CN_II Chat and VoIP over UDP 2024

Ομάδα ΑΕ
Χρήστος Μάριος Περδίκης 10075 cperdikis@ece.auth.gr
Αιμιλία Παλάσκα 10453 aimiliapm@ece.auth.gr

Το παρόν έγγραφο είναι η αναφορά της εργασίας του μαθήματος Δίκτυα Υπολογιστών ΙΙ. Κληθήκαμε να υλοποιήσουμε μια εφαρμογή VoIP και Chat σε Java η οποία θα χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο UDP. Συγκεκριμένα υλοποιήσαμε τον κώδικα αποστολής και λήψης πακέτων κειμένου και φωνής. Ακολουθεί η περιγραφή του κώδικα που γράψαμε.

1 Ανταλλαγή μηνυμάτων κειμένου

Λαμβάνουμε datagrams κειμένου στη θύρα *text_dest_port* $= 26557$ και στέλνουμε από τη θύρα *text_dest_port* $= 26557$. Το μέγιστο μέγεθος του payload κάθε datagram είναι 1024 bytes, αλλά όπως θα δούμε παρακάτω υποστηρίζουμε να σταλθούν μηνύματα μεγαλύτερου payload.

1.1 Receive

Ο μηχανισμός λήψης μηνυμάτων υλοποιείται στην συνάρτηση *receiveText*. Για να εγγυηθούμε ότι η λήψη πακέτων δεν θα περιορίσει την υπόλοιπη λειτουργικότητα της εφαρμογής, δηλαδή την αποστολή μηνυμάτων και την δυνατότητα κλήσης, η συνάρτηση αυτή ανατίθεται σε ένα Thread, το οποίο ξεκινάει από την main και εκτελεί μία αέναη λούπα. Μέσα σε αυτήν λαμβάνονται πακέτα ορισμένου μεγέθους (1024 bytes) και εμφανίζονται στην διεπαφή, έχοντας σαν αρχή το "Friend:" για να γίνει αντιληπτό πότε πρόκειται για εισερχόμενο μήνυμα. Θεωρούμε ότι όλα τα πακέτα θα είναι το πολύ 1024 bytes, διότι η διαδικασία αποστολής μηνυμάτων διαχειρίζεται τον χωρισμό μεγάλων συμβολοσειρών σε πολλαπλά πακέτα. Στην διάρκεια των δοκιμών μας δεν παρατηρήθηκε άφιξη των πακέτων με λάθος σειρά, όταν αυτά προέρχονταν από χωρισμό μεγαλύτερου payload.

1.2 Send

Αρχικά ελέγχουμε αν το *inputTextField* είναι άδειο, στην οποία περίπτωση αγνοούμε το πάτημα του κουμπιού Send και δεν στέλνουμε τίποτα. Αν δεν είναι άδειο, τότε ξεκινάμε τη διαδικασία αποστολής ενός udp datagram.

Αφότου αποθηκεύσουμε το *input_text* στη μεταβλητή *payload* σε μορφή bytes, υπολογίζουμε πόσες φορές χωράει το 1024 στο μήκος του *payload*. Στη γενική περίπτωση, θα σταλθούν σε αριθμό *multiplier* $+ 1$ datagrams, όπου όλα εκτός του τελευταίου θα έχουν μέγεθος payload 1024 bytes και το τελευταίο θα έχει μέγεθος payload *modulo* bytes (*multiplier* είναι το πηλίκο και *modulo* το υπόλοιπο της διαίρεσης *payload.length*$/1024$).

Για παράδειγμα, αν έχουμε ένα μήνυμα σε μέγεθος 2050 bytes, το μήνυμα θα χωριστεί και θα σταλεί με δύο datagrams με payload μήκους 1024 bytes και ενός ακόμα datagram με payload μήκους $2050 \ \% \ 1024 = 2$ bytes. Αν πάλι στείλουμε ένα μήνυμα μεγέθους 256 bytes, θα στείλουμε ένα payload μεγέθους 256 bytes. Προφανώς τα τελικά datagrams θα είναι λίγο μεγαλύτερα λόγω της προσθήκης του udp header.

Ουσιαστικά, αν λάβουμε υπόψιν μας και τον κώδικα που λαμβάνει κείμενο, η εφαρμογή μας τεμαχίζει τα πολύ μεγάλα κείμενα σε περισσότερα μικρότερα διαδοχικά μηνύματα.

1.3 Παράδειγμα ανταλλαγής μηνυμάτων μέσω Wireshark

Ακολουθούν ανταλλαγές μηνυμάτων κειμένου μεταξύ δύο υπολογιστών στο ίδιο δίκτυο οι οποίες καταγράφηκαν με το πρόγραμμα Wireshark. Οι διευθύνσεις IPv4 των δύο υπολογιστών ήταν $192.168.100.22$ και $192.168.100.13$.

