

Ομάδα Ασκήσεων A1: Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής

A. Δικτύωση πολυμέσων

PANTELIS BALAOURAS

Θεματική ενότητα: Α. Δικτύωση πολυμέσων

Ομάδα Ασκήσεων: Α1 - Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής

Η ομάδα ασκήσεων Α1 περιλαμβάνει τις κάτωθι ασκήσεις.

1^η Άσκηση Πολυμέσων	▪ Άσκηση: Α1.1 – VoD: RTSP/RTP/UDP, 6 ώρες. Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με υπηρεσίες παροχής αποθηκευμένου βίντεο σύμφωνα με τη στοίβα πρωτοκόλλων RTSP/RTP/UDP. Στόχος είναι να κατανοήσουν πως λειτουργεί η υπηρεσία παροχής αποθηκευμένου βίντεο βασισμένη στο RTSP/RTP/UDP και τα εμπλεκόμενα πρωτόκολλα, RTSP, SDP, RTP/RTCP.
2^η Άσκηση Πολυμέσων	▪ Άσκηση: Α1.2 – VoD: HTTP/TCP, 3 ώρες. Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με υπηρεσίες παροχής αποθηκευμένου βίντεο σύμφωνα με τη στοίβα πρωτοκόλλων HTTP/TCP. Στόχος είναι να κατανοήσουν πως λειτουργεί η υπηρεσία παροχής αποθηκευμένου βίντεο βασισμένη στο HTTP και τα βασικά του πρωτοκόλλου HTTP, σε σχέση πάντα με τη μετάδοση βίντεο. ▪ Άσκηση: Α1.3 – VoD: DASH, 2 ώρες. Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με υπηρεσίες παροχής αποθηκευμένου βίντεο σύμφωνα με το πρότυπο MPEG – DASH (Dynamic Adaptive Streaming over Http). Στόχος είναι να κατανοήσουν πως λειτουργεί η υπηρεσία παροχής αποθηκευμένου βίντεο βασισμένη στο πρότυπο MPEG – DASH. ▪ Άσκηση: Α1.4 – VoD: Apple HLS, MPEG-DASH, 1 ώρα. Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με λογισμικά αναπαραγωγής βίντεο (αυτόνομες εφαρμογές, εφαρμογές plugins, video players), τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής (DASH, HLS). Στόχος είναι, να εξοικειωθούν με τα διαφορετικά πρωτόκολλα, τύπους, τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής και λογισμικά αναπαραγωγής βίντεο.

Εκπαιδευτική προσέγγιση

Η εκπαιδευτική προσέγγιση που ακολουθείται είναι αυτή της πρακτικής μάθησης. Αρχικά πραγματοποιείται η εκτέλεση της άσκησης ή ενός επιμέρους βήματος της άσκησης προκειμένου διαπιστώσετε πως λειτουργεί κάτι στην πράξη. Στη συνέχεια, σας δίδονται ερωτήσεις προκειμένου να προβληματιστείτε σε συγκεκριμένα θέματα και σας προτείνεται το Εκπαιδευτικό Υλικό Αναφοράς που πρέπει να μελετήσετε για να διαπιστώσετε το πως

λειτουργούν οι υπηρεσίες, τα πρωτόκολλα, τους υποκείμενους λόγους σχεδιασμού τους με στόχο να απαντήσετε σε αυτές τις ερωτήσεις και να λύσετε τις απορίες σας.

Στη συνέχεια καλείστε να συγγράψετε Αναφορές χρησιμοποιώντας το αρχείο 1^η Άσκηση Πολυμέσων AM.docx όπου θα το μετονομάσετε σε A1-AM-XYZ.doc όπου XYZ ο Αριθμός Μητρώου σας.

Άσκηση: A1.2 – VoD: HTTP/TCP

Ομάδα Ασκήσεων: A1 - Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής

Θεματική ενότητα: Α. Δικτύωση πολυμέσων

Διάρκεια: 2 ώρες

Προαπαιτούμενα:

- Το Εκπαιδευτικό Υλικό Αναφοράς «Τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής».
- Ενότητες 9.1 & 9.2 του Κεφαλαίου 9 – Δικτύωση Πολυμέσων των Kurose και Ross (Υλη από τα Δίκτυα Επικοινωνίας II).

Σύντομη Περιγραφή:

Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με υπηρεσίες παροχής αποθηκευμένου βίντεο σύμφωνα με τη στοίβα πρωτοκόλλων HTTP/TCP.

Μαθησιακοί Στόχοι Δραστηριότητας

Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να κατανοήσουν πως λειτουργεί η υπηρεσία παροχής αποθηκευμένου βίντεο βασισμένη στο HTTP και τα βασικά του πρωτοκόλλου HTTP, σε σχέση πάντα με τη μετάδοση βίντεο.
- Να εξοικειωθούν με τη χρήση της εφαρμογής ανίχνευσης πακέτων Wireshark η οποία αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στις εργαστηριακές ασκήσεις.

Απαιτούμενη Υποδομή – Οδηγίες

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας απαιτούνται:

- Δείτε το σχετικό αρχείο «Απαιτούμενη Υποδομή».

Σύντομη Περιγραφή – Σενάριο

Θα χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή ngnix ως τοπικό HTTP VoD server και άλλους απομακρυσμένους http servers προκειμένου να κατανοήσετε πως λειτουργούν οι HTTP VoD servers.

Θα αξιοποιήσετε την εφαρμογή ανίχνευσης πακέτων Wireshark προκειμένου να ανιχνεύσετε HTTPP μηνύματα και να κατανοήσετε αυτό το πρωτόκολλο.

Ανάλυση Άσκησης

Βήμα 1: Εγκατάσταση http server.

Το πρώτο βήμα είναι η εγκατάσταση ενός http server, συγκεκριμένα του nginx http server, του οποίου λειτουργία είναι αυτή του VoD server. Συνδεθείτε λοιπόν στο σύνδεσμο <http://nginx.org/en/download.html> για να κατεβάσετε και εγκαταστήσετε τη **stable** έκδοση του nginx server.

Στη συνέχεια, πηγαίνετε στο μονοπάτι της εγκατάστασης και αντιγράψτε στον υποκατάλογο html ένα αρχείο video τύπου mp4, π.χ. το sample.mp4 που χρησιμοποιήσατε στην προηγούμενη άσκηση.

Βήμα 2: Κλήση του nginx http server ως VoD server.

Πηγαίνετε στο μονοπάτι εγκατάστασης και καλέστε τον nginx server.

