

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Δίκτυα Υπολογιστών II

Εργασία δικτυακού προγραμματισμού σε Java

Παναγιώτης Σαββίδης

8094

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020

Τον κώδικα για την παρούσα εργασία τον είχα ξεκινήσει πριν ενάμιση χρόνο, όταν και παρακολούθησα το μάθημα, αλλά για προσωπικούς (χαζούς 😊) λόγους, δε συνέχισα την εργασία και δεν έδωσα το μάθημα. Όπως τότε, έτσι και τώρα, χρησιμοποίησα κομμάτια κώδικα από το pizza lab της Ιθάκης. Επίσης, όταν με κάτι δυσκολευόμουν αρκετά έβλεπα τα φετινά post, αλλά και παλαιότερων ετών, περί εργασίας στο thmmy για ιδέες. Το μεγαλύτερο κομμάτι όμως, προέκυψε από δική μου δουλειά.

A. Σχόλια περί εργασίας:

Η εργασία μου φάνηκε ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική. Μπορώ να παραδεχτώ ότι έτρεξα μερικές επιπλέον φορές τον κώδικα για να ακούσω τα τραγούδια της Ιθάκης. Ένα κομμάτι που με δυσκόλεψε αρκετά ήταν, στο κομμάτι του ήχου, οι διάφορες πράξεις που έπρεπε να γίνουν. Η εκφώνηση της εργασίας σε αυτό το κομμάτι δε με βοήθησε ιδιαίτερα και αναζήτησα βοήθεια στο thmmy (όπως αναφέρω παραπάνω).

Πειραματίστηκα και με κάποιες παραμέτρους από το πρώτο session στο δεύτερο και είδα ότι όλα κύλησαν ομαλά.

Μια παρατήρηση που θα ήθελα να κάνω είναι ότι τα καινούργια κομμάτια της εργασίας θα μπορούσαν να είναι συγκεντρωμένα λίγο καλύτερα ή να μπουν στην εκφώνηση. Καταλαβαίνω ότι οι ανακοινώσεις βγήκαν όταν υπήρξε η ανάγκη, αλλά μπορούν πλέον να συγκεντρωθούν κάπου όλες μαζί.

Το κομμάτι Δ που ζητήθηκε να υπάρχει στο report θεωρώ ότι είναι αξιοπρεπώς αναπτυγμένο στο router.pdf, οπότε δεν θα προστεθεί στο report.pdf.

B. UDP: Πρωτόκολλο μεταφοράς του Internet

Το *User Datagram Protocol* (UDP) παρέχει μια μέθοδο για την αποστολή ενθυλακωμένων αυτοδύναμων πακέτων IP και ανήκει στο layer 4. Μπορεί να θεωρηθεί ως συμπληρωματικό του TCP. Μεταδίδει τμήματα, τα οποία αποτελούνται από την κεφαλίδα-Header (8 byte), και στη συνέχεια τα δεδομένα. Όπως γίνεται αντιληπτό, το ελάχιστο μήκος ενός UDP πακέτου είναι όσο το μήκος της κεφαλίδας, δηλαδή 8 byte, και το μέγιστο είναι 65.515 byte. Οι πόρτες για τα UDP πακέτα έχουν εύρος από 0 μέχρι 65535, με το 0 να είναι κρατημένο.

Αυτό που κάνει το UDP, με μεγάλη κιόλας επιτυχία, είναι η παροχή μιας διασύνδεσης με μικρή πολυπλοκότητα και πολλών διεργασιών. Το πρωτόκολλο αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, αν όχι απαραίτητο, στους τομείς του Video Gaming, επικοινωνίας με βίντεο ή ήχο και τηλεδιασκέψεων, καθώς επιτρέπει τη συνέχεια της σύνδεσης ακόμα και αν χαθούν κάποια δεδομένα.

