

**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ II

**Δικτυακός προγραμματισμός: Java Network Socket
Programming**

Ονοματεπώνυμο: Σταύρου Μάριος

ΑΕΜ: 9533

Statement of originality

Δηλώνω ότι ο κώδικας που υπέβαλα τον έχω γράψει από την αρχή με τις γνώσεις που έχω περί προγραμματισμού και δεν αντέγραψα έτοιμους κώδικες από διάφορα sources.

Report

Σχόλια μετρήσεων και αποτελεσμάτων:

➤ Πιθανότητα εμφάνισης μετρήσεων:

Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν μέσω του κώδικα.

```
float pACK = (float)ack / (ack+nack);  
System.out.println("Success rate: " + (float)100*pACK + "%");
```

Ack: Αριθμός πακέτων που είρθαν επιτυχής.

Nack: Αριθμός πακέτων που χάθηκαν.

1. Χρόνος Απόκρισης και ρυθμαπόδοση με delay:

Session 1: Probability of Occurrence: 99.37888%

Session 2: Probability of Occurrence: 100.0%

2. Χρόνος Απόκρισης και ρυθμαπόδοση χωρίς delay:

Session 1: Probability of Occurrence: 99.96224%

Session 2: Probability of Occurrence: 100.0%

➤ Μέση Τιμή και Διασπορά Εφαρμογής "Echo Packet":

Τα αποτελέσματα έχουν υπολογιστεί μέσω των αντίστοιχων φόρμουλων της Excel.

1. Χρόνος Απόκρισης με delay:

Session 1: Μέση τιμή = 1846.025 Διασπορά = 243442.7792

Session 2: Μέση τιμή = 1997.457 Διασπορά = 155676.7

2. Ρυθμαπόδοση με delay:

Session 1: Μέση τιμή = 155.1515152 Διασπορά = 647.7575758

Session 2: Μέση τιμή = 144.4848 Διασπορά = 263.7576

3. Χρόνος Απόκρισης χωρίς delay:

Session 1: Μέση τιμή = 56.23475 Διασπορά = 8.384814

Session 2: Μέση τιμή = 262.5284 Διασπορά = 1156.516

4. Ρυθμαπόδοση χωρίς delay:

Session 1: Μέση τιμή = 4567.351 Διασπορά = 548.9009

Session 2: Μέση τιμή = 990.2222 Διασπορά = 757.4349

i.Γραφήματα G1, G2, G3, G4:

Αν συγκρίνουμε τα δύο διαγράμματα G1 ή τις μέσες τιμές των δύο session, παρατηρούμε ότι τα πακέτα του Session 1 είχαν ελάχιστα λιγότερη καθυστέρηση από τα πακέτα του Session 2.

Το ίδιο παρατηρούμε και στα διαγράμματα G3 των session, όπου τα πακέτα στο Session 1 λαμβάνονται με μέση καθυστέρηση, περίπου ίση με 56 milliseconds, ενώ στο Session 2, η μέση καθυστέρηση πακέτου είναι περίπου ίση με 262 milliseconds.

Επίσης από τα διαγράμματα G1 και G3, παρατηρούμε ότι ο χρόνος απόκρισης του πακέτου είναι κατά πολύ μικρότερος, όταν απενεργοποιήσουμε την καθυστέρηση. Σύμφωνα με τις μέσες τιμές που υπολογίσαμε, στο Session 1 ο μέσος χρόνος απόκρισης των πακέτων με καθυστέρηση είναι περίπου 1800 milliseconds ενώ χωρίς καθυστέρηση είναι 56 milliseconds. Στο Session 2 ο μέσος χρόνος απόκρισης των πακέτων με καθυστέρηση είναι περίπου 2000 milliseconds ενώ χωρίς καθυστέρηση είναι 260 milliseconds.

Αυτές οι παρατηρήσεις γίνονται αντιληπτές και από τα γραφήματα, συγκρίνοντας τον αριθμό των πακέτων που έχουμε λάβει. Για παράδειγμα, στο Session 1, για χρονική διάρκεια 5 λεπτών, με καθυστέρηση λάβαμε 156 πακέτα, ενώ χωρίς καθυστέρηση λάβαμε περίπου 5000 πακέτα.

Τα διαγράμματα G2 και G4, απεικονίζουν την ρυθμαπόδοση (bps) των πακέτων ανά 8 δευτερόλεπτα, με μια ελάχιστη απόκλιση λόγω του ότι ήταν αδύνατο να μετράω τα πακέτα που έρχονται ακριβώς σε 8 δευτερόλεπτα.

