

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Ασύρματα Δίκτυα και Κινητές Επικοινωνίες
Εαρινό Εξάμηνο 2022-23**

Διδάσκων: Βασίλειος Σύρης

**Εργασία #3 – 7 Δεκεμβρίου 2022
Ημερομηνία παράδοσης: 18 Ιανουαρίου 2023**

Στόχος της τρίτης πειραματικής εργασίας είναι ο προγραμματισμός διακομιστή (server) και πελάτη (client) καθώς και η εκτέλεση πειραμάτων μετάδοσης τμημάτων ενός μεγάλου αρχείου μέσω δύο ασύρματων ζεύξεων. Τα τμήματα περιλαμβάνονται σε μεμονωμένα αρχεία τα οποία είναι διαθέσιμα στον ακόλουθο κατάλογο του MS Teams του πανεπιστημίου:

https://auebgr.sharepoint.com/:f:/s/msteams_fa961b/E11Z8xOsFQIMmlcIMADCcmkBg_pUlgjk2UQU18sez3Llg?e=qooQTa

Υλικό που θα χρειαστείτε: i) ένα laptop ή desktop υπολογιστή με σύνδεση WiFi, ii) ένα έξυπνο κινητό (smartphone), iii) ένα wireless access point, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνεται στο DSL modem της ευρυζωνικής σας πρόσβασης (παρακάτω θα αναφέρεται ως “AP” – Access Point) και iv) ένα δεύτερο laptop ή desktop υπολογιστή με ενσύρματη σύνδεση στο AP. Μπορείτε αντί για smartphone να χρησιμοποιήσετε ένα laptop ή desktop υπολογιστή αλλά και το αντίστροφο: αντί για laptop ή desktop υπολογιστή μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ένα δεύτερο smartphone. Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων προτείνεται το κινητό και laptop με ασύρματη σύνδεση να είναι τοποθετημένα επάνω σε σταθερή επιφάνεια.

Η αναφορά που θα παραδώσετε να περιλαμβάνει το σχήμα της τοπολογίας (και για τα δύο σενάρια) όπου κάνατε τις μετρήσεις, σημειώνοντας τον τύπο των συσκευών (smartphone ή laptop/desktop), τις διευθύνσεις IP των συσκευών, τον τύπο της σύνδεσης (ενσύρματη ή ασύρματη) και την ταχύτητα των ενσύρματων συνδέσεων Ethernet (100 Mbps ή 1 Gbps) ή της ασύρματης διεπαφής του laptop/desktop με το AP.

A. Υλοποίηση διακομιστή (server) και πελάτη (client)

Υλοποιήστε έναν διακομιστή (server) ο οποίος θα δέχεται αιτήματα από έναν πελάτη (client) για αποστολή αρχείων. Τα αρχεία έχουν όνομα sXXX.m4s, όπου XXX=001 έως 160, και είναι τμήματα ενός μεγάλου αρχείου. Τα αρχεία θα αποθηκεύονται στον τοπικό δίσκο του μηχανήματος όπου τρέχει ο server. Για τα πειράματα θα πρέπει να τρέξετε δύο servers: ένας server θα τρέχει στο laptop (laptop με ασύρματη σύνδεση στο σενάριο 1 και laptop με ενσύρματη σύνδεση στο σενάριο 2 – τα δύο σενάρια περιγράφονται παρακάτω) και ένας server θα τρέχει στο smartphone. Οπότε, θα πρέπει να κάνετε δύο υλοποιήσεις του server: στο λειτουργικό σύστημα του laptop και στο λειτουργικό σύστημα του smartphone που θα χρησιμοποιήσετε στα πειράματα. Η αποστολή αρχείων από τον server θα γίνεται με το πρωτόκολλο TCP. Για τη συνέχεια, θα ονομάσουμε

“server A” τον server που τρέχει στο laptop (με ασύρματη σύνδεση στο σενάριο 1 και με ενσύρματη σύνδεση στο σενάριο 2) και “server B” τον server που τρέχει στο smartphone.