Ομως, έχει και κάποια μειονεκτήματα, όπως η απουσία ελέγχου ροής και ελέγχου συμφόρησης, καθώς και η απουσία αναμετάδοσης κάποιου εσφαλμένου πακέτου και η απουσία μεγάλης αξιοπιστίας. Επίσης, όταν δυο μηνύματα σταλούν στον ίδιο παραλήπτη δεν είναι σίγουρη η σειρά με την οποία θα παραληφθούν.

Για να εγγυηθούμε την αξιοπιστία της σύνδεσης, παρέχεται ένα άθροισμα ελέγχου (checksum). Με δύο απλές συμπληρώσεις ως προς τη μονάδα προκύπτει το τελικό 0, το οποίο και επιστρέφεται. Αν όμως δεν υπολογιστεί αυτό το άθροισμα ελέγχου, κάτι το οποίο δεν συνίσταται, θα επιστραφεί ξανά το 0.

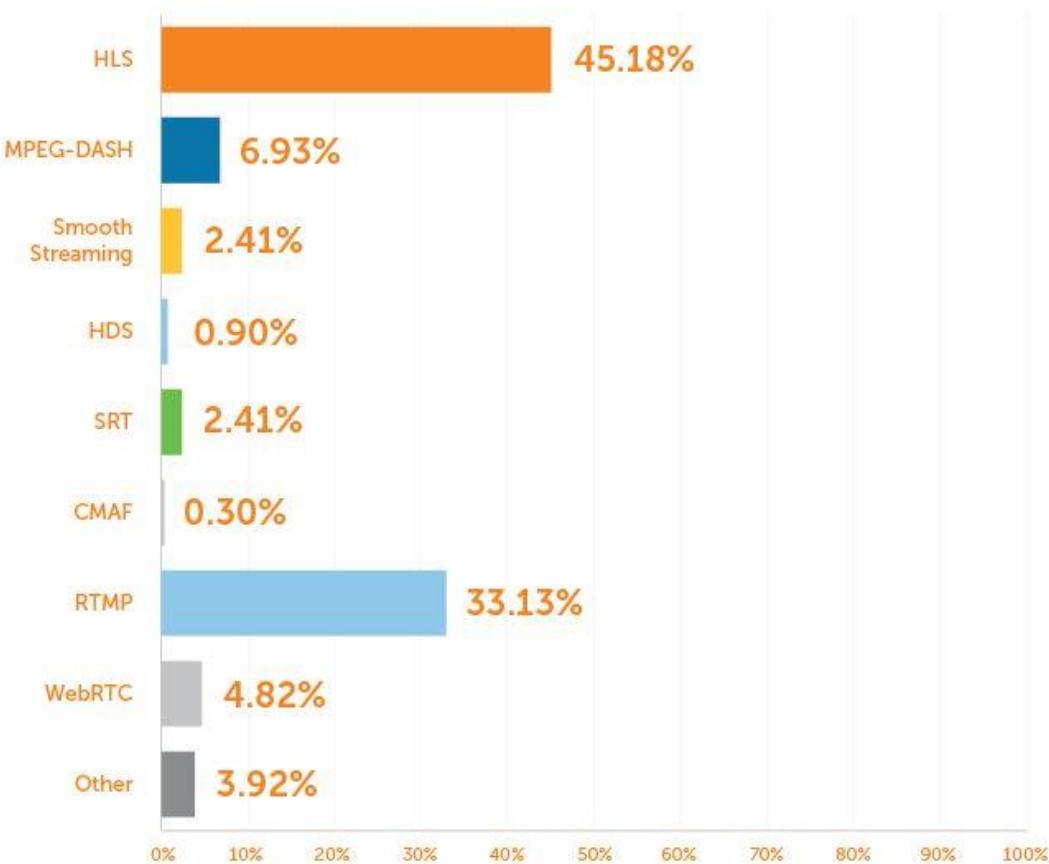
Το UDP χρησιμοποιεί την IP για να στείλει ένα datagram από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο. Το πρωτόκολλο αυτό συλλέγει δεδομένα σε ένα πακέτο, προσθέτει την κεφαλίδα, την πόρτα επικοινωνίας του αποστολέα και του λήπτη, το μέγεθος του πακέτου και τέλος το checksum. Επίσης, είναι απαραίτητο να καταλάβουμε ότι το UDP δεν πραγματοποιεί κάποια σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών, απλά αποστέλλει τα πακέτα (είναι stateless). Λόγω αυτής της ιδιότητας, κάνει πολύ γρήγορο packet forwarding.

