

# Οι τελευταίες εξελίξεις στα Streaming Video Protocols

Άρθρο του **Διονύση Ζέρβα**  
Unified Communications Engineer  
e-mail: dzervas@conferencing.guru

**Τ**ο Streaming Video αποτελεί τη μεταφορά Video μίας κατεύθυνσης από Media Servers προς video players. Η τεχνολογία Video Streaming χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή εκδηλώσεων, την διενέργεια εκπαιδεύσεων ή άλλων παρόμοιων εφαρμογών, με αποστολή ζωντανού video σε πολλούς θεατές ταυτόχρονα, μέσω δικτύων IP. Υπάρχουν 2 τρόποι μετάδοσης: Live Streaming, δηλαδή ζωντανή μεταφορά video, και Video on Demand, δηλαδή μετάδοση αποθηκευμένων αρχείων video κατ' απαίτηση του χρήστη.

## Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Για την μετάδοση Streaming Video χρησιμοποιούνται διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα. Κάποια από αυτά έχουν δημιουργηθεί από μεγάλους κατασκευαστές, ενώ άλλα έχουν δημιουργηθεί από διεθνείς ομάδες μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, με σκοπό τη δημιουργία διεθνών προτύπων χωρίς εξάρτηση από συγκεκριμένους κατασκευαστές. Παρακάτω παραθέτουμε τα βασικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Οι πληροφορίες που παρέχονται είναι όσο το

δυνατόν ενημερωμένες και περιλαμβάνουν αλλαγές μέχρι τα τέλη του 2020.

## RTMP

Το **Real-Time Media Protocol** θεωρείται ένα κλασικό πρωτόκολλο με μεγάλη ιστορία. Αναπτύχθηκε από την Adobe και αρχικά χρησιμοποιήθηκε για όλες τις περιπτώσεις streaming δηλαδή από Server προς client (Flash Player) ή μεταξύ servers (restreaming κλπ). Το RTMP, αν και χρησιμοποιεί TCP, δεν κάνει buffering και έτσι καταφέρνει χαμηλό χρόνο μετάδοσης - περίπου 5 sec.

Η έλευση των πρωτοκόλλων streaming που βασίζονται σε HTTP (όπως HLS, HDS) είχε σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι του RTMP. Ταυτόχρονα, το Adobe Flash άρχισε να καταργείται (θα καταργηθεί εντελώς στις 31 Δεκεμβρίου 2020) και έτσι σταδιακά το RTMP σταματάει να χρησιμοποιείται για Server προς Player. Συνεχίζει όμως ακόμα να χρησιμοποιείται ως το κύριο πρωτόκολλο μετάδοσης από την έξοδο ενός Encoder προς την είσοδο ενός Streaming Server (Media Server Ingest). Πάρα πολλές συσκευές και λογισμικό εξάγουν streaming video σε μορφή RTMP, κάτι που ουσιαστικά καθιερώνει το RTMP ως βιομηχανικό πρότυπο. Το RTMP stream μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποστολή σε streaming server που για παράδειγμα θα το αποδώσει με HLS σε εκατοντάδες ή χιλιάδες θεατές.

### RTSP

Το **Real-Time Streaming Protocol** χρησιμοποιείται από κάμερες τύπου IP, κυρίως σε εφαρμογές κλειστού κυκλώματος. Χρησιμοποιεί κυρίως UDP και επιτυγχάνει χρόνο latency στα 2 sec. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει TCP. Ωστόσο, δεν αποδίδει καλά σε δίκτυα με προβλήματα ποιότητας και συνεπώς είναι πιο κατάλληλο για εφαρμογές κλειστού κυκλώματος σε ιδιωτικά δίκτυα με ελεγχόμενη ποιότητα, για τη μεταφορά εικόνας μεταξύ των καμερών IP και των Media Servers. Δεν επεκτείνεται εύκολα και δεν υποστηρίζεται από HTML5.

### WebRTC

Το πρωτόκολλο **Web Real-Time Communications** αναπτύχθηκε από την Google και πέρασε αρκετές αλλαγές και βελτιώσεις, πλέον βρίσκεται σε πολύ ώριμο σημείο και αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται κυρίως για live video (videoconferencing). Το WebRTC αρχικά σχεδιάστηκε για χρήση σε Web Browsers και για επικοινωνία τύπου "peer to peer". Σήμερα έχει εφαρμογή και στην περίπτωση του video streaming.