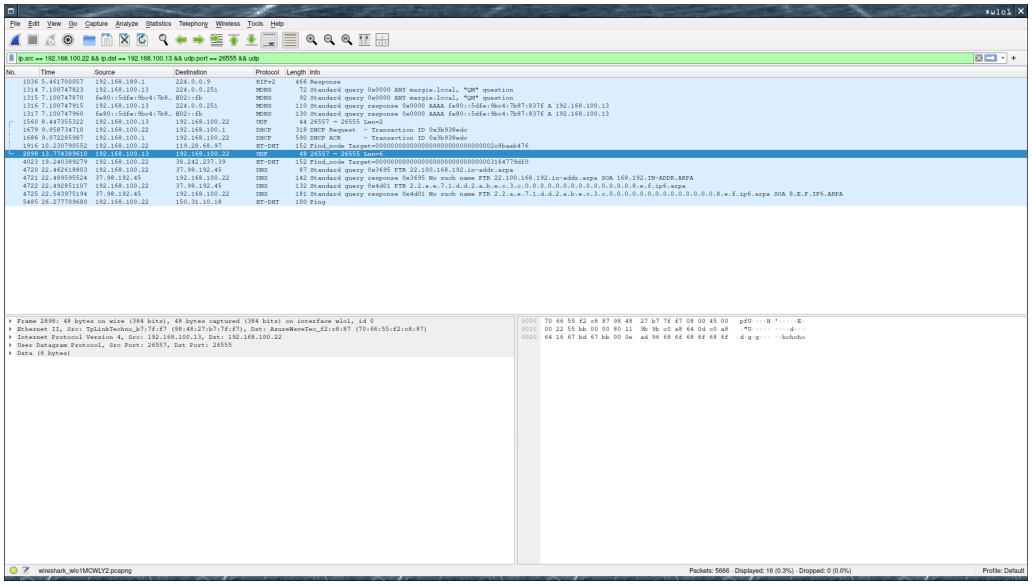


Figure 1: Καταγραφή μηνύματος μικρού μήκους στο Wireshark

Στην εικόνα 1 βλέπουμε την αποστολή ενός μηνύματος με κείμενο “hohoho”. Εφόσον έχουμε κείμενο μήκους 6 bytes, το datagram payload έχει και αυτό μέγεθος 6 bytes.

Στις εικόνες 2a, 2b και 2c στείλαμε τον ίδιο τον πηγαίο κώδικα μέσω της εφαρμογής για να δοκιμάσουμε τη συμπεριφορά της σε πολύ μεγάλα κείμενα (> 1024 bytes). Βλέπουμε ότι το κείμενο χωρίζεται σε πολλά datagrams με μέγεθος payload 1024 bytes μέχρι το τελευταίο datagram στο οποίο στέλνεται ουσιαστικά.

2 VoIP

Αντίστοιχα με λήψη και αποστολή κειμένου λαμβάνουμε datagrams φωνής στη θύρα *voice_dest_port* $= 26567$ και στέλνουμε από τη θύρα *voice_src_port* $= 26565$. Το μέγεθος του κάθε πακέτου είναι σταθερό στα 1024 bytes.

2.1 Receive

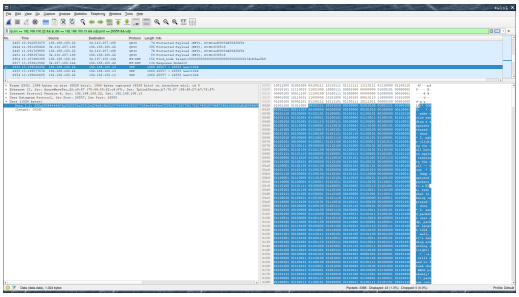
2.2 Send

Αν πατήσουμε το κουμπί Call και δεν βρισκόμαστε σε κλήση, εκτός από το thread λήψης πακέτων φωνής, γίνεται εκκίνηση του thread καταγραφής και αποστολής φωνής. Αν είμαστε ήδη σε κλήση, τότε τα δύο threads τερματίζουν ομαλά και η κλήση τελειώνει. Είναι δυνατόν η ξαναεπανεκκίνηση της κλήσης αν πατηθεί το κουμπί Call ξανά.