Βήμα 3: Θύρες TCP

Εκτελέστε την εντολή:

```
netstat -ap tcp
```

Προσπαθήστε να διαπιστώσετε σε ποια θύρα «ακούει» (listening) ο nginx http server. Η απάντηση είναι αυτονόητη.

Λίγη θεωρία απαραίτητη για τα επόμενα βήματα.

Ο browser ζητά περιεχόμενο μέσω της GET π.χ. GET /sample.mp4 δηλώνοντας και το εύρος του περιεχομένου (σε bytes) μέσω του Range HTTP request header, το οποίο ο εξυπηρετητής θα πρέπει να στείλει. Ο browser μπορεί να στείλει ένα ή πολλαπλά GET, ζητώντας το περιεχόμενο ολόκληρο ή σε τμήματα, ανάλογα με το τύπο του περιεχομένου. Για παράδειγμα, πολυμεσικό περιεχόμενο είναι πιθανό να ζητηθεί τμηματικά. Διακρίνουμε τις περιπτώσεις:

- Ο browser μπορεί να ζητήσει όλο το περιεχόμενο και ο server να το αποστείλει απαντώντας με 200 OK.
- Ο browser μπορεί να ζητήσει το περιεχόμενο τμηματικά και ο server να το αποστείλει τμηματικά απαντώντας με 206 Partial Content. Εάν το εύρος δεν είναι αποδεκτό απαντά με 416 Range Not Satisfiable error. Ο server μπορεί να αγνοήσει το Range header και να επιστρέψει ολόκληρο το περιεχόμενο με OK 200 status code.
- Κάποια τμήματα του περιεχομένου ενδεχομένως, ο browser ίσως να το έχει ήδη στη cache μνήμη του. Το τμήμα αυτό μπορεί να το ζητήσει με GET, ζητώντας από τον server να

το αποστέλλει μόνο εάν έχει τροποποιηθεί (If-Modified-Since) από τότε που το έχει λάβει. Εάν δεν έχει τροποποιηθεί, ο Server απαντά με το 304 Not Modified, διαφορετικά με 206 Partial Content.

Πηγές:

<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Methods/GET>

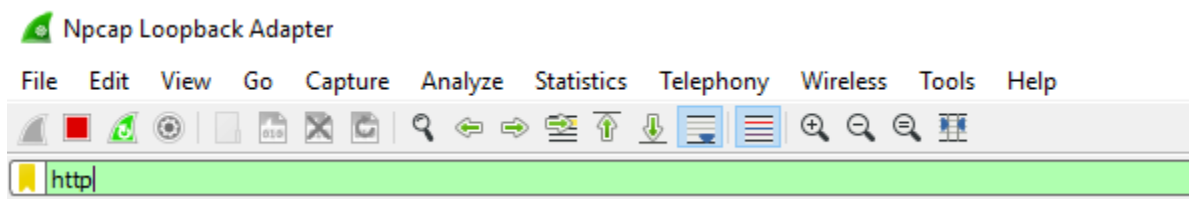
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Headers/Range>

<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Overview>

Βήμα 4: Κλήση της εφαρμογής Wireshark.

Καλέστε την εφαρμογή Wireshark. Επιλέξτε τη διεπαφή δικτύου "Npcap Loopback Adapter" και κάντε διπλό κλικ σε αυτήν.

Στη συνέχεια, επιλέξτε ως display filter το http.



Βήμα 5: Θέαση βίντεο μικρής διάρκειας από τοπικό εξυπηρετητή μέσω πλοηγτή.

Καλέστε τον πλοηγτή σας και φροντίστε να μην έχετε ανοικτή κάποια web σελίδα. Φροντίστε να καθαρίσετε την cache data memory του πλοηγτή σας. Στη συνέχεια, εισάγετε το σύνδεσμο <http://localhost/sample.mp4> ή το όνομα του αρχείου βίντεο που έχετε αντιγράψει στον υποκατάλογο html.

Παρατηρήστε και μελετήστε τα μηνύματα http που ανιχνεύει η εφαρμογή Wireshark.

- Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:
- Ποια οντότητα έχει την πρωτοβουλία έναρξης της επικοινωνίας, ο video player ή ο VoD Server;
- Ποιο πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς χρησιμοποιείται (TCP ή UDP) και ποιες θύρες εμπλέκονται σε κάθε οντότητα;
- Ποια μηνύματα HTTP και ανταλλάσσονται μεταξύ του video player και του VoD server και με ποια αλληλουχία; Επιλέξτε τη κάθε γραμμή που εμφανίζεται στο

Wireshark για να μελετήσετε τα μηνύματα που ανταλλάσσονται. Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα.

- Πως γνωρίζει ο player τον/τους τύπους πολυμεσικών ροών που είναι να λαμβάνει προκειμένου να χρησιμοποιήσει τον κατάλληλο αποκωδικοποιητή;

Αναφορά A1.2.1

- Δώστε ένα snapshot του wireshark που απεικονίζει την αλληλουχία των μηνυμάτων http.
- Με βάση τα μηνύματα αυτά συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

A/A	Κατεύθυνση	Μήνυμα/ Απάντηση	Θύρα αποστολής	Θύρα λήψης	Εύρος bytes (range bytes)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