Το WebRTC έχει το προσόν να μεταδίδεται με πολύ χαμηλό latency και έτσι να αποτελεί μία λύση low latency. Ενώ με άλλα πρωτόκολλα επιτυγχάνονται 10-20 δευτερόλεπτα συνολικού χρόνου μετάδοσης, το WebRTC δίνει τη δυνατότητα συνολικού χρόνου μεταξύ 1 και 6 δευτερολέπτων σε περιβάλλον streaming.

Στην πραγματικότητα, το WebRTC, αν χρησιμοποιηθεί για τηλεδιάσκεψη και όχι streaming, μπορεί να επιτύχει latency (χωρίς να υπολογίζεται το encoding) χαμηλότερο των 500 msec (Ultra Low Latency).

### SRT

Το **Secure Reliable Transport** είναι από τα λιγότερο γνωστά και πιο νέα πρωτόκολλα. Είναι τύπου Open Source. Το βασικό του πλεονέκτημα είναι η πολύ καλή του απόδοση σε χαμηλές ταχύτητες.

Το SRT είναι μια προσπάθεια δημιουργίας ενός διεθνούς standard που υιοθετήθηκε αρχικά από μια μικρή ομάδα κατασκευαστών.

Χρησιμοποιεί UDP και επιτυγχάνει latency κάτω των 3 sec. Είναι εξαιρετικά ανθεκτικό σε προβλήματα ποιότητας του δικτύου και προσφέρει κρυπτογράφηση AES 256 bit.

Το SRT καταφέρνει να διατηρεί την ποιότητα σε δύσκολες δικτυακές συνθήκες μέσω ενός δικού του μηχανισμού ανάκτησης χαμένων πακέτων (packet loss recovery) και γι'αυτό έχει αρχίσει να γίνεται σιγά-σιγά αποδεκτό από τη βιομηχανία Video Streaming.

Το SRT είναι "Codec-Agnostic", δηλαδή υποστηρίζει οποιονδήποτε Audio/Video codec. Επίσης υποστηρίζεται από HTML5.

### HLS

Το HLS (HTTP Live Streaming) είναι δημιουργία της Apple και συγκεντρώνει όλα τα πλεονεκτήματα ενός σύγχρονου πρωτοκόλλου streaming, βασισμένου σε τεχνολογία HTTP.

Μαζί με το HDS (HTTP Dynamic Streaming) της Adobe, αποτέλεσαν τα δύο πρωτόκολλα που

πήραν τη θέση του RTMP όσον αφορά το τελικό στάδιο Server to Client.

Ωστόσο, το Adobe HDS δεν κατάφερε να προχωρήσει όσο το HLS και ενώ για κάποιο διάστημα συναγωνίζονταν, το HLS απέκτησε σημαντικό προβάδισμα και εν τέλει καθιερώθηκε.

Η χρήση του είναι ως "Media Player Egress" δηλαδή αποστέλλεται από τον Streaming Server προς την είσοδο του Media Player. Το HLS έχει καθυστέρηση 30-45 sec.

Υποστηρίζει Adaptive Bit Rate και έτσι προσαρμόζεται στην διαθέσιμη ταχύτητα δικτύου. Υποστηρίζει ευρεία ποικιλία συσκευών που το αναπαράγουν όπως players, set-top boxes, Smart TVs, κινητές συσκευές κλπ.

Σήμερα είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο σε ένα live stream.

Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός ότι υποστηρίζει H.264, H.265, VP8, VP9 δηλαδή πολύ αποδοτική συμπίεση εικόνας. Το RTMP δεν υποστηρίζει H.265. Έτσι το HLS μπορεί να αποδώσει την χαμηλότερη δυνατή ταχύτητα με υψηλή συμπίεση, εκεί που αυτή είναι περισσότερο αναγκαία. Η ανάγκη αυτή εμφανίζεται μεταξύ server και θεατών (player). Μπορεί να έχουμε δεκάδες, εκατοντάδες ή και χιλιάδες θεατές, και η μείωση της ταχύτητας με διατήρηση της ποιότητας μεταφράζεται σε τεράστια εξοκονόμηση bandwidth.

