα το B πλαίσιο βρίσκεται τελευταίο σε ένα GoP, είναι πιθανό για την εκτίμησή του να χρησιμοποιηθούν το προηγούμενο P πλαίσιο και το επόμενο πλαίσιο I. Επομένως, είναι αναγκαίο να αποκωδικοποιηθεί το επόμενο I-frame ή P-frame που ακολουθεί ένα B- frame, ώστε να είναι δυνατή η αποκωδικοποίηση και προβολή του B frame. Αυτό καθιστά τα B- frames πολύπλοκα υπολογιστικά, αφού απαιτούν μεγάλα data buffers, και προκαλούν αυξημένη καθυστέρηση τόσο κατά την κωδικοποίηση όσο και κατά την αποκωδικοποίησή τους. Πρόκειται για τα μικρότερα σε μέγεθος πλαίσια, λόγω της δια-κατευθυντικής εκτίμησης, και εκμεταλλεύονται στον μέγιστο βαθμό τον χρονικό **πλεονασμό** μεταξύ δύο P πλαισίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η σειρά με την οποία κωδικοποιούνται οι εικόνες δεν είναι και η ίδια με την σειρά με την οποία εμφανίζονται. Συγκεκριμένα, για την

εκτίμηση ενός B πλαισίου είναι αναγκαία η εκ των προτέρων κωδικοποίηση των αμέσως προηγούμενου και επόμενου P πλαισίου στα οποία αυτό αναφέρεται. Κατά την αναπαραγωγή, όμως, του βίντεο, το πλαίσιο B θα προηγείται του δεύτερου από τα δύο P frames που χρησιμοποιήθηκαν. Η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει ένα τυπικό GoP και τις συσχετίσεις που δημιουργούνται μεταξύ των διαφόρων τύπων πλαισίων, ώστε να μειωθεί ο χρονικός πλεονασμός. Επίσης, παρουσιάζεται και η σειρά κωδικοποίησης των πλαισίων, που προφανώς, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, διαφέρει από την σειρά αναπαραγωγής.



Συσχετίσεις μεταξύ εικόνων σε ένα GoP και σειρά κωδικοποίησης

Κεφάλαιο 3

Λεπτομερής ανάλυση Πρωτοκόλλου MPEG-DASH και λύσεις από άλλες εταιρείες

3.1.MPEG-DASH

3.1.2 .Multimedia Presentation Description (MPD)

3.1.3 Μορφή των Segments

3.2. Adaptive bitrate streaming

3.2.1 Adobe HTTP Dynamic Streaming

3.2.2 Apple HTTP Adaptive Streaming

3.2.3 Microsoft Smooth Streaming

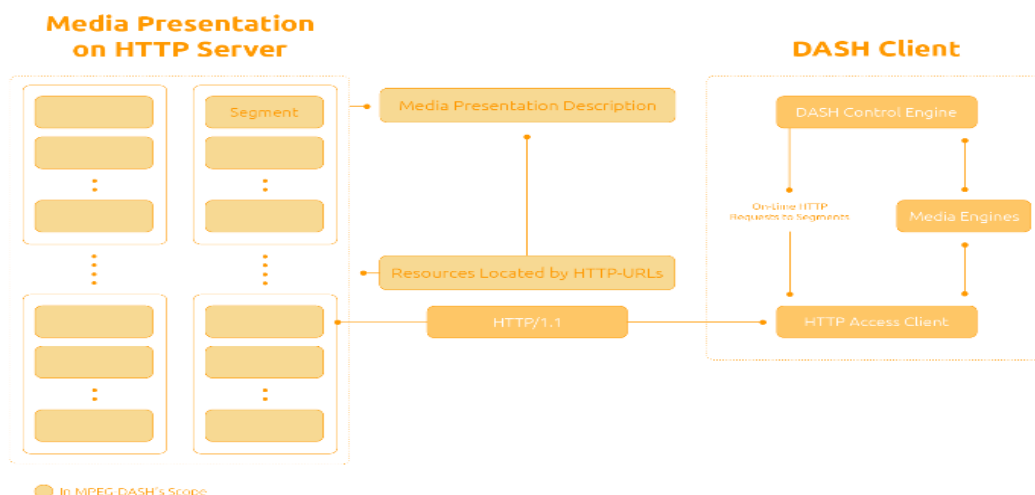
3.2.4 Akamai adaptive edge streaming

Στο κεφάλαιο γίνεται μια Λεπτομερής ανάλυση Πρωτοκόλλου MPEG-DASH και γίνεται αναφορά σε λύσεις από άλλες εταιρείες όπως APPLE, ADOBE, AKAMAI και MICROSOFT για adaptive streaming

3.1 MPEG-DASH

Το MPEG-DASH[5][6] (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) είναι ένα πρότυπο για adaptive streaming μέσω HTTP δημιουργήθηκε με σκοπό να αντικαταστήσει υφιστάμενες αποκλειστικές τεχνολογίες όπως η Microsoft Smooth Streaming, Adobe Dynamic Streaming, και το Apple HTTP Live Streaming (HLS). Σε αυτό το πρότυπο το περιεχόμενο των multimedia συλλέγεται και αποθηκεύεται σε έναν HTTP server και μεταδίδεται μέσω HTTP. Το περιεχόμενο αυτό αποθηκεύεται σε δύο μέρη. Στο Media Presentation Description (MPD) που είναι

το πρώτο μέρος περιγράφονται οι πληροφορίες των segments όπως το χρονοδιάγραμμα, το URL και χαρακτηριστικά όπως η ανάλυση του βίντεο και τα bit-rates και μπορεί να οργανωθεί με διάφορους τρόπους, όπως SegmentList, SegmentTemplate, SegmentBase και SegmentTimeline, ανάλογα με την περίπτωση χρήσης. Το δεύτερο μέρος είναι τα segments τα οποία περιέχουν τα πραγματικά multimedia bitstreams σε μορφή τεμαχίων, τα οποία μπορεί να βρίσκονται σε μονά ή πολλαπλά αρχεία. Για να παίξει το περιεχόμενο, ο πελάτης του DASH αρχικά αποκτά για πρώτη φορά το MPD το οποίο μπορεί να παραδοθεί μέσω HTTP, email, thumb drive, broadcast ή άλλες μεταφορές. Με την ανάλυση του MPD, ο πελάτης του DASH μαθαίνει για το χρονοδιάγραμμα του προγράμματος, την διαθεσιμότητα του media-content, το περιεχόμενο, τους τύπους των media, τα resolutions, το ελάχιστο και μέγιστο εύρος ζώνης, καθώς και την ύπαρξη διαφόρων εναλλακτικών λύσεων κωδικοποίησης των multimedia components χαρακτηριστικά προσβασιμότητας και απαιτούμενα ψηφιακά δικαιώματα διαχείρισης (DRM) καθώς και άλλα χαρακτηριστικά του περιεχομένου. Χρησιμοποιώντας αυτές τις πληροφορίες, ο πελάτης του DASH επιλέγει την κατάλληλη εναλλακτική κωδικοποίηση και ξεκινά το streaming του περιεχομένου από παίρνοντας τα τμήματα χρησιμοποιώντας HTTP GET αιτήματα. Μετά από ένα κατάλληλο buffering που επιτρέπει διαφοροποιήσεις στο throughput του δικτύου, ο πελάτης του DASH συνεχίζει να παίρνει τα επόμενα τμήματα και επίσης παρακολουθεί τις διακυμάνσεις του εύρους ζώνης του δικτύου. Ανάλογα με τις μετρήσεις του, ο πελάτης αποφασίζει πώς να προσαρμοστούν στο διαθέσιμο εύρος ζώνης από παίρνοντας τα τμήματα των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων (με μικρότερα ή μεγαλύτερα bitrates) για να διατηρήσει ένα επαρκές buffer.



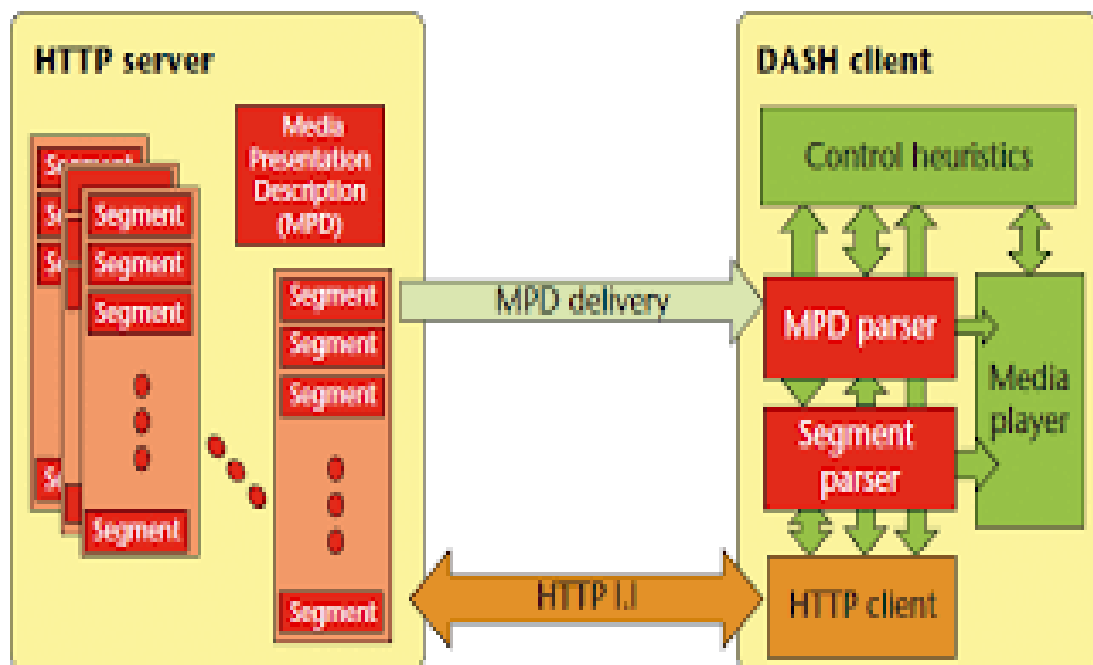
3.1.2. Multimedia Presentation Description (MPD)