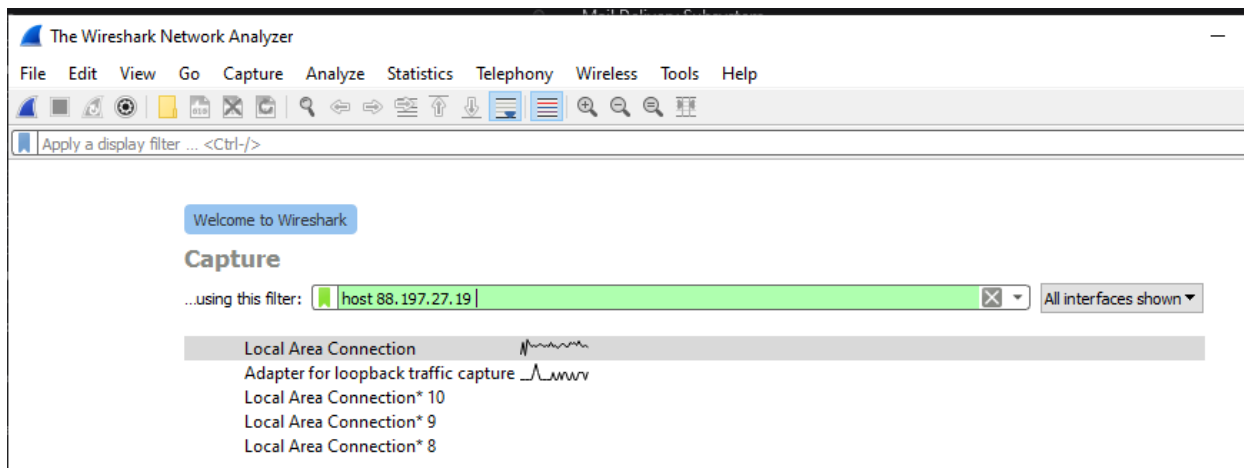
Παράδειγμα πίνακα

A/A	Κατεύθυνση	Μήνυμα/ Απάντηση	Θύρα αποστολής	Θύρα λήψης	Εύρος bytes (range bytes)
1	C->S	GET	51684	80	0 – 1048575
2	S->C	306 Not Modified	80	51684	N/A
3	C->S	GET	51685	80	1048576 - 5253879
4	C->S	GET	51685	80	5210112 - 5253879
5	S->C	206 Partial Content	80	51685	5210112 - 5253879
6	C->S	GET	51658	80	2064384-5210111
7	S->C	206 Partial Content	80	51685	2064384-5210111

- Συγγράψτε μία αναφορά όπου θα αντιγράψετε τα μηνύματα http από το wireshark και τα εξηγείτε. Εξηγήστε τα στοιχεία του πίνακα.

Βήμα 6: Θέαση βίντεο από απομακρυσμένο εξυπηρετητή μέσω πλοηγητή.

Επανάληψη του προηγούμενου βήματος με βίντεο που φιλοξενείτε σε απομακρυσμένο εξυπηρετητή. Καλέστε τον πλοηγότη σας και φροντίστε να μην έχετε ανοικτή κάποια web σελίδα. Στη συνέχεια, εισάγετε το σύνδεσμο <http://88.197.27.19/balaoura/pblr.mp4> . Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να αλλάξετε την διεπαφή που ανιχνεύει η εφαρμογή Wireshark σε Local Area Connection ή Ethernet ή WiFi, ανάλογα με τη σύνδεσή σας, και να προσθέσετε ως capture filter το εξής: host 88.197.27.19 .



Παρατηρήστε και μελετήστε τα μηνύματα http που ανιχνεύει η εφαρμογή Wireshark.

Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:

- Ποια μηνύματα HTTP και ανταλλάσσονται μεταξύ του video player και του VoD server και με ποια αλληλουχία; Επιλέξτε τη κάθε γραμμή που εμφανίζεται στο Wireshark για να μελετήσετε τα μηνύματα που ανταλλάσσονται. Συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα.

Αναφορά A1.2.2

A. Δώστε ένα snapshot του wireshark που απεικονίζει την αλληλουχία ανταλλαγής HTTP μηνύματα.

B. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Γ. Εξηγήστε τα μηνύματα HTTP και τα στοιχεία του πίνακα

A/A	Κατεύθυνση	Μήνυμα/ Απάντηση	Θύρα αποστολής	Θύρα λήψης	Εύρος
1					
2					
3					

4					
5					
6					
7					

Βήμα 7: Διαπίστωση αριθμών ροών και πακέτων που μεταδίδονται.

Επιλέξτε Statistics -> Endpoints. **Επιλέξτε TCP**. Τι παρατηρείτε;

Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:

- Πόσες TCP ροές και μεταξύ ποιων endpoints; Τι παρατηρείτε σχετικά με το αριθμό απεσταλμένων (Tx) και λαμβανομένων πακέτων (Rx);

Αναφορά A1.2.3 Δώστε ένα snapshot του wireshark που απεικονίζει την αλληλουχία και τα στοιχεία των ροών.

Γράψτε μία 1 – 2 προτάσεις που να περιγράφετε τι συμβαίνει (πράσινη περιοχή) και να το εξηγήσετε.

Βήμα 8: Ρυθμός μετάδοσης πακέτων.

Επιλέξτε Statistics -> I/O Graphs.

Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:

- Τι συμβαίνει και πως το εξηγείτε;;
- Σχολιάστε το ρυθμό μετάδοσης πακέτων και εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό.

Αναφορά A1.2.4

A. Δώστε ένα snapshot του wireshark που απεικονίζει την αλληλουχία και τις πληροφορίες για το ρυθμό μετάδοσης των πακέτων.

B. Γράψτε μία 1 - 2 παραγράφους που να εξηγείτε συνοπτικά το γράφημα, το τι συμβαίνει και κυρίως γιατί.

Βήμα 9: Εναποθέτηση χρόνου αναπαραγωγής στο λογισμικό αναπαραγωγής.

Χωρίς να κλείσετε το παράθυρο IO Graphs, μειώστε το παράθυρο του πλοηγητή.

Επιλέξτε Statistics -> Endpoints.

Κάντε μετάθεση της αναπαραγωγής πρώτα προς τα πίσω και μετά προς τα εμπρός μετά από τις προηγούμενες θέσεις. Τι παρατηρείτε;

Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:

- Τι συμβαίνει όταν μεταθέτει ο χρήστης προς τα εμπρός ή πίσω το χρόνο αναπαραγωγής;

Αναφορά A1.2.5

A. Δώστε ένα snapshot του wireshark που απεικονίζει την αλληλουχία των HTTP μηνυμάτων και τις πληροφορίες για το ρυθμό μετάδοσης των πακέτων των ροών.

B. Εξηγήστε τι συμβαίνει και κυρίως γιατί.

Άσκηση: A1.3 – VoD: DASH

Ομάδα Ασκήσεων: A1 - Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής

Θεματική ενότητα: Α. Δικτύωση πολυμέσων

Διάρκεια: 2 ώρες

Προαπαιτούμενα:

- Το Εκπαιδευτικό Υλικό Αναφοράς «Τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής».

Σύντομη Περιγραφή:

Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με υπηρεσίες παροχής αποθηκευμένου βίντεο σύμφωνα με το πρότυπο MPEG – DASH (**D**ynamic **A**daptive **S**treaming over **H**ttp). Σχετικοί σύνδεσμοι:

- <https://dashif.org/about/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Adaptive_Streaming_over_HTTP

Μαθησιακοί Στόχοι Δραστηριότητας

Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να κατανοήσουν πως λειτουργεί η υπηρεσία παροχής αποθηκευμένου βίντεο βασισμένη στο πρότυπο MPEG – DASH.

Απαιτούμενη Υποδομή – Οδηγίες

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας απαιτούνται:

- Δείτε το σχετικό αρχείο «Απαιτούμενη Υποδομή».