### LL-HLS

Το **Low-Latency HLS** αποτελεί μία έκδοση του HLS όπου γίνεται προσπάθεια να μειωθεί σημαντικά ο χρόνος μετάδοσης. Το LL-HLS καταφέρει latency κάτω των 3 sec μεταξύ server και player που είναι σημαντική βελτίωση.

Το LL-HLS βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, και μόλις άρχισαν οι πρώτοι πρωτοπόροι κατασκευαστές να το εξερευνούν και να το υποστηρίζουν προς το τέλος του 2020.

### MPEG-DASH

Το MPEG group δημιούργησε το **Dynamic**

**Adaptive Streaming over HTTP** ως άλλη μια προσπάθεια να ξεφύγει η αγορά από την εξάρτηση από τους συνηθισμένους μεγάλους παίκτες όπως η Apple και η Adobe. Το MPEG-DASH προηγείται χρονολογικά του SRT.

Είναι Open Source, χρησιμοποιεί TCP και υποστηρίζεται από HTML5. Έχει latency από 6 έως 30 sec.

Το MPEG-DASH έχει το μειονέκτημα ότι δεν υποστηρίζεται από συσκευές Apple (Safari, iOS). Ένα πλεονέκτημά του όμως είναι ότι είναι "Codec-Agnostic" δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιονδήποτε Audio ή Video codec.

### Adaptive Bitrate Streaming

Το Adaptive Bitrate Streaming είναι η εξαγωγή πολλαπλών ροών (renditions) του αρχικού video ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή από διαφορετικές συσκευές και μέσω συνδέσεων με διαφορετικό bandwidth.

Αν ένα video stream έχει πολύ χαμηλή ποιότητα, τότε εξασφαλίζεται η χρήση του από όλες τις συσκευές χαμηλών δυνατοτήτων. Η ποιότητα και εμπειρία όμως είναι απογοητευτική για τους χρήστες που έχουν δυνατές συσκευές και καλές δικτυακές συνδέσεις. Περισσότεροι από 50% των χρηστών δεν θα δεχτούν ένα video stream με χαμηλή ποιότητα και θα το κλείσουν εντός 90 δευτερολέπτων.

Αν ένα video stream έχει υψηλή ποιότητα, τότε οι χρήστες με υψηλές δυνατότητες θα είναι ευχαριστημένοι, ενώ όμως οι χρήστες με χαμηλές δυνατότητες δεν θα μπορέσουν να δουν το video. Όταν για παράδειγμα μια συσκευή δεν μπορεί να διαχειριστεί το υψηλό bitrate, τότε προκύπτει το buffering. Ο video player δεν μπορεί να λαμβάνει το video αρκετά γρήγορα ώστε να παίζει σε κανονική ταχύτητα.

Για τη λύση αυτών των προβλημάτων χρησιμοποιείται το Adaptive Bitrate Streaming.

Το ABR χρησιμοποιείται για την αποστολή video υψηλής ποιότητας σε συσκευές με υψηλή επεξεργαστική ισχύ και υψηλό διαθέσιμο

bandwidth ενώ συσκευές με χαμηλότερη ισχύ ή χαμηλότερες ταχύτητες να εξακολουθούν να μπορούν να λάβουν ροή κατάλληλη για αυτές.

Για την εφαρμογή του Adaptive Bitrate Streaming, παράγονται πολλαπλές ροές του αρχικού stream, από ένα μοναδικό αρχικό αρχείο ή stream. Για την παραγωγή αυτών των ροών χρησιμοποιείται ένας hardware ή software encoder. Αυτές οι ροές έχουν διαφορετικές αναλύσεις και ρυθμό μετάδοσης (bitrate). Οι ροές ξεκινούν από υψηλή ανάλυση και υψηλό bitrate, με υψηλό frame rate. Μία τέτοια ροή υψηλής ποιότητας προορίζεται για τους θεατές με γρήγορες δικτυακές συνδέσεις και συσκευές υψηλών δυνατοτήτων.

Ροές που έχουν μέτρια μεγέθη (ανάλυση, bitrate, frame rate) απευθύνονται σε συσκευές μεσαίων δυνατοτήτων, ενώ οι χαμηλότερες αναλύσεις και bitrates/frame rates απευθύνονται σε συσκευές χαμηλών δυνατοτήτων ή / και χαμηλών διαθέσιμων δικτυακών ταχυτήτων.

