

# Δίκτυα Υπολογιστών II

Ακαδημαϊκό Έτος 2024-2025

Υποχρεωτική Εργασία

## Ανάπτυξη Εφαρμογής Chat and VoIP

### 1. Σύντομη Περιγραφή

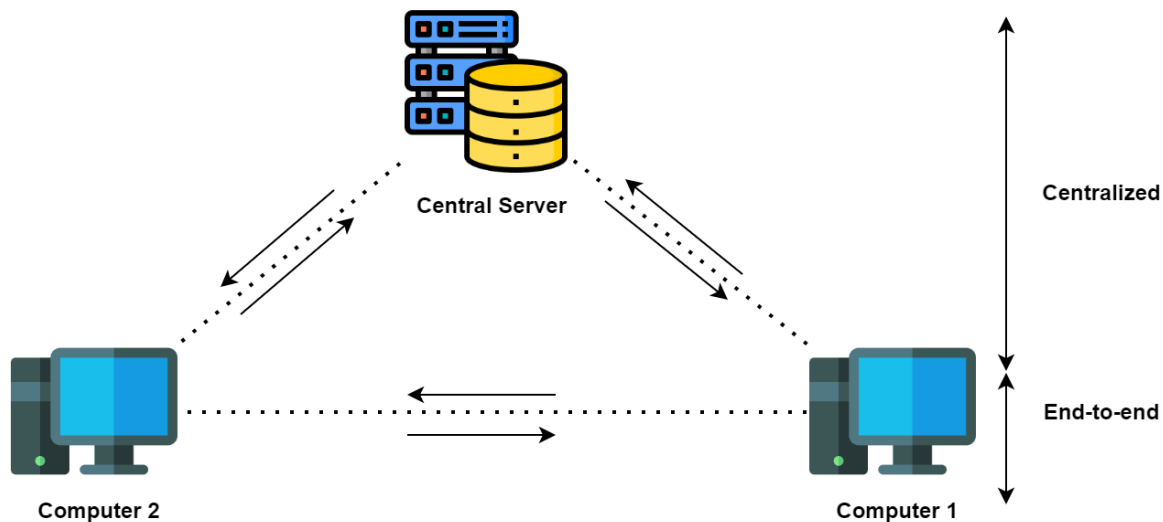
Στα πλαίσια του μαθήματος οι φοιτητές θα κληθούν να πραγματοποιήσουν εργασία η οποία θα αφορά την ανάπτυξη μιας End-to-end Chat and VoIP εφαρμογής. Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή, μέσω ενός απλού γραφικού περιβάλλοντος (GUI), θα επιτρέπει σε δύο διαφορετικούς χρήστες να ανταλλάσσουν μηνύματα κειμένου αλλά και να επικοινωνούν φωνητικά μέσω του διαδικτύου. Η μόνη γνώση που θα απαιτείται θα είναι οι IPs των συσκευών των χρηστών μέσω των οποίων θα επιχειρούν να συνομιλήσουν, αλλά και οι λογικές πόρτες (ports) που θα χρησιμοποιούν τοπικά η εφαρμογές τους. Σκοπός είναι να επιτευχθεί επικοινωνία παρόμοια με αυτή των σύγχρονων εφαρμογών όπως Skype, Viber κλπ, με την διαφορά πως δεν θα υπάρχει κάποιος κεντρικός διακομιστής (server) που θα είναι υπεύθυνος για τον συντονισμό της επικοινωνίας και μέσω του οποίου θα διέρχονται τα μηνύματα πριν φθάσουν στον τελικό τους προορισμό. Αντιθέτως η επικοινωνία θα γίνεται απευθείας μεταξύ των τερματικών (end-to-end επικοινωνία) χωρίς κεντρικό έλεγχο (δηλ. αποκεντροποιημένα) και θα βασίζεται αποκλειστικά στις δυνατότητες της ίδιας της υποδομής του Internet και της τρέχουσας κατάστασής του.