Ρυθμαπόδοση είναι το μέτρο του αριθμού των bits ανα δευτερόλεπτο (bits per second). Συγκρίνοντας τα διαγράμματα μεταξύ τους, είναι φανερό ότι όταν η εφαρμογή λειτουργεί με καθυστέρηση, η ρυθμαπόδοση είναι πολύ πιο μικρότερη σε σχέση με όταν λειτουργεί χωρίς καθυστέρηση και είναι αναμενόμενο διότι, όπως αναφέραμε πιο πάνω, με καθυστέρηση λάβαμε πολύ πιο λιγότερα πακέτα.

ii.Γραφήματα G5, G6, G7, G8:

Το είδος κατανομής στα γραφήματα G5, G7 και G8 και των δύο Session, μοιάζει πάρα πολύ με την κανονική κατανομή!

Μόνο στο γράφημα G6 δεν φαίνεται τόσο ευδιάκριτα εάν είναι κανονική κατανομή λόγω το πλήθος δειγμάτων, όμως εάν το παραβλέψουμε, μπορούμε να πούμε με κάθε επιφύλαξη ότι μοιάζει πιο πολύ να τείνει προς κανονική κατανομή.

iii.Διάγραμμα R1:

Σύμφωνα με τους γνωστούς τύπους για τον υπολογισμό των παραμέτρων SRTT, VAR, RTO και επιλέγωντας για τις παραμέτρους a,b,c τις τιμές 0.9, 0.25, 4 αντίστοιχα, παίρνουμε τα διαγράμματα που φαίνονται στο pdf του κάθε Session.

Συγκρίνοντας τα δύο διαγράμματα, παρατηρούμε να υπάρχουν διαφορές και είναι απολύτως φυσιολογικό αφού οι παραμέτροι εξαρτώνται από τον χρόνο απόκρισης κάθε πακέτου.

iv.Θερμοκρασίες T1..T8:

Η εφαρμογή επέστρεφε θερμοκρασία μόνο για τον σταθμό 0, ενώ για τους σταθμούς από 10 έως 99, δεν επέστρεψε ένδειξη θερμοκρασίας. Από αυτό συμπεραινουμε ότι, μόνο ο σταθμός 0 έχει αισθητήρα θερμοκρασίας.

v.Διαγράμματα G9, G10:

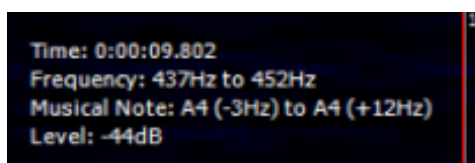
Το διάγραμμα του G9 παρουσιάζει ένα κομμάτι των δειγμάτων, έτσι ώστε να φαίνεται πιο καθαρά η κυματομορφή.

Για την ανάλυση της συχνότητας, χρησιμοποίησα ένα πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιώ προσωπικά για sound editing, το "WavePad Sound Editor". Μέσω του προγράμματος, μπορώ να επιλέξω συγκεκριμένα τμήματα ενώ αρχείου και χρησιμοποιώντας το tool "Frequency Analyze", εμφανίζει μια γραφική με τις συχνότητες.

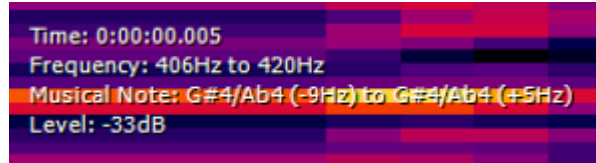
Οι ενδείξεις που φαίνονται πάνω αριστερά, αναφέρονται στο σημείο που είναι σημειωμένο με τον πράσινο σταυρό.

Επίσης στα δεξιά του διαγράμματος υπάρχει βαθμονομημένος άξονας, από 0 Hz έως 4000 Hz, με βήμα 1000 Hz.

Session 1: Frequency = 437 Hz to 452 Hz



Session 2: Frequency = 406Hz to 420 Hz



vi.Διαγράμματα G11, G12, G13, G14:

Το είδος των κατανομών των διαγραμμάτων και στα δύο Sessions τείνει να μοιάζει πιο πολύ με τριγωνική κατανομή.

Η πιθανότητα εμφάνισης των Audio πακέτων για όλα τα requests ήταν 100% για το Session 1, ενώ στο Session 2 το request για audio clip DPCM και στο 1^ο audio clip AQDPCM ήταν 99.7998% και 99.8999% αντίστοιχα.

vii. Διαγράμματα G19, G20:

Τα διαγράμματα παρουσιάζουν την κίνηση του “Ithaki Copter”, χρονικής διάρκειας ενός λεπτού για δύο διαφορετικά επίπεδα.

Συγκρίνοντας τα μεταξύ τους για κάθε Session ή ακόμη και τα Sessions μεταξύ τους, παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία κιμένεται στο ίδιο εύρος τιμών. Όσο αφορά το pressure, δεν φαίνεται στα διαγράμματα, έτσι ώστε να είναι πιο ευδιάκριτες οι υπόλοιπες γραφικές.