Σύντομη Περιγραφή – Σενάριο

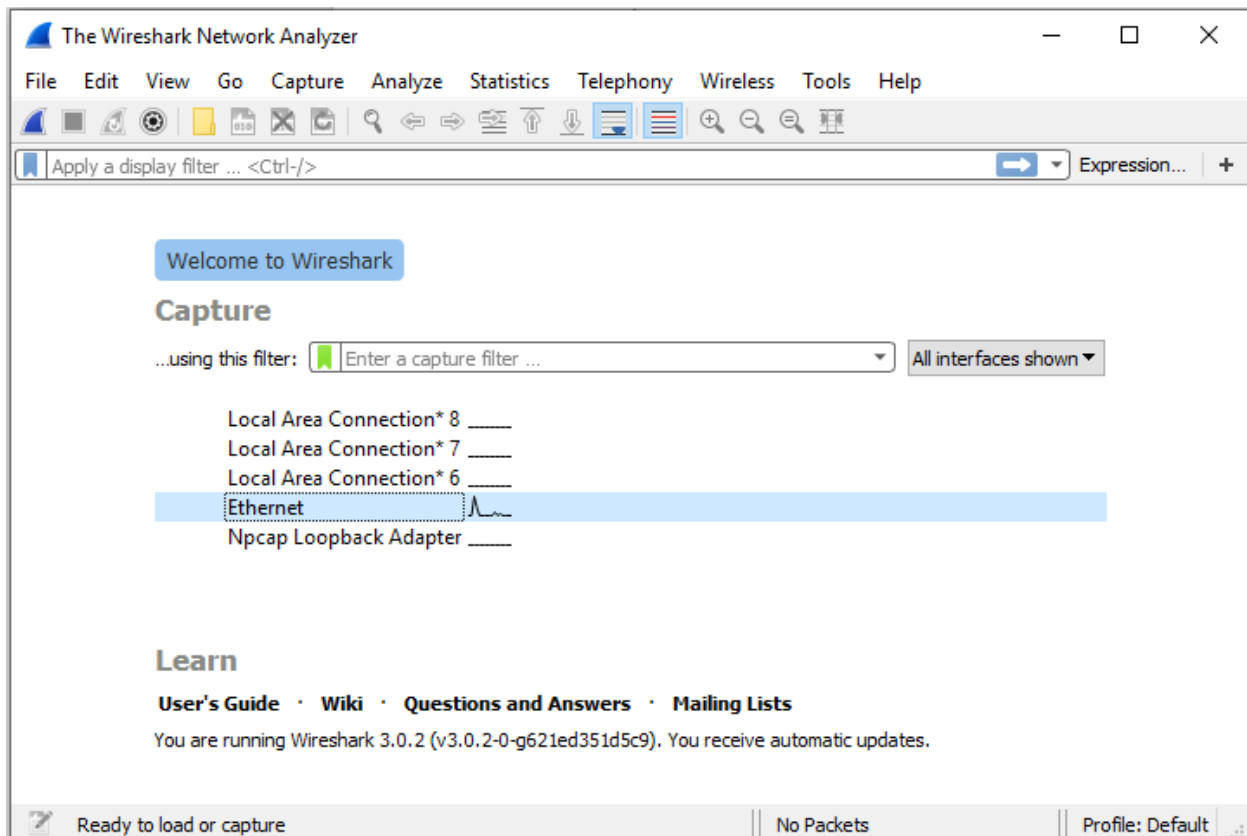
Θα συνδεθείτε στο Reference Client του DASH Industry Forum προκειμένου να κατανοήσετε πως λειτουργούν οι MPEG-DASH servers.

Θα αξιοποιήσετε την εφαρμογή ανίχνευσης πακέτων Wireshark προκειμένου να ανιχνεύσετε τα HTTP μηνύματα και TCP πακέτα και να κατανοήσετε πως το DASH αξιοποιεί αυτά τα πρωτόκολλα.