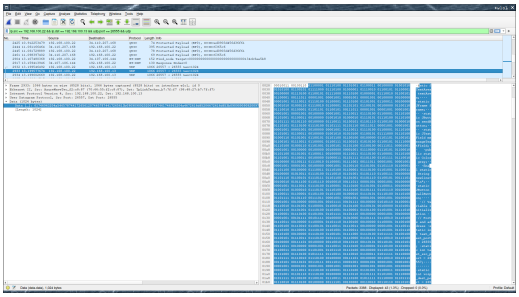
Στο ξεχωριστό thread αναλαμβάνουμε την καταγραφή και την αποστολή ήχου. Με τις κατάλληλες ρυθμίσεις στον υπολογιστή του χρήστη μπορεί να γίνει καταγραφή φωνής μέσω του μικροφώνου αλλά και καταγραφή των ήχων του συστήματος όπως π.χ. μουσικής. Αφού αρχικοποιήσουμε το socket και την διεύθυνση του προορισμού, θέτουμε το AudioFormat μας να είναι 8kHz μονοφωνικό PCM με 8-bits για κάθε sample. Αν είχαμε παραπάνω από ένα byte για κάθε sample, η διάταξή μας θα ήταν big endian.

Ανοίγουμε ένα TargetDataLine με *buffer_size* $= 1024$ και ξεκινάμε την καταγραφή ήχου σε ένα while loop το οποίο τερματίζει μόνο όταν πατηθεί το κουμπί Call. Κάθε φορά διαβάζουμε $1024/5 = 204$ bytes από τον εσωτερικό buffer του TargetDataLine, έτσι σιγουρευόμαστε ότι δεν θα έχουμε ούτε buffer overflows ούτε underflows. Τα δεδομένα ήχου γίνονται append στο ByteArrayOutputStream *out*, το οποίο μετατρέπουμε στο byte array *audio_data* όταν θέλουμε να τα χρησιμοποιήσουμε.

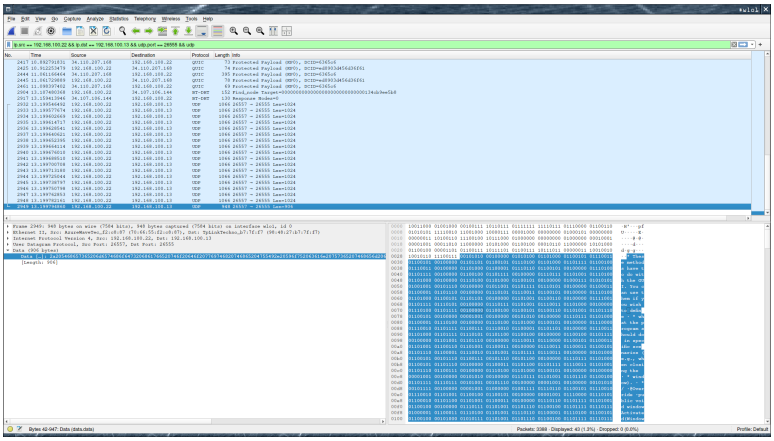
Όταν το *audio_data* γεμίσει επαρκώς, τότε στέλνουμε ένα πακέτο. Αυτό γίνεται σειριακά με την καταγραφή ήχου, στο ίδιο thread. Αν επιθυμούσαμε μικρότερο latency θα μπορούσαμε να είχαμε ξεχωριστά threads για την καταγραφή ήχου και την αποστολή πακέτων. Όταν το *audio_data* συμπληρώσει 1024 bytes, θα στείλουμε το πρώτο πακέτο το οποίο θα περιέχει τα πρώτα 1024 bytes του *audio_data*. Όταν συμπληρώσει $2 * 1024 = 2048$



(a) Πρώτο datagram από πολλά που στάλθηκαν για να στείλουμε τον πηγαίο μας κώδικα!

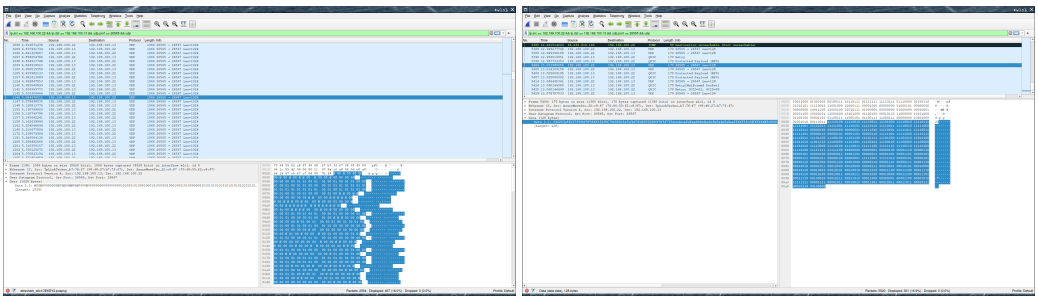


(b) Δεύτερο datagram. Όλα μέχρι και το προτελευταίο θα έχουν το ίδιο μήκος!



(c) Τελευταίο datagram, μικρότερο σε μέγεθος από όλα τα προηγούμενα!