Κάποια από τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν την τεχνική του UDP είναι το *Real-time Transport Protocol* (RTP), το *Real-time Transport Control Protocol* (RTCP), το *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP), το *Domain Name System* (DNS), το *Hypertext Transfer Protocol /3* (HTTP/3) κ.α.

Γ. Διεθνή Πρότυπα audio streaming

Τα Διεθνή πρότυπα Audio Streaming εμπίπτουν στην ευρύτερη κατηγορία του Media Streaming. Τα τελευταία χρόνια το Media Streaming είναι τοχέως αναπτυσσόμενο και πολλά μεγάλα site χρησιμοποιούν Video on Demand (Youtube, Netflix) ή ακόμα και live streaming (Twitch, Youtube, Facebook, Instagram κ.α.).

Ας δούμε κάποια πρότυπα για τη μετάδοση ήχου με χρονολογική σειρά.



1. Real-time Transport Protocol – 1996

Ένα από τα πρώτα Audio Streaming protocols είναι το RTP, το οποίο εικδόθηκε το 1996 από την IETF. Όπως αναφέραμε ήδη, το πρωτόκολλο αυτό τρέχει πάνω από το UDP μεταφέροντας Media Streams και σε συνεργασία με το RTCP, το οποίο χρησιμοποιείται για να ελέγχει τα πακέτα και την ποιότητα της μετάδοσης. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι, παρά τα προαναφερθέντα αναφορικά με το UDP, το RTP είναι από τα λίγα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν UDP και έχουν έλεγχο για χαμένα πακέτα και λανθασμένου χρόνου παράδοσης πακέτων.

Το πρωτόκολλο αυτό μεταφέρει πακέτα πραγματικού χρόνου και οι πληροφορίες που παρέχονται από αυτό περιλαμβάνουν χρονικές επισημάνσεις, καταμέτρηση πακέτων και μια σήμανση που δείχνει το είδος των δεδομένων που μεταφέρονται (format).

2. Real-time Streaming Protocol – 1996

Το RTSP δημιουργήθηκε το 1996 αλλά δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1998 ως RFC 2326 πάλι από την IETF. Χρησιμοποιείται κατά κόρον στην ψυχαγωγία και στις τηλεπικοινωνίες. Το πρωτόκολλο αυτό εδραιώνει την επικοινωνία και τον έλεγχο πολυμέσων ανάμεσα σε δύο τερματικά και δίνει τη δυνατότητα στους πελάτες να χρησιμοποιούν εντολές *play/pause/record/describe/redirect*.

Με το RTSP μπορούν να εδραιωθούν και να ελεγχθούν περισσότερα από ένα συνεχόμενα πακέτα πολυμέσων και στη πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν μεταφέρεται το πακέτο αυτούσιο. Με μια απλούστευση θα μπορούσε να πει κανείς ότι λειτουργεί σαν απομακρυσμένο δίκτυο ελέγχου για Servers πολυμέσων.

Το 2016 παρουσιάστηκε το RTSP 2.0 ή αλλιώς RFC 7826 σα βελτίωση του αρχικού πρωτοκόλλου. Η κύρια αλλαγή βρίσκεται στο ότι το 2.0 δεν επιτρέπει τη σύνδεση του παραλήπτη με τον αποστολέα εκτός από τη στιγμή της αρχικής επικοινωνίας.