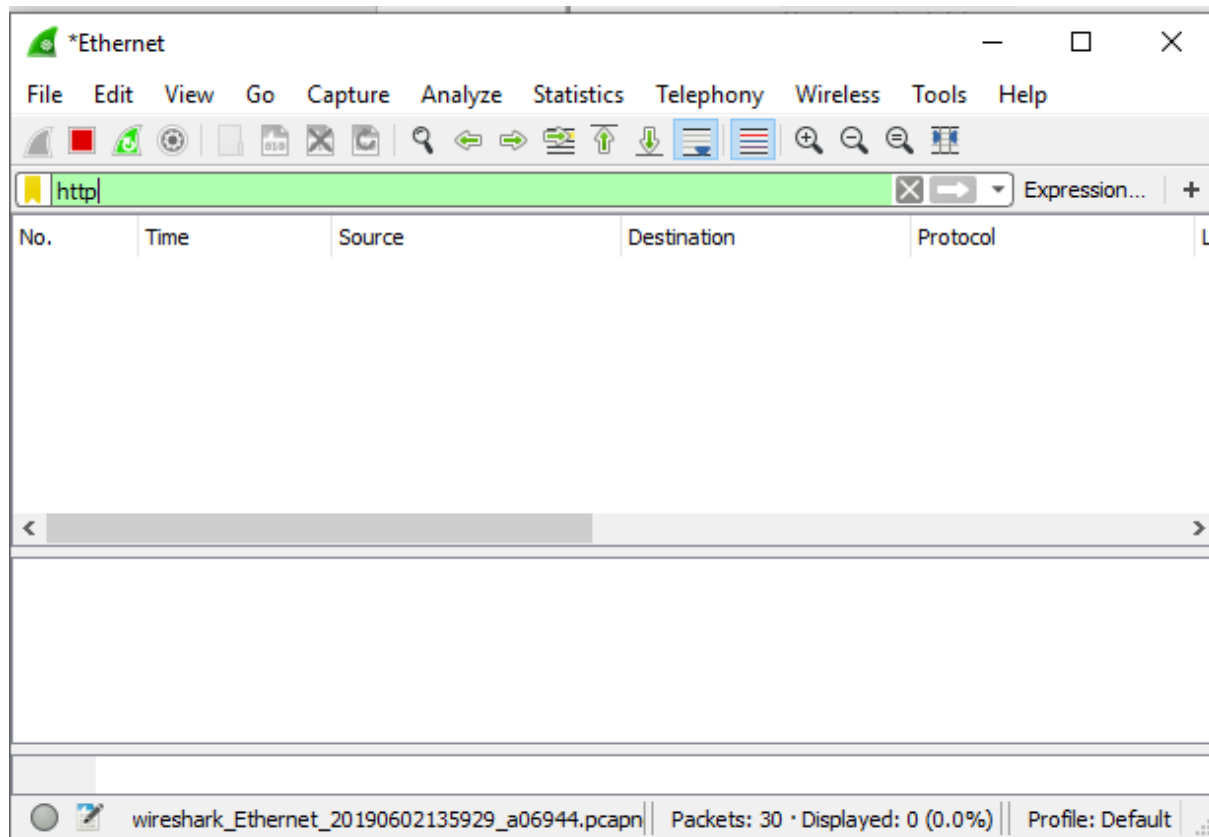
Ανάλυση Άσκησης

Βήμα 1 : Κλήση Wireshark

Θα χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή Wireshark προκειμένου να ανιχνεύσετε τα μηνύματα http που ανταλλάσσει ο DASH server με τον video player. Καλέστε την εφαρμογή Wireshark. Επιλέξτε τη διεπαφή δικτύου "Ethernet" και κάντε διπλό κλικ σε αυτήν.



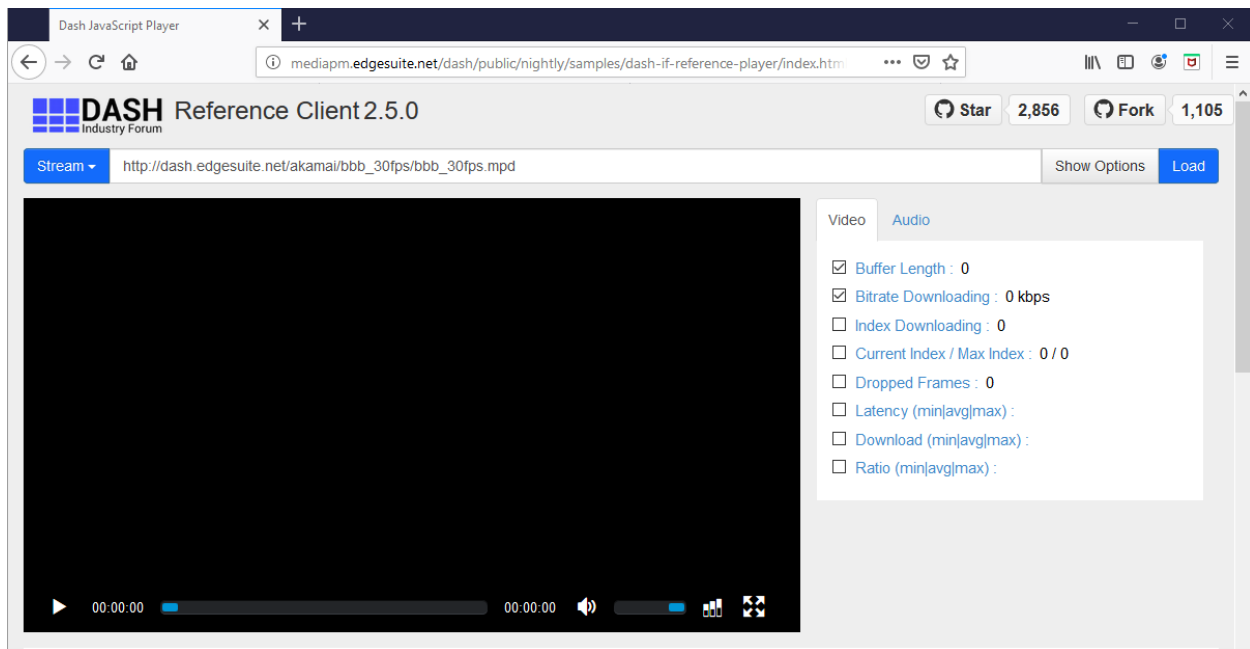
Στη συνέχεια, επιλέξτε ως display filter το http (δείτε την εικόνα).



Βήμα 2 : Σύνδεση στο Reference Client του DASH Industry Forum.

Καθαρίστε την cache μνήμη του πλοηγότη σας. Στη συνέχεια, συνδεθείτε στο κάτωθι σύνδεσμο:

<http://mediapm.edgesuite.net/dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/index.html>



Παρατηρήστε τα μηνύματα http που ανταλλάσσει ο πλοηγτής με τον server. Που αναφέρονται τα μηνύματα, στο περιεχόμενο της σελίδας ή στο βίντεο; Η απάντηση είναι προφανής.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
28	7.099054	2a02:2149:885a:1400::2	2a02:2149:3::3e01:2...	HTTP	372	GET /success.txt HTTP/1.1
30	7.117673	2a02:2149:3::3e01:2...	2a02:2149:885a:1400::2	HTTP	458	HTTP/1.1 200 OK (text/plain)
108	8.026578	192.168.1.10	93.184.220.29	OCSP	435	Request
111	8.027730	192.168.1.10	93.184.220.29	OCSP	435	Request
114	8.088714	93.184.220.29	192.168.1.10	OCSP	842	Response
115	8.088931	93.184.220.29	192.168.1.10	OCSP	842	Response
272	9.969875	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	476	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/img/if.png HTTP/1.1
346	10.229769	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	497	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/sources.json HTTP/1.1
385	10.392443	192.168.1.10	93.184.220.29	OCSP	435	Request
397	10.412846	192.168.1.10	93.184.220.29	OCSP	435	Request
402	10.426764	2a02:2149:885a:1400::2	2a00:1450:4017:806::2	OCSP	459	Request
409	10.452197	93.184.220.29	192.168.1.10	OCSP	841	Response
410	10.452374	192.168.1.10	93.184.220.29	OCSP	435	Request
414	10.457000	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	483	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/img/cablelabs.png HTTP/1.1
415	10.458272	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	481	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/img/youtube.png HTTP/1.1
419	10.460248	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	484	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/img/brightcove.png HTTP/1.1
424	10.461362	192.168.1.10	62.1.38.42	HTTP	482	GET /dash/public/nightly/samples/dash-if-reference-player/app/img/edgeware.png HTTP/1.1
428	10.473356	93.184.220.29	192.168.1.10	OCSP	841	Response
444	10.510071	2a00:1450:4017:806::2	2a02:2149:885a:1400::2	OCSP	775	Response
449	10.512037	93.184.220.29	192.168.1.10	OCSP	841	Response
526	10.643812	62.1.38.42	192.168.1.10	HTTP	1336	HTTP/1.1 200 OK (PNG)
536	10.786562	62.1.38.42	192.168.1.10	HTTP	633	HTTP/1.1 200 OK (PNG)
548	11.133578	62.1.38.42	192.168.1.10	HTTP	558	HTTP/1.1 200 OK (PNG)
559	11.240359	62.1.38.42	192.168.1.10	HTTP	1328	HTTP/1.1 200 OK (PNG)
567	11.241466	62.1.38.42	192.168.1.10	HTTP	836	HTTP/1.1 200 OK (PNG)
768	67.033579	2a02:2149:885a:1400::2	2a02:2149:3::3e01:2...	HTTP	372	GET /success.txt HTTP/1.1
772	67.051983	2a02:2149:3::3e01:2...	2a02:2149:885a:1400::2	HTTP	458	HTTP/1.1 200 OK (text/plain)