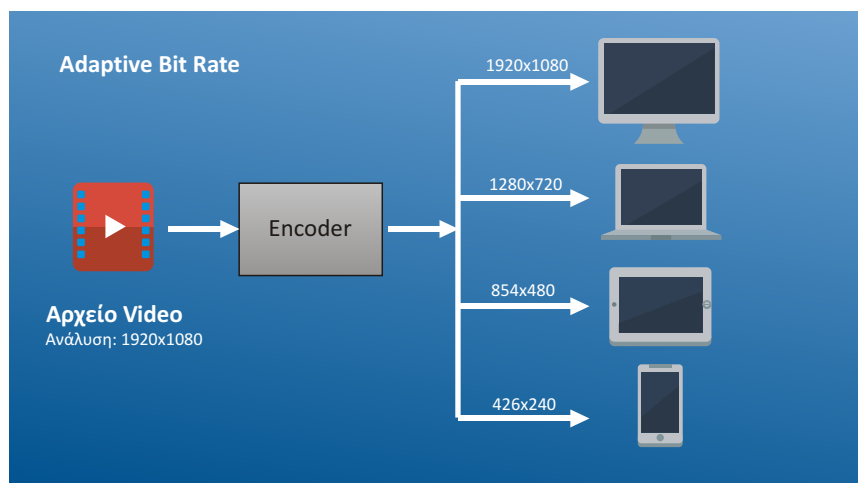
Οι ροές παράγονται με μετάφραση των codecs (transcoding) και ταυτόχρονα αλλαγή του bitrate (transrating). Επίσης, η ανάλυση της εικόνας προσαρμόζεται ανάλογα (transizing). Μετά, οι ροές κατακερματίζονται σε τμήματα διάρκειας από 2 έως 10 δευτερόλεπτα. Αυτή η πρακτική λειτουργεί καλά με πρωτόκολλα streaming που βασίζονται σε HTTP, όπως το HLS και το MPEG-DASH.

Ο video player λαμβάνει ένα αρχείο manifest (.m3u8 για το HLS ή MPD για το MPEG-DASH), το οποίο περιγράφει τα διαθέσιμα bitrates και τα τμήματα του video. Με αυτό το αρχείο ο video player έχει τις κατάλληλες πληροφορίες για να ζητήσει τα κατάλληλα τμήματα που ταιριάζουν με τη συσκευή και τη δικτυακή σύνδεση. Ακολούθως, αρχίζει η αναπαραγωγή του video, όταν υπάρχει επαρκής όγκος video στο τοπικό buffer.

Ένα πλεονέκτημα του HTTP streaming είναι η δυνατότητα αποθήκευσης και αναπαραγωγής από έναν συνηθισμένο Web Server. Για αυτό το λόγο, το ABR δουλεύει καλά με Content Delivery Networks, τα οποία βοηθούν στη μείωση του χρόνου μετάδοσης.

Το πλεονέκτημα του Adaptive Bitrate Streaming είναι το ότι η κάθε συσκευή λαμβάνει το κατάλληλο stream και συνεπώς δεν γίνεται buffering και δεν υπάρχουν διακοπές της ροής. Ο video player μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιαδήποτε ροή είναι κατάλληλη για την οθόνη, την διαθέσιμη επεξεργαστική ισχύ και την δυνατότητα της δικτυακής σύνδεσης.

Επιπλέον, το ABR έχει την ιδιότητα της προσαρμοστικότητας. Όταν το σήμα μιας ασύρματης συσκευής βελτιώνεται, το video αυτόματα περνάει σε ένα καλύτερο rendition. Το ίδιο συμβαίνει όταν για κάποιο λόγο μία συσκευή διαθέτει περιορισμένη ταχύτητα και για κάποιο



**Διάγραμμα 1: Adaptive Bitrate Renditions**

λόγο η ταχύτητα του δικτύου αυξάνεται, όπως π.χ. όταν μία άλλη επικοινωνία η οποία επιβάρυνε το δίκτυο σταματάει και γίνεται διαθέσιμο μεγαλύτερο εύρος ζώνης στο δίκτυο.