Επίσης σχετικά με την εφαρμογής “Ithaki Copter”, η υλοποίηση της έγινε και με UDP αλλά και με TCP. Για την συλλογή μετρήσεων όμως, χρησιμοποιήθηκε η UDP διότι έπερνα πιο πολλές μετρήσεις σε σχέση με το TCP, το οποίο είναι φυσιολογικό αφού διαβάζοντας για το UDP πρωτόκολλο, διαπίστωσα ότι είναι μια διαφορά μεταξύ UDP και TCP. *(Περεταίρω σχόλια στην αναφορά για το UDP πρωτόκολλο)*

```
OPTIONS:
1. Echo Packet
2. Image
3. Audio (DPCM)
4. Audio (AQDPCM)
5. Ithaki Copter (TCP)
6. Ithaki Copter (UDP)
7. Car Fault Diagnostics (UDP)

ENTER NUMBER: 5
|
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.63 PRESSURE=1017.67 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=150 RMOTOR=150 ALTITUDE=078 TEMPERATURE=+23.63 PRESSURE=1017.67 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=139 RMOTOR=139 ALTITUDE=078 TEMPERATURE=+23.61 PRESSURE=1017.61 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=109 RMOTOR=109 ALTITUDE=078 TEMPERATURE=+23.59 PRESSURE=1017.63 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.60 PRESSURE=1017.59 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.59 PRESSURE=1017.65 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.61 PRESSURE=1017.66 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.61 PRESSURE=1017.61 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.61 PRESSURE=1017.65 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.61 PRESSURE=1017.60 TELEMETRY
ITHAKICOPTER LMOTOR=000 RMOTOR=000 ALTITUDE=077 TEMPERATURE=+23.60 PRESSURE=1017.65 TELEMETRY
```

viii. Διαγράμματα G21, G22, G23, G24, G25, G26:

Συγκρίνοντας τα διαγράμματα των δύο Session, παρατηρούμε ότι υπάρχουν ελάχιστες διαφορές μεταξύ τους και αυτές οι διαφορές οφείλονται στο ότι στο ένα από τα δύο Session, κάποια πακέτα χάθηκαν και αυτό αποδίδνεται από το ποσοστό επιτυχίας να έρθει το πακέτο, που υπολογίζεται μέσω του κώδικα.

Στο Session 1 όλες οι μετρήσεις είχαν 100% επιτυχία, ενώ στο Session 2 δεν είχαν όλες οι μετρήσεις 100% επιτυχία. Το Vehicle Speed είχε 99.82% επιτυχία, το Engine RPM είχε 99.85% επιτυχία και το Coolant Temperature είχε 99.80% επιτυχία. Σε αυτές τις ελάχιστες διαφορές οφείλονται και οι ελάχιστες διαφορές στα εξής διαγράμματα.

Βιβλιογραφικές Τεχνικές Αναφορές:

a. Πρωτόκολλο UDP:

Το πρωτόκολλο UDP είναι ένα από τα πρωτόκολλα μεταφοράς δεδομένων το οποίο λειτουργεί μέσω του IP. Μια από τις διαφορές που έχει σε σχέση με άλλα πρωτόκολλα, είναι ότι η μεταφορά των δεδομένων είναι πολύ πιο γρήγορη και γι' αυτό τον λόγο, η χρήση του UDP πλεονεκτεί σε εφαρμογές όπως το audio/video streaming και γενικότερα σε εφαρμογές όπου το response time, είναι σημαντικότερο. Ένα από τα μειονεκτήματά του, είναι το ότι δεν μας εγγυείται το 100% ποσοστό επιτυχίας μεταφοράς δεδομένων, αφού δεν γίνεται έλεγχος εάν το πακέτο έχει ληφθεί, όπως γίνεται στο TCP. Γι' αυτό τον λόγο με TCP τα πακέτα έρχονται πιο αργά σε σχέση με το UDP, όπως διαπίστωσα και στην εφαρμογή του "Copter". Η μεταφορά δεδομένων επιτυγχάνεται με την αποστολή πακέτων, τα "datagram packets", από το ενά τερματικό στο άλλο, μέσω IP χωρίς να προηγηθεί κάποια σύνδεση μεταξύ τους. Τα datagram packets έχουν μια συγκεκριμένη μορφή. Πριν από τα δεδομένα, προηγείται το header του πακέτου το οποίο αποτελείται δύο θύρες, το source port number και το destination port number, τα οποία καθορίζουν τον αποστολέα και τον παραλήπτη αντιστοίχα.

b. Διεθνή Πρότυπα Audio Streaming:

Audio streaming ονομάζεται η αποστολή αρχείων ήχου μέσω διαδικτύου σε πραγματικό χρόνο. Το αρχείο λαμβάνεται σε πακέτα και με την βοήθεια ενός ρυθμισμένου συστήματος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται από το audio streaming, επιτρέπει την αναπαραγωγή του.

Sources:

- **UDP PROTOCOL:** <https://www.geeksforgeeks.org/user-datagram-protocol-udp/>
<https://searchnetworking.techtarget.com/definition/UDP-User-Datagram-Protocol>
- **AUDIO STREAMING:** <https://www.techopedia.com/definition/6067/audio-streaming>