Figure 2: Καταγραφή αποστολής πολύ μεγάλου κειμένου με Wireshark



(a) Ροή datagrams ήχου

(b) Ροή datagrams ήχου όπου είναι ορατό όλο το header και όλο το payload

Figure 3: Καταγραφή αποστολής πακέτων φωνής με Wireshark

bytes, θα στείλουμε 1024 bytes με offset $1 * 1024$ bytes από την αρχή του *audio_data*. Όμοια στα $3 * 1024 = 3072$ bytes θα στείλουμε 1024 bytes με offset $2 * 1024$ bytes από την αρχή του *audio_data* κλπ.

Όταν το κουμπί Call πατηθεί όσο η κλήση βρίσκεται σε εξέλιξη φροντίζουμε να κλείσουμε τα TargetDataLine και DatagramSocket μας για να μην έχουμε resource leaks. Μετά από αυτό, κυρίως για λόγους δοκιμών, αποθηκεύουμε σε ένα αρχείο "test.wav" τον ήχο που ηχογραφήθηκε και στάλθηκε (όχι τον ήχο που λάβαμε).

Υποθέτουμε ότι οι κλήσεις χρησιμοποιώντας αυτήν την εφαρμογή θα έχουν διάρκεια μερικών λεπτών ή μερικών ωρών, καθώς αφήνουμε το *out* να μεγαλώνει ανεξέλεγκτα. Θεωρητικά αν περάσει επαρκής χρόνος τα *out* και *audio_data* θα θα σταματήσουν να επεκτείνονται όταν το μέγεθός τους γίνει $Integer.MaxValue - 8$. Τότε το ByteArrayOutputStream θα εξακολουθεί να δέχεται νέα δεδομένα και η εφαρμογή μας δεν θα τερματίσει. Επειδή όμως στέλνουμε το κάθε νέο πακέτο κάθε φορά που μεγαλώνει το μέγεθος του *audio_data*, όταν αυτό φτάσει στο μέγιστο μέγεθος $Integer.MaxValue-8$, η αποστολή των πακέτων ήχου θα σταματήσει. Με πρόχειρες μετρήσεις είδαμε ότι το BAOS *out* μεγαλώνει κατά 10^4 bytes περίπου κάθε 12 δευτερόλεπτα. Υποθέτοντας ότι το BAOS *out* αυξάνει σε μέγεθος γραμμικά, για να φτάσουμε στην μέγιστη τιμή ενός ακεραίου, την οποία θεωρήσαμε 10^9 bytes για ευκολία στους υπολογισμούς, θα χρειαστούν περίπου 33 ώρες. Θεωρούμε ότι αυτό το χρονικό διάστημα είναι αρκετά μεγάλο έτσι ώστε να μην μας απασχολεί πότε θα φτάσουμε στο μέγιστο μέγεθος του BAOS. Όσο για τη χρήση μνήμης, για κλήση μιας ώρας το μέγεθος των *out* και *audio_data* θα είναι περίπου $2 * 30 = 60$MB, το οποίο δεν είναι πολύ μεγάλο νούμερο, άρα αναμένουμε η εφαρμογή μας να μην χρησιμοποιεί υπερβολικά πολύ μνήμη τις πρώτες ώρες μιας κλήσης. Για αυτούς τους λόγους δεν επιχειρήσαμε να διορθώσουμε αυτό το πρόβλημα παρόλου που γνωρίζαμε την ύπαρξή του.

ΤΙ ΘΑ ΑΚΟΥΕΙ Ο ΔΕΚΤΗΣ ΤΟΤΕ;

2.3 Παράδειγμα VoIP μέσω Wireshark

Στις εικόνες 3a και 3b, καταγραφή datagram φωνής από το Wireshark. Δεν μπορούσαμε να έχουμε ορατά τα payload και header του datagram την ίδια στιγμή με μέγεθος $payload = 1024$, οπότε για τη δεύτερη φωτογραφία προσωρινά μικρύναμε το μήκος του payload σε 128 bytes. Διευκρινίζουμε ότι το πρόγραμμά μας δεν δουλεύει με τον επιθυμητό τρόπο για payload των 128 bytes. Δεν τροποποιήσαμε κανένα άλλο κομμάτι του κώδικά μας, οπότε $1024 - 128 = 896$ bytes χάνονταν σε κάθε datagram που στέλναμε. Ως αποτέλεσμα στη μεριά της λήψης ακουγόταν μόνο ένας ενοχλητικός θόρυβος. Η αλλαγή σε μικρότερου μήκους πακέτα έγινε μόνο για λόγους επίδειξης, ουσιαστικά για να χωρέσουμε ολόκληρο το datagram στην οθόνη.

3 Συμπεράσματα;

Χρειάζεται αυτό το section; Ο Τσακ Νόρις είπε "έλα μου ντε" και ο Ντε ήρθε…