Παρατηρήστε το σύνδεσμο δίπλα από το Stream. Το αρχείο αυτό τι εκτιμάτε ότι περιέχει;

Σύνδεσμος: http://dash.edgesuite.net/akamai/bbb_30fps/bbb_30fps.mpd

Αντιγράψτε σε άλλο tab του πλοηγότη το σύνδεσμο αυτό, ανοίξτε και μελετήστε το περιεχόμενο του αρχείου αυτού. Τι διαπιστώνετε;

Στη συνέχεια, επιστρέψτε στο tab του DASH Reference Client, επιλέξτε Load και παρακολουθήστε τα μηνύματα http που ανιχνεύει ο Wireshark.

Παρατηρήστε ποιο είναι το πρώτο αρχείο που λαμβάνεται από τον player;

Τα υπόλοιπα αρχεία σε τι αντιστοιχούν;

Επίσης, επιλέξτε Statistics -> I/O Graphs. Τι παρατηρείτε ;

Αναρωτηθείτε και προσπαθήστε να διαπιστώσετε τα ακόλουθα:

- Ποια οντότητα έχει την πρωτοβουλία έναρξης της επικοινωνίας, ο video player ή ο VoD Server;
- Ποιο πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς χρησιμοποιείται (TCP ή UDP) και ποιες θύρες εμπλέκονται σε κάθε οντότητας;
- Ποια μηνύματα HTTP ανταλλάσσονται μεταξύ του video player και του VoD server και με ποια αλληλουχία;
- Πως γνωρίζει ο player ποια αρχεία να ζητήσει από τον server;
- Πως είναι οργανωμένα τα αρχεία βίντεο και ήχου;
- Επεξηγήστε το manifest file.
- Σε περίπτωση που αλλάξει το διαθέσιμο εύρος ζώνης τι πράττει ο player;
- Ποιος διαθέτει την ευφυΐα, ο server ή ο player;
- Με ποια κριτήρια αποφασίζει ο player για ποια αρχεία βίντεο και ήχου θα ζητήσει να λάβει;
- Πως γνωρίζει ο player τον/τους τύπους πολυμεσικών ροών που είναι να λαμβάνει προκειμένου να χρησιμοποιήσει τον κατάλληλο αποκωδικοποιητή;

Μελέτη: Μελετήστε την ενότητα του βιβλίου που αναφέρεται στο DASH. Επαναλάβετε το παραπάνω βήμα όσες φορές απαιτείται προκειμένου να κατανοήσετε στην πράξη το πως λειτουργεί το DASH. Μην ξεχνάτε να εκκαθαρίζετε την cache μνήμη του πλοηγότη.

Αναφορά A1.3.1 Συγγράψτε μία αναφορά απαντώντας τα παραπάνω (πράσινη περιοχή).

Άσκηση: A1.4 – VoD: Apple HLS, MPEG-DASH

Ομάδα Ασκήσεων: A1 - Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής

Θεματική ενότητα: Α. Δικτύωση πολυμέσων

Διάρκεια: 2 ώρες

Προαπαιτούμενα:

- Το Εκπαιδευτικό Υλικό Αναφοράς «Τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής».

Σύντομη Περιγραφή:

Οι εκπαιδευόμενοι θα ενασχοληθούν με λογισμικά αναπαραγωγής βίντεο (αυτόνομες εφαρμογές, εφαρμογές plugins, video players), τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής (DASH, HLS). Σχετικοί σύνδεσμοι:

- <https://dashif.org/about/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Adaptive_Streaming_over_HTTP
- https://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Live_Streaming
- <https://developer.apple.com/streaming/>
- https://developer.apple.com/documentation/http_live_streaming

Μαθησιακοί Στόχοι Δραστηριότητας

Οι εκπαιδευόμενοι:

- Να εξοικειωθούν με τα διαφορετικά πρωτόκολλα, τύπους, τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής και λογισμικά αναπαραγωγής βίντεο.

Απαιτούμενη Υποδομή – Οδηγίες

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας απαιτούνται η χρήση της εφαρμογής VLC και πλοηγτών.

Σύντομη Περιγραφή – Σενάριο

Θα συνδεθείτε σε συγκεκριμένο σύνδεσμο και θα αναπαράγετε ένα βίντεο με διαφορετικά λογισμικά αναπαραγωγής και τεχνολογίες μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής.

Απαραίτητες γνώσεις

Μια ταινία μπορεί να είναι κωδικοποιημένη σε διαφορετικά πρότυπα κωδικοποίησης βίντεο και ήχου και ανάλυσης. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι κωδικοποιημένη κατά MPEG-2, MPEG-4 (H.264/AAC), Webm κ.α. Επίσης, η ίδια ταινία μπορεί να είναι κωδικοποιημένη σε διαφορετικές αναλύσεις, π.χ. 720p, 1020p, 4k, με διαφορετικούς ρυθμούς κωδικοποίησης για κάθε ανάλυση. Όσο πιο υψηλός ο ρυθμός κωδικοποίησης, τόσο πιο υψηλή η ποιότητα του βίντεο, αλλά και οι απαιτήσεις σε εύρος ζώνης για τη μετάδοσή του. Η διάρκεια του βίντεο είναι όσο αυτής της ταινίας. Σε κάθε διαφορετικό αρχείο βίντεο που φιλοξενείται σε ένα VoD server αντιστοιχεί ένας διακριτός σύνδεσμος (URL). Η μετάδοση λοιπόν αφορά περιεχόμενο σταθερής ανάλυσης και κωδικοποίησης, άρα και ποιότητας, οι οποίες δεν μπορούν να αλλάξουν κατά τη μετάδοση και θέαση. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να αυξηθεί η ποιότητα της θέασης (επιλέγοντας μεγαλύτερη ανάλυση) σε περίπτωση που υπάρχει διαθέσιμο εύρος ζώνης, αλλά ούτε να μειωθεί ο μέσος ρυθμός μετάδοσης σε περίπτωση που υπάρχει εκτεταμένη απώλεια πακέτων λόγω συμφόρησης δικτύου με αποτέλεσμα την κακή εμπειρία θέασης λόγω παγώματων.