3. MPEG-DASH – 2011

Το MPEG-DASH είναι ένα από τα πιο καινούργια πρωτόκολλα που επιτρέπει τη ροή πολυμέσων υψηλής ποιότητας μέσω του Internet. Η λειτουργία του βασίζεται στη διάσπαση των πακέτων σε μικρότερα (segments) και αυτά μεταφέρονται με τη βοήθεια του HTTP. Κάθε μικρό πακέτο περιέχει ένα χρονικό κομμάτι ενός μεγαλύτερου πολυμέσου, το οποίο μπορεί να διαρκεί και ώρες. Τα segments κωδικοποιούνται με διάφορα bit rates και είναι υποχρεωτικό ο παραλήπτης να έχει κάποιον bit rate adaptation (ABP) αλγόριθμο για την αποκωδικοποίηση, ξεκινώντας από το πακέτο με το μεγαλύτερο bit rate για να αποφευχθεί η καθυστέρηση.

Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι το MPEG-DASH δεν είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των δεδομένων αλλά βασίζεται στο TCP. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές όπως Smart TVs, TV set-top boxes, υπολογιστές, tablets και κινητά. Ένα πολύ χρήσιμο χαρακτηριστικό του πρωτοκόλλου αυτού είναι η δυνατότητα να προσαρμοστεί η ποιότητα ανάλογα με τη διαθέσιμη χωρητικότητα εύρους ζώνης του χρήστη και γι' αυτό χρησιμοποιείται πολύ τα τελευταία χρόνια.

4. HTTP Live Streaming (HLS) – 2009

Θα ήταν άδικο να μιλήσουμε για media streaming protocols χωρίς να αναφερθούμε στο πιο χρησιμοποιούμενο. Από το 2009 που εκδόθηκε από την Apple, το HLS έχει κατακτήσει την αγορά και χρησιμοποιείται σε Web Browsers (Safari, Chrome, Firefox), iOS και macOS συσκευές, πολλούς online media players και πολλά άλλα.

Ο τρόπος λειτουργίας είναι παρόμοιος με αυτό του MPEG-DASH καθώς σπάει το συνολικό πακέτο σε μικρότερα HTTP-based πακέτα, για να μπορέσει ο χρήστης να κατεβάσει. Το HTTP-Live επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιούν media streams ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες του δικτύου χωρίς να υπάρχει κίνδυνος και μεγάλη καθυστέρηση.

Το 2016 ανακοινώθηκε η προσθήκη των byte-range για αρχεία MP4 χωρίς να χρειάζεται να τα μετατρέπει συνεχώς σε MPEG-2 TS, κάτι που θεωρήθηκε ως η απαρχή για τη διασύνδεση του

HLS με το MPEG-DASH. Το 2020, μετά από πολλά χρόνια λειτουργίας, το Flash Player θα διακόψει τη λειτουργία του και γι' αυτό το HLS θα κερδίσει και άλλο έδαφος.

Πηγές

Tanenbaum, Andrew S. και Wetherall, David J., Δίκτυα Υπολογιστών, (μετάφρ. Φ. Σκουλαρίκης και Γ. Ξυλωμένος), Αθήνα, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

<https://www.geeksforgeeks.org/user-datatype-protocol-udp/>

[https://searchnetworking.techtarget.com/definition/UDP-User-Datagram-Protocol#:~:text=UDP%20\(User%20Datagram%20Protocol\)%20is,provided%20by%20the%20receiving%20party.](https://searchnetworking.techtarget.com/definition/UDP-User-Datagram-Protocol#:~:text=UDP%20(User%20Datagram%20Protocol)%20is,provided%20by%20the%20receiving%20party.)

https://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol

https://en.wikipedia.org/wiki/Real_Time_Streaming_Protocol

https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Adaptive_Streaming_over_HTTP

https://en.wikipedia.org/wiki/HTTP_Live_Streaming

<https://www.wowza.com/blog/mpeg-dash-dynamic-adaptive-streaming-over-http>