Το Dynamic HTTP streaming για να γίνει απαιτεί να υπάρχουν στον server διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις, για το περιεχόμενο, για διαφορετικά bitrates. Επίσης το περιεχόμενο μπορεί να αποτελείται από πολλά συστατικά, όπως για παράδειγμα βίντεο ή ήχος, καθένα από τα οποία μπορεί να έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στο MPEG-DASH τα χαρακτηριστικά αυτά περιγράφονται μέσω του MPD το οποίο είναι ένα XML έγγραφο. Το MPD αποτελείται από μια ή περισσότερες περιόδους, όπου κάθε περίοδος είναι ένα χρονικό διάστημα κατά την διάρκεια του χρονικού άξονα. Κάθε περίοδος έχει τον δικό της χρόνο έναρξης, την διάρκεια της και αποτελείται από ένα ή περισσότερα adaptation sets. Το κάθε adaptation παρέχει πληροφορίες για ένα ή περισσότερα συστατικά και τις εναλλακτικές κωδικοποιήσεις για τα συστατικά αυτά. Κάθε adaptation set περιλαμβάνει συνήθως πολλαπλές αναπαραστάσεις. Μια αναπαράσταση είναι ουσιαστικά μια κωδικοποιημένη εναλλακτική του ίδιου συστατικού. Η αναπαράσταση αυτή διαφέρει από τις άλλες ως προς το εύρος ζώνης, το resolution, τον αριθμό των καναλιών ή και άλλα πολλά χαρακτηριστικά. Κάθε αναπαράσταση αποτελείται από ένα ή πολλά segments. Το κάθε segment έχει ένα URL το οποίο είναι μια διευθυνσιοδοτημένη θέση στον server, το οποίο μπορεί να κατέβει μέσω HTTP GET request.

3.1.3 Μορφή των Segments

Το περιεχόμενο είναι προσβάσιμο μέσω μιας συλλογής από segments. Ένα segment ορίζεται ως το σώμα της απόκρισης στο HTTP GET του DASH client. Ένα συστατικό είναι κωδικοποιημένο και μοιράζεται σε πολλά segments. Το πρώτο segment δεν περιλαμβάνει καθόλου πραγματικά δεδομένα για το πολυμέσο. Είναι συνήθως ένα segment αρχικοποίησης που περιλαμβάνει τις απαιτούμενες πληροφορίες για το πώς το αποκωδικοποιητής του DASH θα εκκίνηση στην μεριά του client. Στη συνέχεια το stream διαιρείται σε ένα ή περισσότερα συνεχόμενα segments όπου το καθένα έχει ένα μοναδικό URL, ένα δείκτη, ώρα

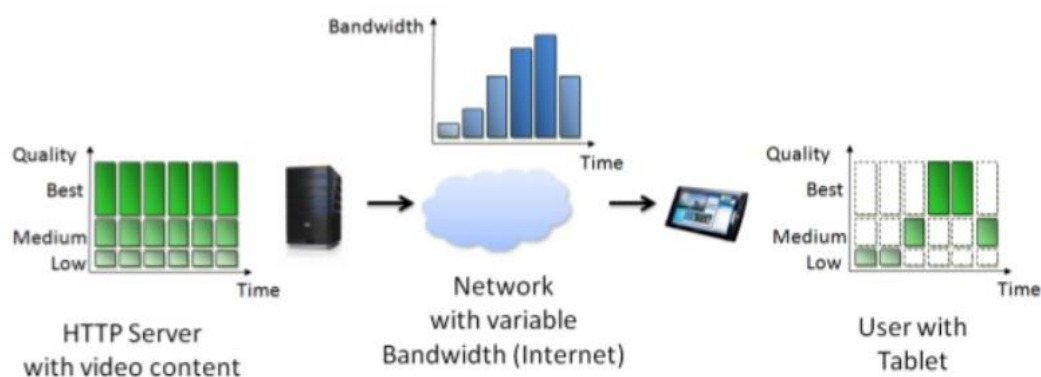
έναρξης και διάρκεια. Επίσης κάθε segment περιέχει τουλάχιστο ένα σημείο πρόσβασης το οποίο μπορεί να είναι τυχαίας προσπέλασης ή switch-to-point στο stream και η αποκωδικοποίηση μπορεί να αρχίσει χρησιμοποιώντας δεδομένα μόνο από αυτό το σημείο, προς τα εμπρός. Για να είναι επιτρεπτό το κατέβασμα αυτών των segments σε πολλαπλά μέρη, καθορίζεται μια μέθοδος για σηματοδότηση των sub segments χρησιμοποιώντας ένα index box. Αυτό το index box περιγράφει τα sub segments καθώς και σημεία πρόσβασης του stream στο segment, σηματοδοτώντας της διάρκεια και το byte offset τους. Ο πελάτης DASH μπορεί να χρησιμοποιήσει την πληροφορία αυτή για να ζητήσει τα sub segments χρησιμοποιώντας HTTP GETS.



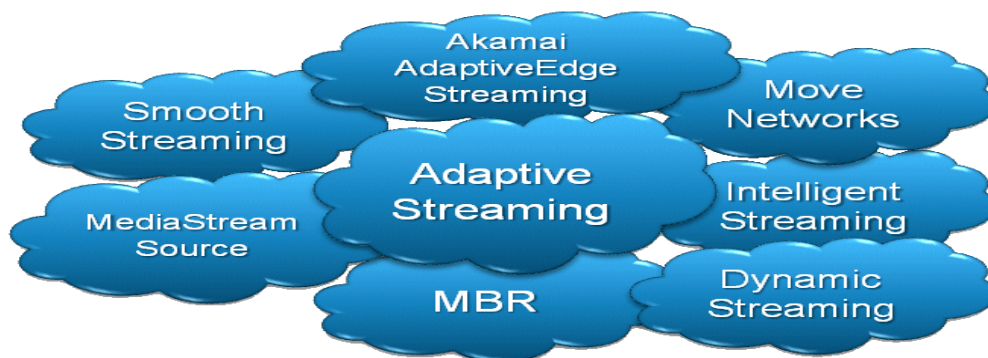
3.2. Adaptive bitrate streaming

Το διαθέσιμο εύρος ζώνης στο διαδίκτυο είναι κάτι εξαιρετικά μεταβλητό. Για να διαχειριστούμε αυτό το χαρακτηριστικό των δικτύων, και να μπορούμε να προσφέρουμε την καλύτερη δυνατή ποιότητα εικόνας σε ένα καλό εύρος ζώνης, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας adaptive streaming τεχνολογίας. Για να κάνουμε stream επαγγελματικό περιεχόμενο, όπως για παράδειγμα ένα βίντεο με ιατρικά

δεδομένο, μέσω του διαδικτύου, μια κοινή προσέγγιση είναι το HTTP Adaptive Streamed (HAS). Τα adaptive bitrate streaming συστήματα λειτουργούν ανιχνεύοντας το εύρος ζώνης του χρήστη καθώς επίσης και την χωρητικότητα του CPU του σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να μπορούν να προσαρμόσουν την ποιότητα του βίντεο που θα γίνει stream ανάλογα. Επομένως το βίντεο κωδικοποιείται σε διαφορετικές μορφές και διαφορετικές ποιότητες. Τα HTTP adaptive streaming συστήματα μεταφέρουν τα δεδομένα τους μέσω του πρωτοκόλλου HTTP. Ένα βίντεο χωρίζεται σε μικρά μη-επικαλυπτόμενα διαστήματα σε μια ακολουθία, μήκους μεταξύ ενός και δέκα δευτερολέπτων, και κάθε χρονικό διάστημα κωδικοποιείται σε διαφορετικά bit rates. Ο χρήστης ενός HTTP adaptive streaming συστήματος ζητά τα κομμάτια αυτά μέσω του HTTP και συνήθως το πρώτο κομμάτι στέλνεται σε ένα χαμηλό bit rate. Εάν τα κομμάτια παραδίδονται συστηματικά σε χρόνο μικρότερο από το μήκος του διαστήματος, ο Αλγόριθμος Προσδιορισμού του ρυθμού (RDA) στον πελάτη επιλέγει έναν υψηλότερο ρυθμό bit για το επόμενο κομμάτι.



Υπάρχουν πολλές υλοποιήσεις του HTTP adaptive Streaming τις οποίες θα δούμε πιο κάτω.



3.2.1. Adobe HTTP Dynamic Streaming

Το HTTP Dynamic Streaming είναι μια διαδικασία αποδοτικής μετάδοσης βίντεο streaming στον χρήστη με δυναμικό switching μέσω διαφορετικών streams που ποικίλουν ως προς την ποιότητα και το μέγεθος κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής του βίντεο. Αυτό παρέχει στους χρήστες την καλύτερη δυνατή εμπειρία αναπαραγωγής την οποία μπορεί να υποστηρίξει το εύρος ζώνης τους και η μηχανή που χρησιμοποιούν. Ένας άλλος κύριος στόχος του είναι να κάνει την διαδικασία αναπαραγωγής ομαλή και απρόσκοπτη στους χρήστες, έτσι ώστε όταν είναι αναγκαία η προς τα κάτω ή προς τα πάνω κλιμάκωση της ποιότητας του stream να μην ενοχλείται η κανονική ροή της αναπαραγωγής. Τέλος, προσφέρει υψηλή ποιότητα βίντεο H.264 ή VP6.

3.2.2. Apple HTTP Adaptive Streaming

Το HTTP Live Streaming (HLS) είναι media streaming communication πρωτόκολλο βασισμένο στο HTTP το οποίο υλοποιείται από την Apple Inc. Το HLS υποστηρίζει τόσο την ζωντανή μετάδοση βίντεο όσο και βίντεο σε ζήτηση (on demand). Λειτουργεί, σπάζοντας τα streams ή τα συστατικά του βίντεο σε μικρά MPEG2-TS files με πολλαπλά bit rates και δίνει διάρκεια χρησιμοποιώντας ένα stream ή file τεμαχιστή. Την υλοποίηση ενός τέτοιου τεμαχιστή παρέχει και η Apple. Ο τεμαχιστής είναι επίσης υπεύθυνος για την παραγωγή ενός συνόλου από index files με M3U8 format το οποίο λειτουργεί σαν playlist αρχείο για τα κομμάτια του βίντεο. Κάθε λίστα σχετίζεται με ένα δεδομένο bitrate και περιέχει τις διευθύνσεις URL στα κομμάτια με το συγκεκριμένο bitrate .