Η εφαρμογή θα υλοποιηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Java όπου θα χρησιμοποιηθούν τα βασικά πακέτα (βιβλιοθήκες) που παρέχει η γλώσσα τόσο για την υλοποίηση της δικτύωσης (networking) όσο και για την υλοποίηση των γραφικών διεπαφών (GUI). Η χρήση των βασικών πακέτων/βιβλιοθηκών αποσκοπεί στην απλούστευση της υλοποίησης, μέσω περιορισμού χρήσης εξωτερικών εξαρτήσεων (external dependencies), βοηθώντας έτσι την μεταφερισιμότητα της τελικής εφαρμογής μεταξύ διαφορετικών συσκευών και κατ' επέκταση τον τελικό έλεγχο και την βαθμολόγηση της εργασίας.

### 2. Γιατί End-to-end επικοινωνία;

Οι σύγχρονες εφαρμογές επικοινωνίας μέσω διαδικτύου, όπως είναι το Skype, το Viber, κλπ., πραγματοποιούν μια σειρά λειτουργιών κεντρικά, μέσω ενός κεντρικού διακομιστή/εξυπηρετητή (server). Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν την αυθεντικοποίηση των χρηστών, την βελτίωση της ποιότητας σύνδεσης, την κεντρική αποθήκευση ρυθμίσεων και δεδομένων ώστε να υπάρχουν σε όλες τις συσκευές κλπ. Πολύ συχνά τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ των χρηστών (π.χ. τα μηνύματα κειμένου, ο ήχος, η εικόνα και το βίντεο) διέρχονται μέσα από τον κεντρικό server πριν φθάσουν στον τελικό τους προορισμό. Παρότι κάτι τέτοιο είναι σημαντικό για την εξασφάλιση της ποιότητας (quality) και της αξιοπιστίας (reliability) της επικοινωνίας, εγείρει πολλά ερωτήματα και ανησυχίες αναφορικά με την ιδιωτικότητα (privacy) των χρηστών. Ακόμα και αν οι εφαρμογές δηλώνουν πως δεν καταγράφουν μόνιμα τις πληροφορίες που αποστέλλονται από τους χρήστες, ενδέχεται να διατηρούνται τα δεδομένα προσωρινά στον κεντρικό server. Δεδομένου πως οι κεντρικοί

servers αυτών των συστημάτων αποτελούν στόχους συχνών και επικίνδυνων επιθέσεων, ακόμη και η προσωρινή αποθήκευση των μηνυμάτων μπορεί να οδηγήσει σε παραβίαση ιδιωτικότητας σε περίπτωση επιτυχημένης επίθεσης. Μια end-to-end εφαρμογή εξασφαλίζει πως τα δεδομένα αποστέλλονται απευθείας στον τελικό χρήστη, χωρίς να περνούν μέσω κάποιου κεντρικού server, ενισχύοντας έτσι την ιδιωτικότητα της επικοινωνίας.