Η εναλλακτική είναι μία ταινία να τεμαχιστεί σε μεγάλο αριθμό τμημάτων μικρής διάρκειας (2 - 4 δευτερόλεπτα) και κάθε τμήμα να κωδικοποιηθεί σε διαφορετικές αναλύσεις (και κατά συνέπεια ρυθμό κωδικοποίησης). Ανάλογα με το διαθέσιμο εύρος ζώνης (το οποίο αλλάζει δυναμικά), μεταδίδεται το κατάλληλο τμήμα με τέτοιο ρυθμό κωδικοποίησης που δεν καταναλώνει όλο το διαθέσιμο εύρος ζώνης αλλά ούτε είναι χαμηλός ώστε να παραμένει διαθέσιμο μεγάλο εύρος ζώνης. Σε αυτή την περίπτωση η διανομή του περιεχομένου είναι δυναμική στο χρόνο όπως και το απαιτούμενο για τη μετάδοση εύρος ζώνης.

Στη παρούσα άσκηση θα χρησιμοποιήσουμε το γνωστό βίντεο το οποίο είναι κωδικοποιημένο κατά mpeg-4 σε συγκεκριμένη ανάλυση – στην περίπτωσή μας δεν είναι «σπασμένο» σε τμήματα και φιλοξενείται σε ένα συγκεκριμένο VoD server (Wowza server) ο οποίος υποστηρίζει πολλαπλούς τύπους αναπαραγωγής και τεχνολογίες μετάδοσης (MPEG-DASH, Apple HLS, Adobe RTMP) και πρωτόκολλα διανομής περιεχομένου (https, rtmps). Το ίδιο λοιπόν αρχείο, μπορεί να μεταδοθεί με διαφορετικά πρωτόκολλα (https, rtmps) και τύπους αναπαραγωγής/τεχνολογίες και να αναπαραχθεί από διαφορετικά λογισμικά αναπαραγωγής. Σημειώστε ότι τα λογισμικά αναπαραγωγής δεν υποστηρίζουν όλα τα πρωτόκολλα και τύπους αναπαραγωγής αλλά ορισμένα από αυτά.

Τα **λογισμικά αναπαραγωγής** τα διακρίνουμε στις εξής κατηγορίες.

- **Αυτόνομες εφαρμογές** οι οποίες εγκαθίστανται στον Η/Υ ή κινητή συσκευή. Για τη θέαση των βίντεο ανοίγονται αυτές οι εφαρμογές και ο χρήστης είτε δίδει το σύνδεσμο του βίντεο (π.χ. VLC) είτε πλοηγείτε στο περιεχόμενο που παρέχει η εφαρμογή ή υπηρεσία (π.χ. Netflix).
- **Εφαρμογές plugins** που εγκαθίστανται στον Η/Υ και λειτουργούν ως plugins των πλοηγητών, εφόσον οι τελευταίοι το επιτρέπουν. Δεν μπορεί να ανοίξει ο χρήστης την εφαρμογή και να παρέχει το σύνδεσμο του περιεχομένου αλλά ο χρήστης χρησιμοποιεί πλοηγητή για λάβει τους συνδέσμους από έναν εξυπηρετητή και στη συνέχεια ο πλοηγητής καλεί το plugin βάσει του πρωτοκόλλου ή της κατάληξης του αρχείου. Κλασικό παράδειγμα αποτελούσε ο Adobe Flash Player ο οποίος πλέον (Δεκ 2020 δεν υποστηρίζεται από τους πλοηγητές) (https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_Player). Να σημειωθεί ότι οι κινητές συσκευές ΔΕΝ υποστηρίζουν Flash Player λόγω των υψηλών απαιτήσεων του σε κατανάλωση πόρων. Αυτή η τάση επεκτείνεται και στους πλοηγητές, οι οποίοι αποκλείουν σταδιακά τη χρήση του Flash Player καθώς υποστηρίζουν την αναπαραγωγή βίντεο κατά HTML5.
- **Video Players** που δεν απαιτούν εγκατάσταση στον Η/Υ ή την κινητή συσκευή και λειτουργούν ως plugins των πλοηγητών χρησιμοποιώντας όμως τις εγγενείς δυνατότητες αναπαραγωγής βίντεο των πλοηγητών σύμφωνα με το HTML5. Ο χρήστης χρησιμοποιεί πλοηγητή για λάβει τους συνδέσμους από έναν εξυπηρετητή καθώς και το κώδικα του player και στη συνέχεια ο πλοηγητής εκτελεί λογισμικό. Τυπικό παράδειγμα οι Flowplayer, Radiant Player, JW Player, κ.α.

Ακολουθούν διαθέσιμοι **τύποι αναπαραγωγής και τεχνολογίες** βίντεο συνεχούς ροής (streaming technologies):

Απλή μετάδοση βίντεο συνεχούς ροής

- **RTSP / RTP.** Μετάδοση σε λογισμικά αναπαραγωγής και συσκευές που υποστηρίζουν σε RTSP / RTP μέσω πρωτοκόλλου RTSP/RTP.
- **Adobe RTMP.** Μετάδοση σε Adobe Flash Player μέσω πρωτοκόλλου μηνυμάτων πραγματικού χρόνου.
- **HTTP.** Μετάδοση σε λογισμικά αναπαραγωγής και συσκευές που υποστηρίζουν σε HTTP streaming.

Δυναμική μετάδοση βίντεο συνεχούς ροής

- **MPEG-DASH.** Μετάδοση σε clients DASH μέσω δυναμικής προσαρμογής ροής μέσω HTTP (DASH).
- **Apple HLS.** Μετάδοση σε συσκευές Apple iOS της Apple και συσκευές Android μέσω πρωτοκόλλου Apple HTTP Live Streaming.
- **Adobe HDS.** Μετάδοση στο Adobe Flash Player μέσω του πρωτοκόλλου Dynamic Streaming του Adobe HTTP.

- **Microsoft Smooth Streaming.** Μετάδοση σε MSS clients μέσω του πρωτοκόλλου Microsoft Smooth Streaming.