3.2.3. Microsoft Smooth Streaming

Το Microsoft Smooth Streaming είναι μια επέκταση του IIS Media Service το οποίο επιτρέπει να γίνεται adaptive streaming στον χρήστη μέσω HTTP. Εισάχθηκε για πρώτη φορά από την Microsoft τον Οκτώβριο του 2008 σαν κομμάτι της αρχιτεκτονικής Silverlight. Δυναμικά, παρακολουθεί το τοπικό εύρος ζώνης και την απόδοση του βίντεο rendering, και με αυτό τον τρόπο το Smooth Streaming

είναι ικανό να βελτιστοποιεί το περιεχόμενο της αναπαραγωγής με την αλλαγή της ποιότητας του βίντεο σε πραγματικό χρόνο. Η Microsoft κατάφερε επιτυχώς την παράδοση τόσο της μετάδοσης βίντεο σε πραγματικό χρόνο όσο και την on-demand παράδοση 1080p HD video με το Smooth Streaming σε χρήστες του Silverlight .

3.2.4 Akamai adaptive edge streaming

Το Adaptive Media Delivery[8] της Akamai επιτρέπει στους content delivery network operators να παρέχουν άμεση, υψηλής ποιότητας, αδιάκοπη πρόσβαση σε υπηρεσίες streaming βίντεο σε οποιαδήποτε συσκευή, οπουδήποτε. Βελτιστοποιημένη για Adaptive Bitrate streaming, αυτή η λύση της Akamai επιτρέπει υπηρεσίες video streaming σε μια ευρεία ποικιλία τύπων δικτύου, σταθερών και κινητών, μέσω μιας σειράς ταχυτήτων σύνδεσης. Προσφέροντας εξαιρετική διαθεσιμότητα, κλιμάκωση, αξιοπιστία και προσβασιμότητα, η υπηρεσία Adaptive Media Delivery παρέχει υπηρεσίες streaming video σε μορφές που περιλαμβάνουν το Smooth Streaming της Microsoft, το HDS της Adobe, το HLS της Apple και τη μορφή MPEG-DASH.



Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία

4.1 Περιγραφή

4.2. Παραμέτροι αξιολόγησης

4.2.1. Buffer length

4.2.2. Bitrate Downloading

4.2.3. Dropped Frames

4.2.4. Latency

4.2.5. Download time

4.3. NetLimiter

4.3.1 NetLimiter Features

Γνωρίζοντας τα πρότυπα κωδικοποίησης που χρησιμοποιήσουν οι players που χρησιμοποιούμε καθώς και τις λειτουργίες που μας προσφέρουν σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια περιγραφή για τις διάφορες παραμέτρους αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Οι παράμετροι αυτοί έχουν σχέση με την ποιότητα των βίντεο σε σχέση με το εύρος ζώνης που χρησιμοποιούν τα βίντεο για την συγκεκριμένη ποιότητα. Επίσης θα γίνει λεπτομερής περιγραφή του προγράμματος NetLimiter το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση αυτής της εργασίας.

4.1. Περιγραφή

Οι τεχνολογίες του διαδικτύου καθημερινά αναπτύσσονται ραγδαία και έτσι ο κόσμος πλέον έχει μεγαλύτερες ταχύτητες διαδικτύου όπως επίσης και μεγαλύτερο εύρος ζώνης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η προσαρμοστική μετάδοση βίντεο να γίνεται ακόμη πιο καλή. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που το δίκτυο δεν είναι σταθερό και υπάρχουν ταλαντεύσεις στο διαθέσιμο εύρος ζώνης. Με την χρήση του προγράμματος NetLimiter μπορέσαμε να περιορίσουμε το εύρος ζώνης του δικτύου μας έτσι ώστε να παρατηρήσουμε πως αντιδρά ο κάθε player ξεχωριστά σε διάφορες παραμέτρους που θα αναλύσουμε πιο κάτω.

4.2. Παράμετροι αξιολόγησης

Για την αξιολόγηση της εικόνας του βίντεο θα χρησιμοποιηθούν παράμετροι όπως το buffer length, το Bitrate Downloading, Index Downloading, current Index και Max index, τα Dropped Frames, το Latency, το download time και το ratio του segment.

4.2.1 Buffer Length

Το buffer length είναι η ποσότητα του περιεχομένου βίντεο σε δευτερόλεπτα για τη δημιουργία προσωρινής μνήμης στον υπολογιστή ή τη συσκευή του χρήστη, πριν αρχίσει η αναπαραγωγή του βίντεο. Το buffer length δεν είναι απαραίτητα ο χρόνος που ο χρήστης θα πρέπει να περιμένει μέχρι να ξεκινήσει η αναπαραγωγή του βίντεο. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει 500kbps video stream και το buffer length είναι ρυθμισμένο στα 3 δευτερόλεπτα, τότε χρειάζεται να κατεβεί και να αποθηκευτεί προσωρινά στο cache πριν από την έναρξη του βίντεο, 1.500 kilobits (ισοδύναμο με 187.500 bytes ή 183 KB) του αρχείου που θα αναπαραχθεί. Εάν η ταχύτητα σύνδεσης είναι 1500Kbps, τότε ο χρόνος αναμονής θα είναι μόνο ένα δευτερόλεπτο πριν αρχίσει η αναπαραγωγή του βίντεο, επειδή αυτός είναι ο χρόνος που θα χρειαζόταν για την αποθήκευση 3 δευτερολέπτων βίντεο 500 Kbps. Ωστόσο, αν διαθέτετε σύνδεση 100 Kbps η αναμονή θα είναι 15 δευτερόλεπτα για τα πρώτα τρία δευτερόλεπτα του βίντεο για να γίνει buffer.

4.2.2. Bitrate Downloading

Ένα βίντεο bitrate είναι ο αριθμός των bits που επεξεργάζονται σε μια μονάδα χρόνου. Τα Video data rates δίνονται σε bits ανά δευτερόλεπτο. Ο ρυθμός δεδομένων για ένα αρχείο βίντεο είναι το bitrate. Έτσι, μια προδιαγραφή του data rate για το περιεχόμενο ενός βίντεο που τρέχει με ταχύτητα 1 megabyte ανά δευτερόλεπτο θα δίνεται ως bitrate 8 megabit ανά δευτερόλεπτο (8 mbps). Το bitrate για ένα βίντεο HD Blu-ray είναι συνήθως της τάξης των 20 mbps, το DVD τυπικής ευκρίνειας είναι συνήθως 6 mbps, το βίντεο web υψηλής ποιότητας εκτελείται συνήθως στα 2 mbps και το βίντεο για τηλέφωνα δίνεται συνήθως στα kilobits (Kbps).

4.2.3. Dropped Frames

Τα dropped frames είναι η τα frames τα οποία χάνονται κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής του βίντεο. Αυτό σημαίνει ότι η σύνδεσή με τον server δεν είναι σταθερή ή δεν μπορεί ο υπολογιστής να συμβαδίσει με το ρυθμιζόμενο bitrate. Εξαιτίας αυτών το πρόγραμμα αναγκάζεται να αποβάλει ορισμένα από τα πλαίσια βίντεο για να αντισταθμίσει. Ο μεγάλος αριθμός dropped frames μπορεί να οδηγήσει στην αποσύνδεση από τον streaming server. Επίσης εάν το δίκτυο αντιμετωπίζει προβλήματα σύνδεσης όπως τυχαίες αποσυνδέσεις λόγω του firewall / anti-virus / security software και routers τα Dropped frames θα αυξηθούν.

4.2.4. Latency

Latency είναι το χρονικό διάστημα μεταξύ της στιγμής λήψης ενός πλαισίου και της στιγμής που εμφανίζεται το πλαίσιο. Το low latency είναι ένας στόχος σχεδιασμού για οποιοδήποτε σύστημα όπου υπάρχει αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο με το περιεχόμενο βίντεο. Η ελάχιστη, μέση και μέγιστη καθυστέρηση στα 4 ζητούμενα segments θα καταγράφεται.

4.2.5. Download time

Το download time είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα από το πρώτο BYTE που λαμβάνεται μέχρι το τελευταίο byte. Ο ελάχιστος, μέσος και μέγιστος χρόνος λήψης για τα 4 τελευταία ζητούμενα segments θα καταγράφεται.

4.3.NetLimiter

Το NetLimiter 4[7] είναι ένα πρόγραμμα λογισμικού που αναπτύχθηκε από την Locktime Software s.r.o. Η πιο κοινή έκδοση είναι 4.0.9.0, με πάνω από το 98% όλων των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούν αυτήν την έκδοση. Προσθέτει καταχώρηση μητρώου για τον τρέχοντα χρήστη, η οποία θα επιτρέψει στο πρόγραμμα να ξεκινήσει αυτόματα κάθε φορά που γίνεται επανεκκίνηση. Κατά την εγκατάσταση, το λογισμικό προσθέτει μια υπηρεσία των Windows που έχει σχεδιαστεί για να εκτελείται συνεχώς στο παρασκήνιο. Η χειροκίνητη διακοπή της υπηρεσίας έχει δει να προκαλέσει το πρόγραμμα να σταματήσει να λειτουργεί σωστά. Το NetLimiter είναι λογισμικό διαμόρφωσης και παρακολούθησης της κυκλοφορίας από τον πελάτη για το λειτουργικό σύστημα των Windows. Σε αντίθεση με τα περισσότερα βοηθητικά προγράμματα διαμόρφωσης της κυκλοφορίας, τα οποία βασίζονται αποκλειστικά σε hardware που το διαχειρίζεται, το NetLimiter είναι μια λύση μόνο για λογισμικό. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι είναι λιγότερο δαπανηρό να αναπτυχθεί, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε δυσκολότερη διαχείριση της χρήσης του σε περισσότερους από έναν υπολογιστές. Το NetLimiter χρησιμοποιείτε για την ρύθμιση των ορίων download/upload transfer rates για εφαρμογές ή ακόμα και για ενιαία σύνδεση και να παρακολουθείτε την κυκλοφορία τους στο διαδίκτυο. Μαζί με αυτό το μοναδικό χαρακτηριστικό, το Netlimiter προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύνολο στατιστικών εργαλείων διαδικτύου. Περιλαμβάνει τη μέτρηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και τις μακροπρόθεσμες στατιστικές επισκεψιμότητας μέσω διαδικτύου ανά εφαρμογή.