Υλοποιήστε έναν client ο οποίος ζητάει αρχεία από τους δύο servers. Στα πειράματα, ο client θα τρέχει στο laptop (με ενσύρματη σύνδεση στο σενάριο 1 και με ασύρματη σύνδεση στο σενάριο 2). Το πλήθος των αρχείων που ο client θα ζητάει (σε κάθε “γύρο”) από καθέναν από τους δύο servers θα ορίζεται σαν παράμετρο στην γραμμή εκτέλεσης του client. Ειδικότερα, όταν εκτελείται ο client με την εντολή «client 1 2» θα ζητάει το αρχείο s001.m4s από τον server A, τα αρχεία s002.m4s & s003.m4s από τον server B, το αρχείο s004.m4s από τον server A, τα αρχεία s005.m4s & s006.m4s από τον server B κ.ο.κ. Οπότε, με την επιλογή «client 1 2», ο client θα κατεβάσει διπλάσιο αριθμό αρχείων από τον server B σε σχέση με τον server A.

Με την επιλογή «client 1 3» ο client θα ζητάει το αρχείο s001.m4s από τον server A, τα αρχεία s002.m4s, s003.m4s & s004.m4s από τον server B, το αρχείο s005.m4s από τον server A, τα αρχεία s006.m4s, s007.m4s & s008.m4s από τον server B κ.ο.κ. Οπότε, με την επιλογή «client 1 3» ο client θα κατεβάσει τριπλάσιο αριθμό αρχείων από τον server B σε σχέση με τον server A.

Αντίστοιχα με τα παραπάνω, με την επιλογή «client 4 1» ο client θα κατεβάσει τετραπλάσιο αριθμό αρχείων από τον server A σε σχέση με τον server B.

Οι διευθύνσεις IP του server A και server B να δίνονται στην γραμμή εντολής. Οπότε, ο client θα εκτελείται με την εντολή «client n_A n_B IP_A IP_B», όπου

- n_A: αριθμός αρχείων που ο client ζητάει (σε κάθε γύρο) από τον server A
- n_B: αριθμός αρχείων που ο client ζητάει (σε κάθε γύρο) από τον server B
- IP_A: διεύθυνση IP του server A
- IP_B: διεύθυνση IP του server B

Ο client θα πρέπει επιπλέον να μετράει τον συνολικό χρόνο από την στιγμή που ζητάει το πρώτο αρχείο μέχρι την στιγμή που λάβει (και αποθηκεύει στον τοπικό δίσκο του client) όλα (συνολικά 160) τα αρχεία και από τους δύο servers.

B. Πειράματα

Σενάριο 1

Στο σενάριο 1 θα τρέχει ένας server στο laptop με ασύρματη σύνδεση (server A), ένας server στο smartphone (server B), ενώ ο client θα τρέχει στο laptop/desktop με την ενσύρματη σύνδεση.

Τοποθετείστε το laptop με τον server A σε κάποιο σταθερό σημείο κοντά στο ασύρματο σημείο πρόσβασης (AP). Για τα πειράματα που θα εκτελέσετε να τοποθετήστε το smartphone στο οποίο τρέχει ο άλλος εξυπηρετητής - server B - σε τρία διαφορετικά σημεία: ένα σημείο κοντά στο AP, ένα σημείο μακριά από το AP και ένα σημείο ανάμεσα στα πρώτα δύο.

Για καθένα από τα τρία σημεία που επιλέξατε, καταγράψτε τον συνολικό χρόνο που χρειάστηκε να ληφθούν από τον client όλα (συνολικά 160) τα αρχεία-τμήματα, για τις ακόλουθες επιλογές για τον αριθμό αρχείων που ζητάει ο client από τους server A και server B:

- client 1 5 ... (στις “...” συμπληρώνετε τις διευθύνσεις IP των server A και server B)
- client 1 4 ...
- client 1 3 ...
- client 1 2 ...
- client 1 1 ...
- client 2 1 ...
- client 3 1 ...
- client 4 1 ...
- client 5 1 ...

Καταγράψτε τα αποτελέσματα σε πίνακες και σε γραφικές παραστάσεις με στήλες (bar chart), έχοντας έναν πίνακα και μία γραφική παράσταση για κάθε σημείο στο οποίο τοποθετείται το smartphone (server B).