Επίσης, το video που χρησιμοποιεί ABR θα προσαρμοστεί και σε αλλαγές της ισχύος της συσκευής. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν έχουμε μια εφαρμογή που τρέχει στη συσκευή και καταναλώνει μέρος της ισχύος του επεξεργαστή. Όταν αυτή η εφαρμογή κλείσει, τότε υπάρχει περισσότερη διαθέσιμη επεξεργαστική ισχύς, την οποία ο video player θα εκμεταλλευτεί, αλλάζοντας σε rendition υψηλότερης ποιότητας.

Μία άλλη πολύ συγγενής τεχνολογία είναι το **MBR (Multi-Bitrate Streaming)** το οποίο μοιάζει με το ABR αρκετά.

Το MBR διαθέτει και αυτό διαφορετικές διαθέσιμες ροές για κάθε συσκευή με τη διαφορά ότι όταν γίνει η επιλογή bitrate, δεν μπορεί πλέον να προσαρμοστεί βάσει των συνθηκών της δικτυακής σύνδεσης. Μία ξαφνική πτώση του bandwidth μπορεί να οδηγήσει σε buffering.

Συνεπώς, η καλύτερη επιλογή, αν υπάρχει η δυνατότητα, είναι το ABR το οποίο εγγυάται

προσαρμοστικότητα για την βέλτιστη εμπειρία. Η χρήση Adaptive Bitrate Streaming ταιριάζει με τα πρωτόκολλα HLS και MPEG-DASH, με προτιμώμενο το HLS.

### Συμπεράσματα

Η τεχνολογία Video Streaming έχει προχωρήσει αισθητά και μπορεί να δώσει εξαιρετική ποιότητα και υψηλές αναλύσεις. Η δυνατότητα πρωτοκόλλων που βασίζονται σε HTTP διευκολύνει διότι δεν χρειάζονται εξειδικευμένοι Streaming Servers αλλά συνηθισμένοι Web Servers.

Οι υπηρεσίες Video Streaming έχουν ήδη μεγάλη απήχηση και αναμένεται να συνεχίσουν με ανοδική πορεία. Η ζήτηση αυξάνεται, ενώ οι απαιτήσεις ποιότητας ανεβαίνουν και αυτές.

Γι' αυτό είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα και τεχνολογίες που μειώνουν το bandwidth και κάνουν πιο προσιτή μια ποιοτική εμπειρία για όλους τους χρήστες. Σε αυτόν τον τομέα, το Adaptive Bit Rate προσαρμόζει το video ανάλογα με τις συνθήκες και τις συσκευές, δίνοντας μια πολύ καλή λύση και εγγύηση βέλτιστης απόδοσης για όλους.

### Λίγα λόγια για τον αρθρογράφο



Ο κ. **Διονύσης Ζέρβας** είναι Μηχανικός UC και έχει εργαστεί στις τεχνολογίες UC για δύο δεκαετίες, κυρίως με συστήματα Polycom. Επίσης έχει εμπειρία video streaming και υπήρξε team leader και εκπαιδευτής για managed video services και έργα web collaboration. Εργάστηκε για την Polycom στο Λονδίνο για αρκετά χρόνια, υλοποιώντας λύσεις, και αργότερα σε ρόλο υποστήριξης των μεγάλων πελατών (Elite support), καλύπτοντας πελάτες στην Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Αφρική.

Ο Διονύσης Ζέρβας έχει περισσότερες από 50 πιστοποιήσεις σε συστήματα τηλεδιάσκεψης και τεχνολογίες Polycom, όπως MCUs, Monitoring systems, Security / Firewall Traversal systems, Call Control platforms και τερματικά τηλεδιάσκεψης. Έχει επίσης λάβει την πιστοποίηση Polycom Certified Video Engineer 3 φορές, όπως επίσης και πιστοποιήσεις Wireshark, Microsoft Windows Server, Cisco CCNA, VMware και άλλα. Ο Διονύσης Ζέρβας έχει πτυχίο Master's (Communication Systems Engineering) και πτυχίο Bachelor's (Information Systems Engineering) στα πανεπιστήμια του Ηνωμένου Βασιλείου Portsmouth και Surrey, αντίστοιχα.

Εάν επιθυμείτε το COMMUNICATION SOLUTIONS να δημοσιεύσει περισσότερα άρθρα για **Video Conference** επικοινωνήστε μαζί μας στο: [info@comsol.gr](mailto:info@comsol.gr)