4.3.1.NetLimiter Features

Το NetLimiter[7] σας παρέχει πλήρη έλεγχο δικτύου στον υπολογιστή. Παρέχει στο χρήστη την δυνατότητα να αποφασίσει πού να συνδεθεί η εφαρμογή και πόσο γρήγορα θα είναι αυτές οι συνδέσεις. Επίσης παρέχει:

- Πλήρη έλεγχο του εύρους ζώνης Internet σε εφαρμογές και υπολογιστές
- Ισχυρός αποκλεισμός σύνδεσης
- Μακροχρόνια στατιστικά στοιχεία κίνησης στο διαδίκτυο
- Πλήρως προσαρμόσιμη συμπεριφορά χρησιμοποιώντας τους κανόνες και τα φίλτρα που ορίζονται από το χρήστη

The screenshot displays the NetLimiter 4 application window. The main interface is divided into several sections. At the top, there's a menu bar with 'FILE', 'TOOLS', 'WINDOW', and 'HELP'. Below it, a status bar shows 'Units: KB' and three checked options: 'Blocker On', 'Limiter On', and 'Priorities On'. The central part of the window features a 'Tabs' section with 'Activity', 'Filters', 'Applications', 'Networks', 'Rules', 'Blocker', and 'Priorities'. The 'Activity' tab is active, showing a list of network connections. The table has columns for 'Name', 'DL Rate', 'UL Rate', 'Priority', 'DL Limit', and 'UL Limit'. The connections listed include 'DESKTOP-N9NJ9BB', 'Internet', 'LocalNetwork', 'Device Association Framework', 'Google Chrome', 'Host Process for Windows S', 'Iavasofttcpsservice.exe', 'McAfee Service Host', 'NVIDIA Network Stream Ser', 'NVIDIA Streamer Service', 'system', 'Windows Explorer', and 'WPS Writer'. On the right side, there's an 'Info View' section with 'Rules' and 'Tools' tabs. The 'Rules' tab is active, showing an 'Empty' list of rules. The 'Tools' tab has options for 'Traffic stats', 'Delete rules', and 'Kill connections'.

Name	DL Rate Auto Units	UL Rate Auto Units	Priority	DL Limit Auto Units	UL Limit Auto Units
DESKTOP-N9NJ9BB	57.25 KB/s	29.08 KB/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
Internet	22.96 KB/s	208 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
LocalNetwork	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
Device Association Framework	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
Google Chrome	19.35 KB/s	230 B/s	Normal	10 KB/s	5 KB/s
Host Process for Windows S	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
Iavasofttcpsservice.exe	26.63 KB/s	34.2 KB/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
McAfee Service Host	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
NVIDIA Network Stream Ser	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
NVIDIA Streamer Service	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
system	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
Windows Explorer	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s
WPS Writer	0 B/s	0 B/s	Normal	5 KB/s	5 KB/s

Κεφάλαιο 5

Σενάρια Αξιολόγησης

5.1. Καθορισμός σεναρίων

5.1.1. Σενάρια προτεραιότητας και download rate

5.1.2. Βίντεο Σεναρίων

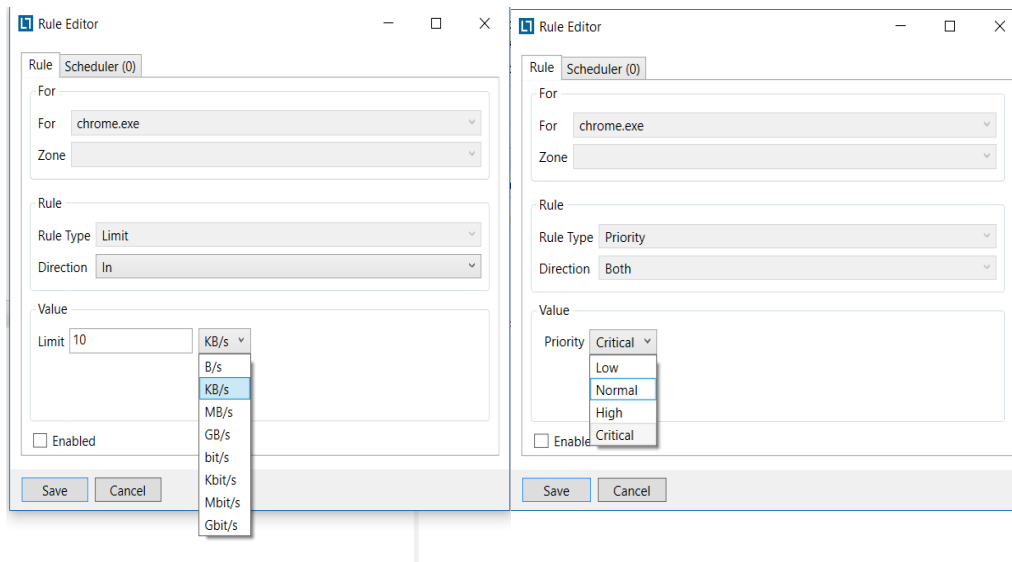
5.1.2.a Πρώτο Βίντεο

5.1.2.β Δεύτερο βίντεο

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δημιουργήσουμε τα σενάρια με τα οποία θα γίνουν οι συγκρίσεις των δύο players

5.1. Καθορισμός σεναρίων

Η εφαρμογή NetLimiter μας δίνει την δυνατότητα να δημιουργήσουμε αρκετά σενάρια τροποποιώντας το διαθέσιμο υφιστάμενο bandwidth μας, μειώνοντας και αυξάνοντας ανάλογα το download limit. Επίσης μας παρέχει την δυνατότητα να δίνουμε κάποιες τιμές προτεραιότητας όπως χαμηλή, κανονική, υψηλή και critical στην περιοχή που θέλουμε να ελέγξουμε.



5.1.1. Σενάρια προτεραιότητας

1° Σενάριο

Στο πρώτο σενάριο θα έχουμε το priority της εφαρμογής google chrome στην οποία θα τρέχουν οι players μας σε normal,low,high και critical και θα έχουμε αμετάβλητο το download rate χωρίς κάποιο περιορισμό.

2° Σενάριο

Στο δεύτερο σενάριο α έχουμε το priority της εφαρμογής google chrome στην οποία θα τρέχουν οι players μας σε normal,low,high και critical και θα μεταβάλουμε το download rate σε χαμηλότερο από το διαθέσιμο

3° Σενάριο

Στο τρίτο σενάριο θα έχουμε το priority της εφαρμογής google chrome στην οποία θα τρέχουν οι players μας σε normal,low,high και critical και θα μεταβάλουμε το download rate σε σχεδόν μηδαμινό download rate

4° Σενάριο

Στο τέταρτο σενάριο θα έχουμε το priority της εφαρμογής google chrome στην οποία θα τρέχουν οι players μας σε normal και θα εναλλάσσουμε κάθε λίγα λεπτά το διαθέσιμο download rate

5.1.2. Βίντεο Σεναρίων

Για την υλοποίηση των σεναρίων έγινε χρήση 2 βίντεο τα οποία έχουν ανήκουν στην πιο κάτω υποκατηγορία

- All video representations with same spatial resolution encoded at different bitrates with a single audio representation

Τα πιο κάτω βίντεο κωδικοποιήθηκαν από την DASHIF[9] και διατέθηκαν για σκοπούς test cases.

5.1.2.a Πρώτο Βίντεο



Διαθέσιμα bitrates:

150kbps, 250kbps, 350kbps, 750kbps

5.1.2.β Δεύτερο βίντεο



Διαθέσιμα bitrates:

453kbps,704kbps1005kbps,1600kbps

Κεφάλαιο 6

Ανάλυση των αποτελεσμάτων

6.1. Συγκρίσεις και η ανάλυση των αποτελεσμάτων

6.2. One resolution multi bit-rates

6.2.1. Πρώτο Σενάριο

6.2.2. Δεύτερο Σενάριο

6.2.3. Τρίτο Σενάριο

6.2.4. Τέταρτο Σενάριο

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα αποτελέσματα των σεναρίων που έχουμε δημιουργήσει. Για την ανάλυση και την σύγκριση θα παρουσιαστούν γραφικές παραστάσεις που θα δείχνουν στατιστικά στοιχεία για τις παραμέτρους αξιολόγησης που χρησιμοποιήσαμε

6.1. Συγκρίσεις και η ανάλυση των αποτελεσμάτων

Οι συγκρίσεις που θα γίνουν θα αφορούν τις παραμέτρους buffer length, το Bitrate Downloading, τα Dropped Frames, το Latency, το download time και το ratio του segment οι οποίες θα εξαχθούν από τα σενάρια που θα εκτελεστούν για τα δύο βίντεο. Τα σενάρια θα επαναληφθούν για τις τρεις κατηγορίες των βίντεο οι οποίες αναφέρθηκαν πιο πάνω οι οποίες είναι buffer length, το Bitrate Downloading, τα Dropped Frames, το Latency και το download time και το ratio του segment