Για το laptop με ασύρματη σύνδεση (server A) και για καθένα από τα τρία σημεία στα οποία τοποθετείται το smartphone (server B) σημειώστε την ισχύ λήψης από το AP και το TCP throughput, έχοντας αποστολέα-sender το laptop με ασύρματη σύνδεση ή smartphone όπου τρέχει ο server και δέκτη-receiver το laptop/desktop όπου τρέχει ο client. Το TCP throughput να το μετρήσετε με το εργαλείο iperf3.

Ερωτήσεις:

1. Βάσει των μετρήσεων σας, πότε ελαχιστοποιείται ο χρόνος μεταφοράς όλων των αρχείων;
2. Αιτιολογείται/συμφωνεί η απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα από τις μετρήσεις της ισχύς λήψης και/ή τις μετρήσεις του TCP throughput με το εργαλείο iperf3;

Σενάριο 2

Η διαφορά αυτού του σεναρίου από το σενάριο 1 είναι ότι ο server (server A) τρέχει στο laptop/desktop με την **ενσύρματη σύνδεση** (στο σενάριο 1 έτρεχε στο laptop με την ασύρματη σύνδεση) και ο client τρέχει στο laptop με την **ασύρματη σύνδεση** (στο σενάριο 1 ο client έτρεχε στο laptop/desktop με την ενσύρματη σύνδεση). Επίσης, σε αυτό το σενάριο, όπως και στο σενάριο 1, ο server B τρέχει στο smartphone.

Τοποθετείστε το smartphone με τον server B σε κάποιο σταθερό σημείο κοντά στο ασύρματο σημείο πρόσβασης (AP). Για τα πειράματα που θα εκτελέσετε να τοποθετήστε το laptop με την ασύρματη σύνδεση στο οποίο τρέχει ο client σε τρία διαφορετικά σημεία: ένα σημείο κοντά στο AP, ένα σημείο μακριά από το AP και ένα σημείο ανάμεσα στα πρώτα δύο.

Για καθένα από τα τρία σημεία που επιλέξατε, καταγράψτε τον συνολικό χρόνο που χρειάστηκε να ληφθούν από τον client όλα (συνολικά 160) τα αρχεία-τμήματα, για τις ακόλουθες επιλογές για τον αριθμό αρχείων που ζητάει ο client από τους server A και server B:

- client 1 5 ... (στις “...” συμπληρώνετε τις διευθύνσεις IP των server A και server B)
- client 1 4 ...
- client 1 3 ...
- client 1 2 ...
- client 1 1 ...
- client 2 1 ...
- client 3 1 ...
- client 4 1 ...
- client 5 1 ...

Καταγράψτε τα αποτελέσματα σε πίνακες και σε γραφικές παραστάσεις με στήλες (bar chart), έχοντας έναν πίνακα και μία γραφική παράσταση για κάθε σημείο στο οποίο τοποθετείται το smartphone (server B).

Για το smartphone (server B) και για καθένα από τα τρία σημεία στα οποία τοποθετείται το laptop με ασύρματη σύνδεση στο οποίο τρέχει ο client σημειώστε την ισχύ λήψης από το AP και το TCP throughput, έχοντας αποστολέα-sender το laptop με ενσύρματη σύνδεση ή smartphone όπου τρέχει ο server B και δέκτη-receiver το laptop με ασύρματη σύνδεση όπου τρέχει ο client. Το TCP throughput να το μετρήσετε με το εργαλείο iperf3.

Ερωτήσεις:

1. Βάσει των μετρήσεων σας, πότε ελαχιστοποιείται ο χρόνος μεταφοράς όλων των αρχείων;
2. Αιτιολογείται/συμφωνεί η απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα από τις μετρήσεις της ισχύς λήψης και/ή τις μετρήσεις του TCP throughput με το εργαλείο iperf3;
3. Εντοπίσετε και προσπαθήστε να ερμηνεύσετε τις τυχόν διαφορές των μετρήσεων αυτού του σεναρίου με τις μετρήσεις του σεναρίου 1.