Όλες οι τεχνολογίες **δυναμικής μετάδοσης βίντεο συνεχούς ροής** HTTP, όπως τα ιδιοπαγές Adobe HTTP Dynamic Streaming (HDS), Apple HTTP Live Streaming (HLS), Microsoft Smooth Streaming (MSS) και η μοναδική διεθνής τυποποιημένη λύση MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (MPEG-DASH) ακολουθούν σχεδόν την ίδια αρχή.

Η βασική ιδέα είναι να δημιουργηθούν πολλαπλές εκδόσεις του ίδιου περιεχομένου (π.χ. διαφορετικά bitrates ή χωρικές αναλύσεις) και να τεμαχίζουν αυτές οι εκδόσεις σε τμήματα (π.χ. δύο δευτερόλεπτα). Τα τμήματα παρέχονται σε έναν διακομιστή ιστού (HTTP Server) και μπορούν να μεταφορτωθούν μέσω πρότυπων συμβατών με αιτήσεις HTTP GET. Συνήθως, η σχέση μεταξύ των διαφορετικών εκδόσεων περιγράφεται από ένα δηλωτικό αρχείο (manifest file), το οποίο παρέχεται στον πελάτη. Το δηλωτικό αρχείο αντιστοιχεί τις διαφορετικές ποιότητες του πολυμεσικού περιεχομένου και τα επιμέρους τμήματα της κάθε ποιότητας με HTTP URLs. Αυτή η δομή παρέχει τη σύνδεση των τμημάτων με το bitrate (ανάλυση κ.λπ.) (π.χ. χρόνος έναρξης, διάρκεια των τμημάτων). Κατά συνέπεια, κάθε πελάτης (λογισμικό αναπαραγωγής) θα ζητήσει πρώτα το δηλωτικό αρχείο 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.

Η προσαρμογή στο bitrate ή στη χωρική ανάλυση γίνεται στην πλευρά του λογισμικού αναπαραγωγής για κάθε τμήμα, π.χ. ο πελάτης μπορεί να αλλάξει σε υψηλότερο bitrate - εάν το επιτρέπει το εύρος ζώνης - ή σε χαμηλότερο bitrate - εάν μειωθεί το εύρος ζώνης. Αυτό έχει πολλά πλεονεκτήματα επειδή το λογισμικό αναπαραγωγής γνωρίζει καλύτερα τις δυνατότητές του όπως την ρυθμαπόδοση του δικτύου, την καθυστέρηση, τις δυνατότητες της συσκευής (π.χ. ανάλυση οθόνης) κ.λπ.

Το MPEG-DASH καθώς και το Apple HLS μπορούν να χρησιμοποιηθούν με συνηθισμένους διακομιστές HTTP (server) όπως Apache, Nginx, IIS κ.λπ. Η Adobe, καθώς και η Microsoft, χρησιμοποιούν μηχανισμούς που χρειάζονται πρόσθετη λογική στο HTTP διακομιστή.

Πηγή: <https://bitmovin.com/mpeg-dash-vs-apple-hls-vs-microsoft-smooth-streaming-vs-adobe-hds/>

Τύπος	Σύνδεσμος
MPEG-DASH	https://vsw1.uoa.gr/vod/mp4:sample.mp4/manifest.mpd
Apple HLS	https://vsw1.uoa.gr/vod/mp4:sample.mp4/playlist.m3u8

Πίνακας Α: Σύνδεσμοι

Player	Σύνδεσμος δοκιμής
Radiant	https://www.radiantmediaplayer.com/stream-tester.html
Flowplayer	https://flowplayer.com/help/tools/stream-tester

Πίνακας Β: Σύνδεσμοι δοκιμής συνδέσμων βίντεο

Ανάλυση Άσκησης

Βήμα 1 : Θέαση αρχείου mp4 κατά MPEG-DASH με διάφορους players/browsers.

1.α. Καλέστε το VLC και αντιγράψτε από τον πίνακα Α τον σύνδεσμο που αντιστοιχεί στον τύπο MPEG-DASH (Πολυμέσα -> Άνοιγμα Ροής Πολυμέσων).

1.β. Εάν το σύστημά είναι Windows 10, καλέστε τον πλοηγότη Edge και αντιγράψτε τον εν λόγω σύνδεσμο. Δοκιμάστε και με άλλους πλοηγότες. Τι συμβαίνει και γιατί;

1.γ. Ανοίξτε σε έναν πλοηγότη το σύνδεσμο δοκιμής που αντιστοιχεί στον Radiant Player (Πίνακας Β) και αντιγράψτε από τον πίνακα Α τον σύνδεσμο που αντιστοιχεί στον τύπο MPEG-DASH. Παίξτε το σύνδεσμο.

1. δ. Ανοίξτε σε έναν πλοηγότη το σύνδεσμο δοκιμής που αντιστοιχεί στον FlowPlayer (Πίνακας Β) και αντιγράψτε από τον πίνακα Α τον σύνδεσμο που αντιστοιχεί στον τύπο MPEG-DASH. Παίξτε το σύνδεσμο.

1.ε. Δοκιμάστε να παίξετε το σύνδεσμο σε ένα σύστημα Android ή IOS (για διευκόλυνσή σας μπορείτε να στείλετε το σύνδεσμο με email).

1.στ. Συμπληρώστε τη σχετική στήλη στον Πίνακα συμβατότητας Γ.

Player/Τύπος	MPEG-DASH	Apple HLS
VLC		
Android		
IOS Mobile		
EDGE browser		
Radiant		
Flowplayer		

Πίνακας Γ: Πίνακας συμβατότητας

Βήμα 2 : Θέαση αρχείου mp4 κατά Apple HLS με διάφορους players/browsers.

2.α. Επαναλάβετε το Βήμα 1 χρησιμοποιώντας από τον Πίνακα Α το σύνδεσμο που αντιστοιχεί στο τύπο Apple HLS.

2.β. Συμπληρώστε τη σχετική στήλη στον Πίνακα συμβατότητας Γ.

Σημειώματα σχετικά με τα δικαιώματα Πνευματικής Ιδιοκτησίας

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2019. Παντελής Μπαλαούρας.
«Εργαστήριο Δικτύων Επικοινωνίας II, Α. Δικτύωση Πολυμέσων, Ομάδα Ασκήσεων Α1.
Αποθηκευμένο βίντεο συνεχούς ροής.» Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2019.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση.



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- Το Σημείωμα Αναφοράς
- Το Σημείωμα Αδειοδότησης
- Τη δήλωση διατήρησης Σημειωμάτων
- Το σημείωμα χρήσης έργων τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.