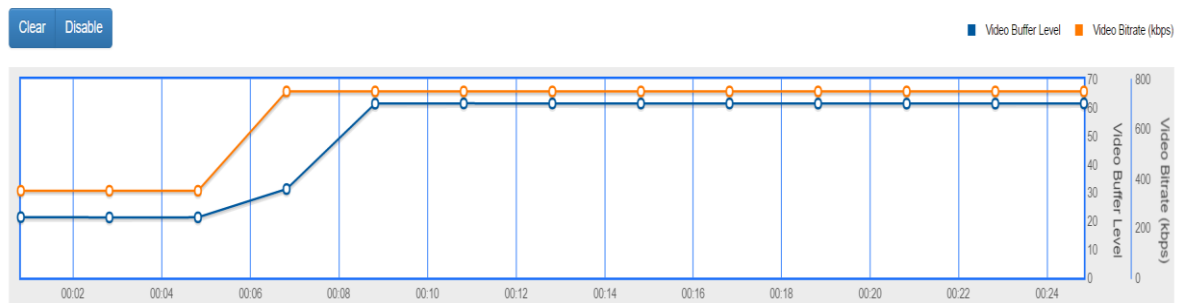
- Το βίντεο είναι κωδικοποιημένο σε ένα resolution με πολλά διαφορετικά bit-rates

6.2 One resolution multi bit-rates

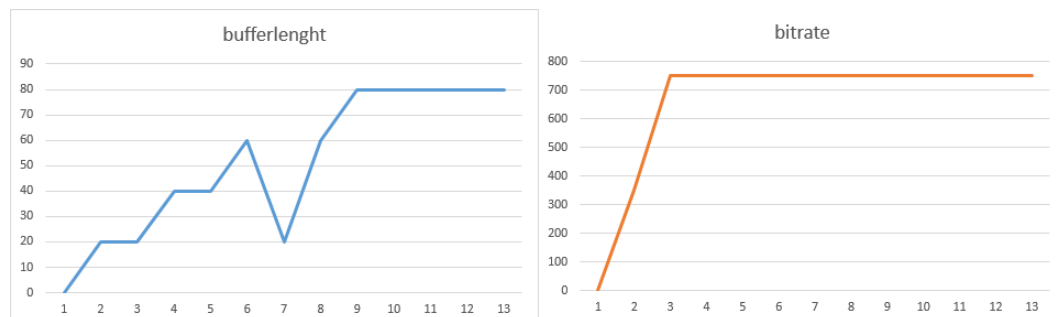
Τα βίντεο είναι κωδικοποιημένο σε ένα resolution με πολλά διαφορετικά bit-rates

6.2.1 Σενάριο 1^ο

Πρώτο βίντεο(AKAMAI)



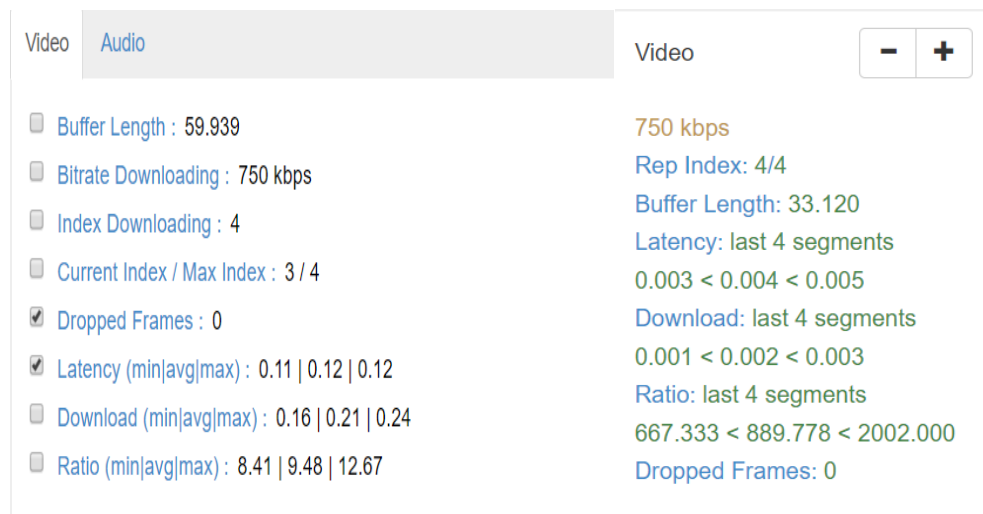
Πρώτο βίντεο(DASHIF)



Σε αυτό το σενάριο είχαμε όλο το διαθέσιμο bandwidth με download rate γύρω στα 100KB/s και ορίσαμε την προτεραιότητα ως normal. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι δύο players να έχουν ακριβώς την ίδια απόδοση όπως βλέπουμε στις γραφικές παραστάσεις. Στα πρώτα 2 δευτερόλεπτα και οι δύο players προβάλλουν το βίντεο έχοντας buffer length περίπου στο 20-30 και το video bit-rate είναι στα 350 Kbps. Ακολούθως και αφού έχουν σταθερό download rate το buffer length κυμαίνεται στο 60-80 και σταθεροποιείται ενώ το bit-rate και στα δύο σταθεροποιείται στα 750kbps

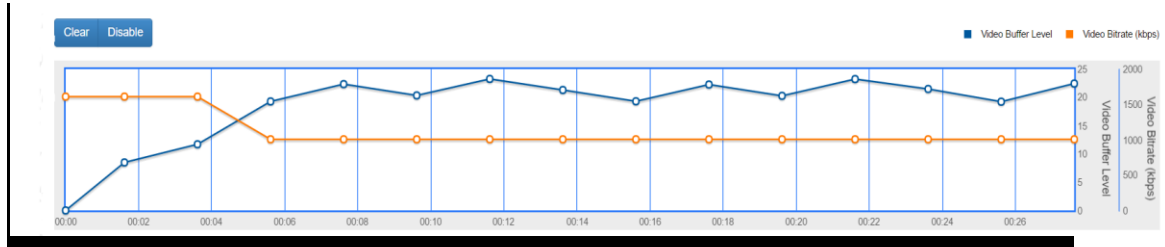
AKAMAI

DASHIF

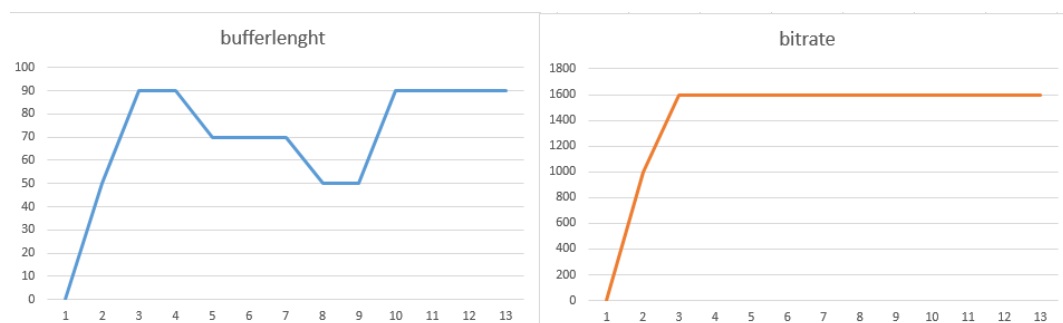


Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές είναι σταθερές και σχεδόν μηδαμινές και για τους δύο players.

Δεύτερο βίντεο(AKAMAI)



Δεύτερο βίντεο (DASHIF)



Όπως παρατηρούμε και το δεύτερο βίντεο δεν κυμαίνεται στις επιδόσεις του πρώτου βίντεο. Στα πρώτα 4 δευτερόλεπτα ο Akamai player προβάλλει το βίντεο έχοντας buffer length περίπου στο 10-15 και ακολούθως σταθεροποιείται στα 22. Το video bit-rate είναι αρχικά στα 1600 Kbps και ακολούθως σταθεροποιείται στα 1000Kbps. Στα πρώτα 4 δευτερόλεπτα και ο dashif player προβάλλει το βίντεο έχοντας buffer length περίπου στο 10-20 και ακολούθως σταθεροποιείται στα 90, το video bit-rate είναι αρχικά στα 1000 Kbps και ακολούθως σταθεροποιείται στα 1600Kbps.

Ακολούθως και αφού έχουν σταθερό download rate το buffer length κυμαίνεται στο 80-90 και 20-25 αντίστοιχα και σταθεροποιείται ενώ το bit-rate και στα δύο σταθεροποιείται στα 1600kbps και 1000kbps αντίστοιχα.

AKAMAI

DASHIF

Video	Audio	Video	-	+
☒ Buffer Length : 24.961		1610 kbps		
☒ Bitrate Downloading : 1006 kbps		Rep Index: 4/4		
☐ Index Downloading : 3		Buffer Length: 84.689		
☐ Current Index / Max Index : 3 / 4		Latency: last 4 segments		
☐ Dropped Frames : 0		0.097 < 0.112 < 0.134		
☐ Latency (min avg max) : 0.00 0.00 0.01		Download: last 4 segments		
☐ Download (min avg max) : 0.00 0.01 0.01		1.106 < 1.263 < 1.611		
☐ Ratio (min avg max) : 551.48 902.42 1654.43		Ratio: last 4 segments		
		3.081 < 3.931 < 4.488		
		Dropped Frames: 0		

Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές είναι σταθερές και σχεδόν μηδαμινές και για τους δύο players.

Το ίδιο σενάριο το εκτελέσαμε και με τα 4 διαφορετικά priority τα οποία είχαν και στα 4 τα ίδια σχεδόν αποτελέσματα. Αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς οι players είχαν διαθέσιμο ολόκληρο το bandwidth για την αναπαραγωγή των δύο βίντεο.

6.2.2 Σενάριο 2°

75KB/S download rate

Application properties

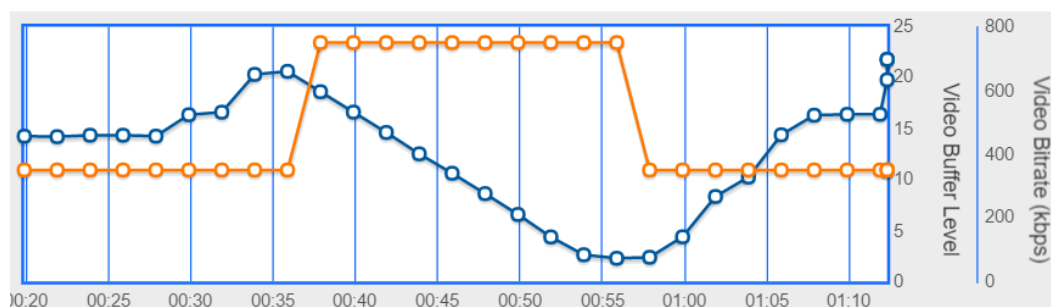
Name: Google Chrome
Product: Google Chrome
Version: 57.0.2987.133
Company: Google Inc.

Rules

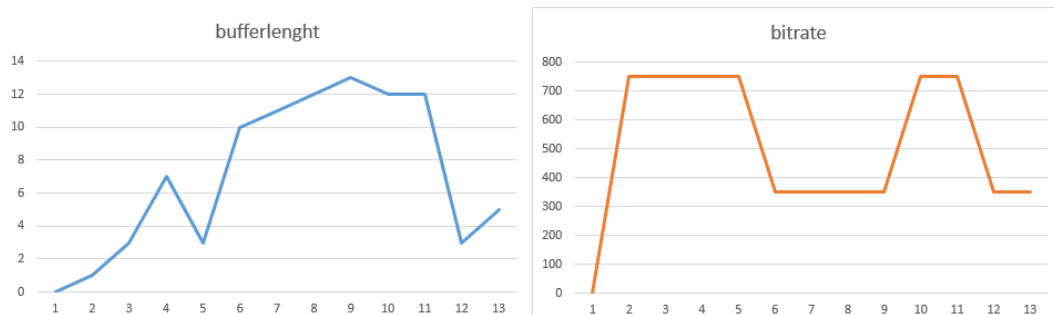
Type	Dir	For	Value	State	Notes
Limit	In	chrome.exe	75 KB/s	Active	
Priority	Both	chrome.exe	Low	Disabled	

[Add rule](#) [Edit rule](#) [Delete rule](#)

Πρώτο βίντεο(ΑΚΑΜΑΙ)



Πρώτο βίντεο(DASHIF)



Σε αυτό το σενάριο είχαμε περιορισμένο διαθέσιμο bandwidth με download rate γύρω στα 75KB/s και ορίσαμε την προτεραιότητα ως normal. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι δύο players να μην έχουν την ίδια απόδοση όπως βλέπουμε στις γραφικές παραστάσεις. Στα πρώτα δευτερόλεπτα και οι δύο players προβάλλουν το βίντεο έχοντας χαμηλό buffer length περίπου στο 10-15 και το video bit-rate είναι το μέγιστο δηλαδή στα 750 Kbps. Ακολούθως και αφού έχουν download rate μειωμένο οι players μειώνουν το bitrate του βίντεο στα 350Kbps έτσι ώστε το buffer length να κυμανθεί σε πιο ψηλά επίπεδα και να υπάρχει συνεχή εικόνα προς τον πελάτη. Ο Akamai player σταθεροποιεί το download bitrate και προβάλλει συνεχώς με 350Kbps έχοντας πάντα ψηλά και γεμάτο το buffer length του. Σε αντίθεση ο DASHIF player όταν το buffer length του βρίσκεται σε ψηλά επίπεδα εναλλάσσεται μεταξύ 350 και 750 Kbps.

AKAMAI

Video **Audio**

- ☒ Buffer Length : 21.79
- ☒ Bitrate Downloading : 350 kbps
- ☐ Index Downloading : 3
- ☐ Current Index / Max Index : 3 / 4
- ☐ Dropped Frames : 0
- ☐ Latency (min|avg|max) : 0.17 | 0.20 | 0.26
- ☐ Download (min|avg|max) : 0.70 | 1.14 | 1.49
- ☐ Ratio (min|avg|max) : 1.34 | 1.75 | 2.87

DASHIF

Video

350 kbps

Rep Index: 3/4

Buffer Length: 11.312

Latency: last 4 segments
 $0.209 < 0.273 < 0.341$

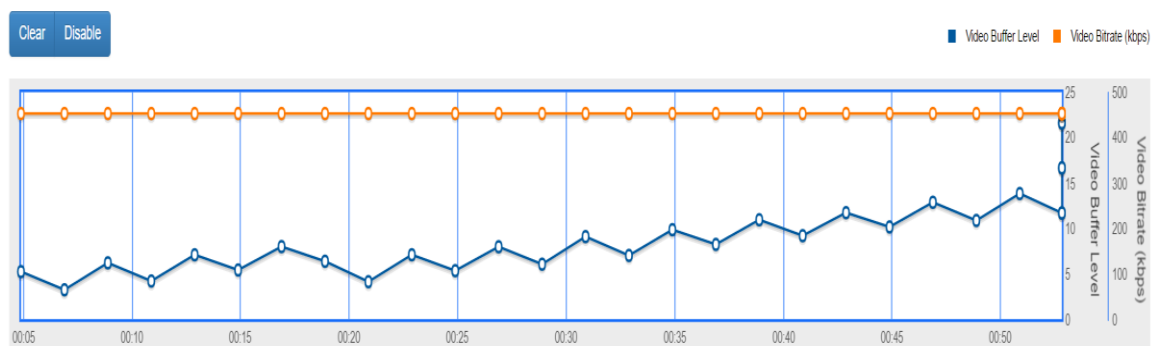
Download: last 4 segments
 $0.451 < 0.752 < 0.900$

Ratio: last 4 segments
 $2.224 < 2.660 < 4.439$

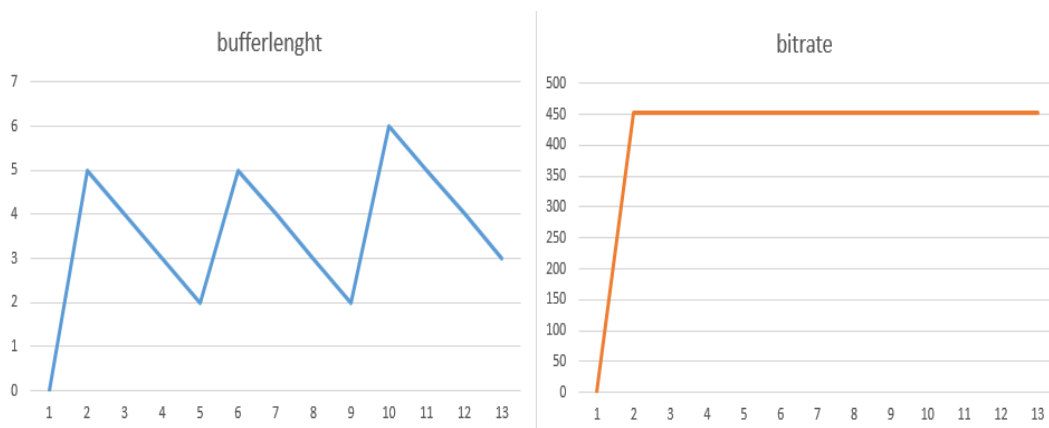
Dropped Frames: 1

Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές και για τους δύο players αυξάνονται. Ο μέσος όρος του Download Time και στους δύο players είναι μεταξύ 1-2 δευτερολέπτων κάτι που δεν υπήρχε όταν είχαν διαθέσιμο ολόκληρο το bandwidth. Επίσης παρατηρείτε ότι αυξήθηκε και το Latency φυσιολογικά λόγω του μειωμένου download rate και ο λόγος είναι ότι τα frames χρειάζονται περισσότερο χρόνο έτσι ώστε να κατεβούν. Σε αυτό το σενάριο τα dropped frames είναι περιορισμένα λόγω της σταθερότητας του δικτιού μας

Δεύτερο βίντεο(AKAMAI)



Δεύτερο βίντεο(DASHIF)



Σε αντίθεση με το πρώτο βίντεο στο δεύτερο βίντεο βλέπουμε πως και οι δύο players συμβιβάζονται στο χαμηλότερο bitrate και μεταδίδουν συνεχώς σε αυτό καθώς το bufferlength αυξομειώνετε σταθερά.

AKAMAI

DASHIF

VideoAudio

☒ Buffer Length : 21.624

☒ Bitrate Downloading : 453 kbps

☐ Index Downloading : 1

☐ Current Index / Max Index : 1 / 4

☐ Dropped Frames : 0

☐ Latency (min|avg|max) : 0.15 | 0.20 | 0.25

☐ Download (min|avg|max) : 3.50 | 3.95 | 4.48

☐ Ratio (min|avg|max) : 1.11 | 1.26 | 1.42

Video

-+

453 kbps

Rep Index: 1/4

Buffer Length: 6.5867

Latency: last 4 segments
0.141 < 0.167 < 0.194

Download: last 4 segments
3.680 < 3.823 < 3.903

Ratio: last 4 segments
1.272 < 1.298 < 1.349

Dropped Frames: 0

Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές είναι οι ίδιες με του πρώτο βίντεο.

6.2.3 Σενάριο 3^ο

5KB/s

Application properties

Name: Google Chrome
Product: Google Chrome
Version: 57.0.2987.133
Company: Google Inc.

Rules

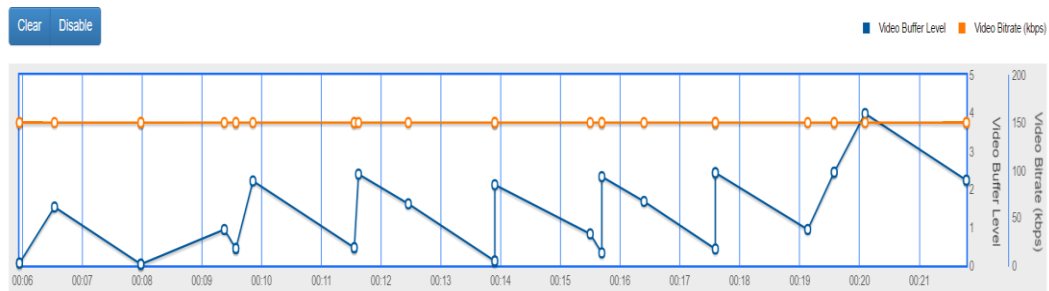
Type	Dir	For	Value	State	Notes
Limit	In	chrome.exe	5 KB/s	Active	
Priority	Both	chrome.exe	Low	Disabled	

[Add rule](#) [Edit rule](#) [Delete rule](#)

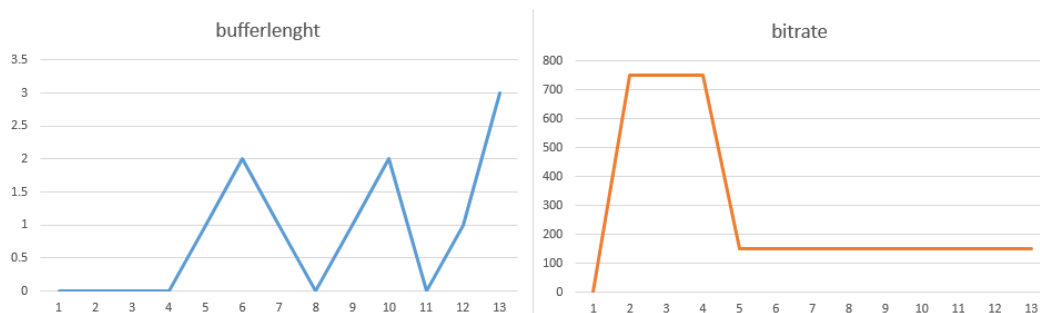
Tools

[Traffic stats](#)
[Delete rules](#)
[Kill connections](#)

Πρώτο βίντεο(AKAMAI)



Πρώτο βίντεο(DASHIF)



Σε αυτό το σενάριο είχαμε ανά πολύ περιορισμένο διαθέσιμο bandwidth με download rate γύρω στα 5KB/s και ορίσαμε την προτεραιότητα ως normal. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι δύο players να μην έχουν την ίδια απόδοση όπως βλέπουμε στις γραφικές παραστάσεις. Στα πρώτα δευτερόλεπτα και οι δύο players δεν προβάλλουν το βίντεο έχοντας μηδενικό buffer length και το video bit-rate είναι το μέγιστο δηλαδή στα 750 Kbps. Ακολούθως και αφού έχουν download rate μειωμένο οι players μειώνουν το bitrate του βίντεο στο ελάχιστο δηλαδή στα 150Kbps έτσι ώστε το buffer length να κυμανθεί σε πιο ψηλά επίπεδα και να υπάρχει συνεχή εικόνα προς τον πελάτη. Αυτό όμως δεν είναι εφικτό καθώς το buffer length δεν μπορεί να αυξηθεί λόγω του ελάχιστου download rate που έχει στην διάθεση του. Ως αποτέλεσμα και δύο players να σταματούν την αναπαραγωγή του βίντεο μέχρι να αυξηθεί το buffer length. Ο Akamai player σταθεροποιεί το download bitrate και προβάλλει από την αρχή στα 150Kbps και όταν το buffer length του είναι μηδενικό δεν προβάλλει. Σε αντίθεση ο DASHIF player προσπαθεί στα πρώτα δευτερόλεπτα να προβάλλει στα 750kbps και έτσι καθυστερεί το buffer length να γεμίσει. Όταν ο DASHIF πέφτει στα 150 kbps συμπεριφέρεται όπως τον AKAMAI αλλά με περισσότερες διακοπές.

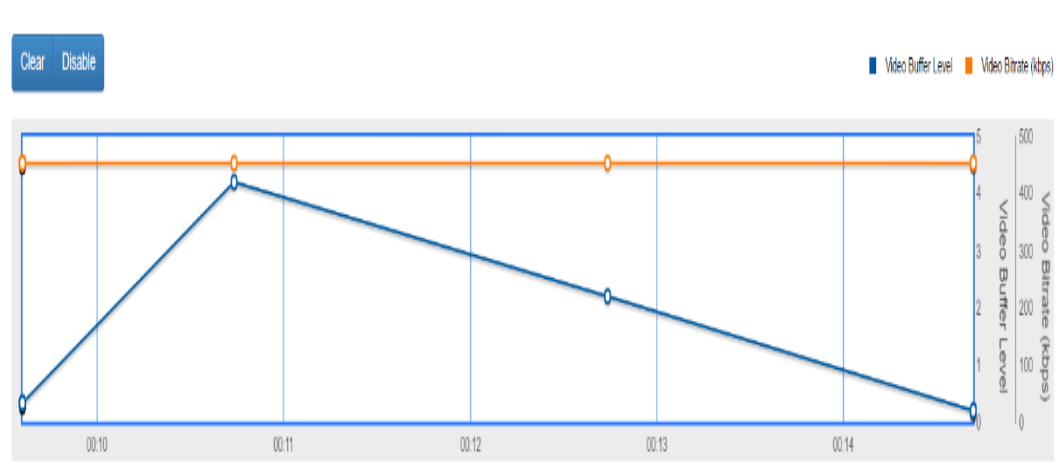
AKAMAI

DASHIF

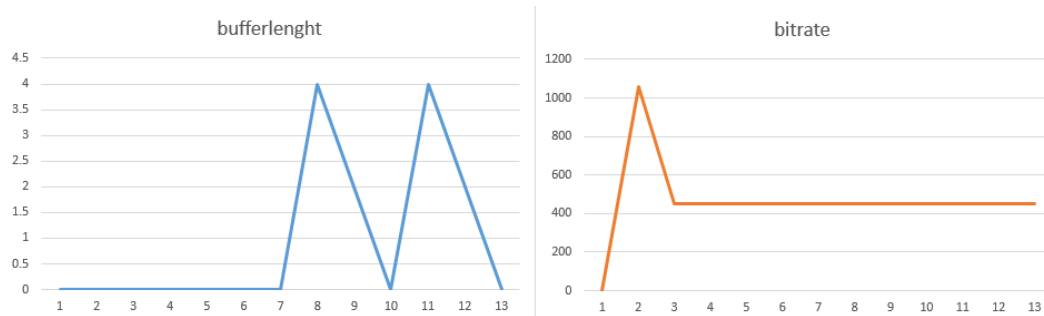
Video	Audio	Video
☒ Buffer Length : 0.382		150 kbps
☒ Bitrate Downloading : 150 kbps		Rep Index: 1/4
☐ Index Downloading : 1		Buffer Length: 0.45402
☐ Current Index / Max Index : 1 / 4		Latency: last 4 segments
☐ Dropped Frames : 0		0.256 < 0.422 < 0.851
☐ Latency (min avg max) : 0.39 0.60 0.81		Download: last 4 segments
☐ Download (min avg max) : 4.18 8.57 15.73		3.620 < 6.306 < 7.649
☐ Ratio (min avg max) : 0.13 0.23 0.48		Ratio: last 4 segments
		0.262 < 0.318 < 0.553
		Dropped Frames: 5

Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές και για τους δύο players αυξάνονται αισθητά. Ο μέσος ορός του Download Time και στους δύο players είναι μεταξύ 6-8 δευτερολέπτων κάτι που δεν υπήρχε ούτε όταν είχαν διαθέσιμο χαμηλότερο bandwidth. Επίσης παρατηρείτε ότι αυξήθηκε και το Latency φυσιολογικά λόγω του ελάχιστου download rate και ο λόγος είναι ότι τα frames χρειάζονται περισσότερο χρόνο έτσι ώστε να κατεβούν. Σε αυτό το

Δευτερο βίντεο(AKAMAI)



Δευτερο βίντεο(DASHIF)



Σε αντίθεση με το πρώτο βίντεο στο δεύτερο βίντεο βλέπουμε πως και οι δύο players συμβιβάζονται στο χαμηλότερο bitrate και δεν μεταδίδουν σχεδόν καθόλου λόγω του ότι το χαμηλότερο bitrate για αυτό το βίντεο είναι στα 403kbps και έτσι το bufferlength δυσκόλευε να αποθηκεύσει έτσι ώστε να αρχίσει η αναπαραγωγή.

AKAMAI

Video **Audio**

- ☒ Buffer Length : 0.194
- ☒ Bitrate Downloading : 453 kbps
- ☐ Index Downloading : 1
- ☐ Current Index / Max Index : 1 / 4
- ☐ Dropped Frames : 0
- ☐ Latency (min|avg|max) : 0.27 | 0.36 | 0.52
- ☐ Download (min|avg|max) : 60.21 | 62.90 | 65.47
- ☐ Ratio (min|avg|max) : 0.08 | 0.08 | 0.08

DASHIF

Video - +

453 kbps

Rep Index: 1/4

Buffer Length: 3.8983

Latency: last 2 segments
0.261 < 0.268 < 0.274

Download: last 2 segments
55.651 < 57.871 < 60.092

Ratio: last 2 segments
0.083 < 0.086 < 0.089

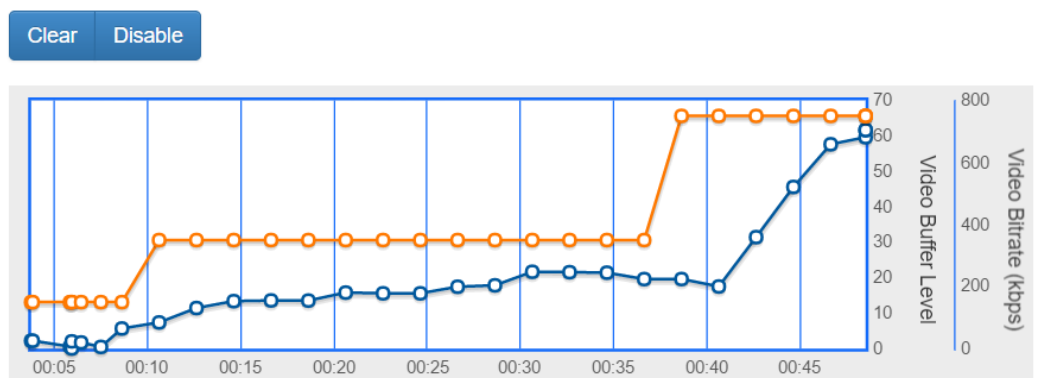
Dropped Frames: 0

Το download time για αυτό το βίντεο είναι περίπου στο ένα λεπτό κάτι που δεν επιτρέπει την ομαλή αναπαραγωγή του βίντεο. Τα dropped frames είναι μηδενικά λόγω της μη αναπαραγωγής του βίντεο.

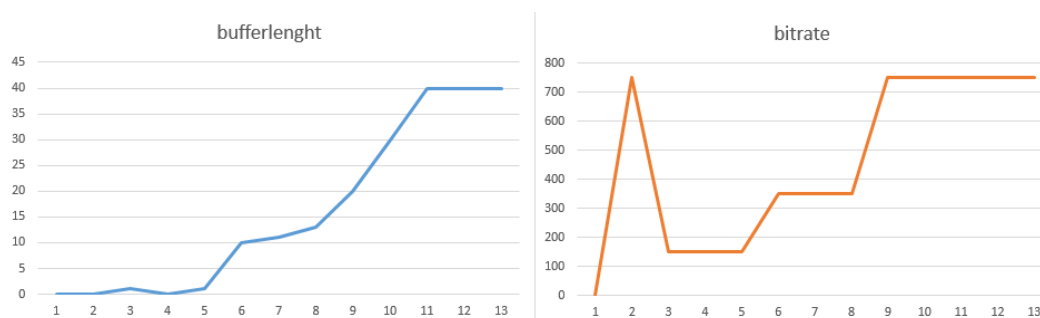
6.2.4 Σενάριο 4^ο

5KB/s → 75 KB/s → FULL

Πρώτο βίντεο(AKAMAI)



Πρώτο βίντεο(DASHIF)



Σε αυτό το σενάριο είχαμε ένα εναλλασσόμενο διαθέσιμο bandwidth με download rate που ξεκινούσε στα 5KB/s,ακολούθως το ανεβάζαμε στα 750KB/s και στο τέλος δόθηκε ολόκληρο το bandwidth ως διαθέσιμο και ορίσαμε την προτεραιότητα ως normal. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα όπως βλέπουμε στις γραφικές παραστάσεις οι δύο players να ξεκινούν χωρίς να προβάλουν το βίντεο με Στα πρώτα δευτερόλεπτα και οι δύο players δεν προβάλουν το βίντεο έχοντας μηδενικό buffer length και το video bit-rate είναι το μέγιστο δηλαδή στα 750 Kbps. Ακολούθως και αφού έχουν download rate αυξηθήκε στα 75KB/s οι players αύξησαν το bitrate του βίντεο στο ενδιάμεσο δηλαδή στα 350Kbps έτσι ώστε το buffer length να κυμανθεί σε πιο ψηλά επίπεδα και να υπάρχει συνεχή εικόνα προς τον πελάτη. Στο τέλος και αφού είχαν στεθερα ολόκληρο το διαθέσιμο bandwidth είχαν συνεχή αναπαραγωγή στα 750KB/s χωρίς κάποια διακοπή.Αυτό έγινε εφικτό

καθώς το buffer length είχε αυξηθεί λόγω του απεριόριστου download rate που έχει στην διάθεση του. Ως αποτέλεσμα και δύο players να συνέχισαν την αναπαραγωγή του βίντεο μέχρι το τέλος.

AKAMAI

Video Audio

☒ Buffer Length : 52.061

☒ Bitrate Downloading : 750 kbps

☐ Index Downloading : 4

☐ Current Index / Max Index : 4 / 4

☐ Dropped Frames : 0

☐ Latency (min|avg|max) : 0.11 | 0.12 | 0.13

☐ Download (min|avg|max) : 0.05 | 0.06 | 0.07

☐ Ratio (min|avg|max) : 27.81 | 34.37 | 41.71

DASH IF

Video

- +

750 kbps

Rep Index: 4/4

Buffer Length: 34.279

Latency: last 4 segments
0.107 < 0.266 < 0.423

Download: last 4 segments
0.108 < 0.209 < 0.361

Ratio: last 4 segments
5.546 < 9.579 < 18.537

Dropped Frames: 3

Όσο αφορά το latency, τα dropped frames και το download time οι τιμές και για τους δύο players αυξάνονται αισθητά. Ο μέσος όρος του Download Time και στους δύο players είναι μεταξύ 0.1-0.2 δευτερολέπτων κάτι που έγινε εφικτό όταν είχαν διαθέσιμο ολόκληρο το bandwidth. Επίσης παρατηρείτε ότι μειώθηκε και το Latency φυσιολογικά λόγω του απεριόριστου download rate και ο λόγος είναι ότι τα frames χρειάζονται λιγότερο χρόνο έτσι ώστε να κατεβούν. Σε αυτό το σενάριο τα dropped frames αρχίζουν να εμφανίζονται στο DASHIF player τις στιγμές που γίνεται η εναλλαγή του διαθέσιμου bandwidth καθώς ο player πρέπει να αυξήσει το προβαλλόμενο bitrate.

Κεφάλαιο 7

Τελικά Συμπεράσματα και μελλοντική εργασία

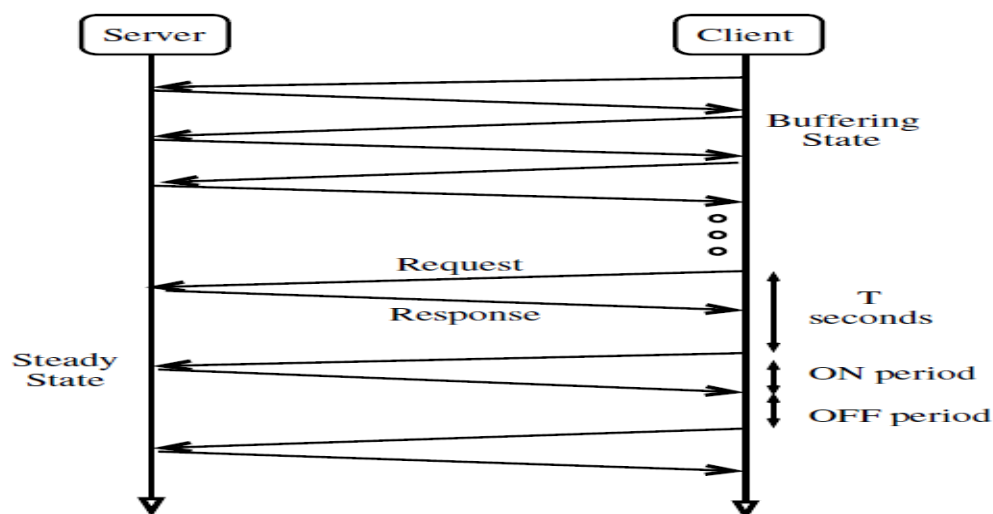
7.1. Τελικά συμπεράσματα

7.2. Μελλοντική εργασία

7.1 Τελικά συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια να εντοπιστεί κατά πόσο ο παράγοντας bandwidth επηρεάζει τα συστήματα προσαρμοστικής μετάδοσης βίντεο, με σκοπό να εξευρεθούν λύσεις σε προβλήματα που αντιμετωπίζουν.

Το βασικότερο συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι ο ρυθμός κωδικοποίησης που εφαρμόζεται πριν αποσταλεί μια ροή πλαισίων, δεν πρέπει να ξεπερνά το διαθέσιμο ρυθμό παράληψης που μπορεί να έχει ο παραλήπτης. Εάν χρειάζεται να γίνει αυτό για βελτίωση της ποιότητας στον παραλήπτη, τότε χρειάζεται εισαγωγή χρονικής καθυστέρησης μεταξύ των πλαισίων, ούτως ώστε να εξασφαλιστεί η έγκυρη παράδοση στον παραλήπτη. Επίσης κατά την σύγκριση των δύο players εξήχθη το συμπέρασμα ότι ο Dash player της Dash-IF είχε καλύτερη απόδοση από τον Akamai player καθώς είχε καλύτερη ανταπόκριση και καλύτερη απόδοση στα διάφορα bandwidths.



Στην πιο πάνω εικόνα βλέπουμε πως συμπεριφέρεται ο χρήστης με τον server όταν ζητά την παραλαβή του βίντεο χωρίς το διαθέσιμο bandwidth.

7.3. Μελλοντική εργασία

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας εξάχθηκαν αναλύοντας δύο βίντεο με μία ανάλυση και πολλαπλά bitrates. Η μελλοντική εργασία στοχεύει τόσο σε εξέταση ενός μεγαλύτερου δείγματος βίντεο όσο και η επέκταση της μελέτης και σε διαφορετικού είδους βίντεο, όπως για παράδειγμα βίντεο με ακόμα πιο πολλά διαθέσιμα bitrates και διαφορετικά resolutions. Μελλοντικός στόχος είναι επίσης και η σύγκριση του ήχου των βίντεο σε διαφορετικά bandwidths.

Τέλος τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω ανάλυση ως προς την ποιότητα, χρησιμοποίηση περισσότερων τεχνικών αξιολόγησης ποιότητας, καθώς επίσης και για να εξακριβώσουμε το πόσο επηρεάζει το διαθέσιμο bandwidth για να πάρουμε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα υπάρχοντα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Phillip A. Laplante, Multimedia Image Second Edition, Pennsylvania: Taylor & Francis Group, LLC, 2012.

[2] Thomas Sikora, MPEG Digital Video Coding Standards, HHI Berlin
to be published by McGRAW-Hill Book Company

[3] Iain E. G. Richardson, H.264 and MPEG-4 Video Compression
Video Coding for Next-generation Multimedia, The Robert Gordon University,
Aberdeen, UK

[4] Martin _Rerabek and Touradj Ebrahimi, Comparison of compression efficiency
between HEVC/H.265 and VP9 based on subjective assessments
Multimedia
Signal Processing Group (MMSPG), Ecole Polytechnique Federale de Lausanne
(EPFL) Lausanne, Switzerland

[5] Truong Cong Thang , Adaptive Streaming of Audiovisual Content using
MPEG DASH Anh T. Pham, Senior Member, IEEE

[6] Anthony Vetro, Mitsubishi Electric Research Labs, The MPEG-DASH
Standard for Multimedia Streaming Over the Internet

[7] <https://netlimiter.com/>

[8] <http://players.akamai.com/dash>

[9] [http://dashif.org/reference/players/javascript/1.4.0/samples/dash-if-reference-
player](http://dashif.org/reference/players/javascript/1.4.0/samples/dash-if-reference-player)