Εικόνα 1: Κεντρική (centralized) και απευθείας (end-to-end) επικοινωνία χρηστών

### 3. Τεχνικές γνώσεις που απαιτούνται

- Για την εκπόνηση της εργασίας απαιτούνται βασικές γνώσεις προγραμματισμού σε γλώσσα προγραμματισμού Java.
- Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, θα αξιοποιηθούν κατα το δυνατόν οι εσωτερικές (native) βιβλιοθήκες και τα πακέτα της Java (π.χ. `java.net`<sup>1</sup>) για την υλοποίηση της εφαρμογής για την διευκόλυνση και απλούστευση της υλοποίησης και την μείωση του επιπλέον φόρτου που θα επέφερε η χρήση εξωτερικών εξαρτήσεων (external dependencies).
- Δεν είναι απαραίτητες οι γνώσεις υλοποίησης γραφικών διεπαφών (GUI). Αν και η τελική εφαρμογή θα διαθέτει γραφική διεπαφή, αυτή θα είναι απλοϊκή και θα βασίζεται πάλι σε εσωτερικές βιβλιοθήκες της Java (π.χ. Java Swing). Μια πολύ απλή (plain) έκδοση του GUI θα παρέχεται από τον διδάσκοντα για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας από τους φοιτητές οι οποίοι θα κληθούν να προσθέσουν μόνο την επιθυμητή λειτουργικότητα της εφαρμογής (δηλ. λειτουργίες Chat + VoIP). Οι φοιτητές που το επιθυμούν μπορούν να αναπτύξουν πιο εξελιγμένες γραφικές διεπαφές χρησιμοποιώντας άλλα εργαλεία για την υλοποίηση της διεπαφής (δηλαδή του front-end) όπως είναι η JavaFX. Επίσης, όσοι φοιτητές ενδιαφέρονται θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν και πιο διαδεδομένα πλαίσια (frameworks) και σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως είναι η Angular, η ReactJS κλπ.

---

<sup>1</sup> <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/guides/net/index.html>

## 4. Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Η εργασία αναμένεται να οδηγήσει στα εξής αποτελέσματα:

- Εξοικείωση του φοιτητή με τις βασικές ιδέες/έννοιες της επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων (π.χ. μοντέλο TCP/IP, πρωτόκολλα όπως το IP και το UDP, κλπ.)
- Εξοικείωση του φοιτητή με την κατασκευή εφαρμογών στο Application layer που αξιοποιούν υπηρεσίες του network stack (π.χ., transport, network, κλπ.)
- Εξοικείωση του φοιτητή με τις έννοιες μετάδοσης πολυμεσικού περιεχομένου (multimedia) και ιδίως κειμένου και φωνής.
- Εξοικείωση του φοιτητή με τις τεχνικές έννοιες και τις απαιτήσεις των εφαρμογών Chat και VoIP. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στην κατανόηση των βασικών προκλήσεων (challenges) αυτών των εφαρμογών (π.χ. latency).
- Εξοικείωση φοιτητή με βασικές τεχνικές έννοιες και βιβλιοθήκες, όπως τη χρήση των Sockets, των logical ports, κ.λπ.
- Εξοικείωση των φοιτητών με τις έννοιες της ασύγχρονης επικοινωνίας. Απόκτηση τεχνικών γνώσεων αναφορικά με την χρήση της πολυνημάτωσης (multithreading) για την εξασφάλιση της ασύγχρονης επικοινωνίας.
- Απόκτηση βασικών γνώσεων αναφορικά με την ανάπτυξη front-end / back-end εφαρμογών (event listeners, action listeners, κλπ.).
- Εξοικείωση με συστήματα ελέγχου εκδόσεων (version control systems) όπως είναι το GitHub

## 5. Δομή και βαθμολόγηση

Η εργασία θα χωριστεί σε 2 τμήματα:

1. Το πρώτο τμήμα θα αφορά την υλοποίηση του Chat. Πιο συγκεκριμένα, θα περιλαμβάνει την υλοποίηση των μεθόδων (αλγορίθμων) που θα επιτρέπουν την αποστολή και λήψη μηνυμάτων κειμένου από και προς έναν απομακρυσμένο χρήστη.
2. Το δεύτερο τμήμα θα αφορά την υλοποίηση του VoIP. Πιο συγκεκριμένα, θα περιλαμβάνει την υλοποίηση των μεθόδων (αλγορίθμων) που θα επιτρέπουν την φωνητική συνομιλία μεταξύ των δύο απομακρυσμένων χρηστών.

Η εργασία θα είναι **υποχρεωτική** και θα καταλαμβάνει το **30% του τελικού βαθμού (3 μονάδες)**. Τα 2 τμήματα θα είναι ισόποσα (**1,5 μονάδες το καθένα**). Θα παρέχονται και κάποια επιπλέον ερωτήματα τα οποία θα είναι προαιρετικά και θα δίνουν bonus στους φοιτητές που θα τα φέρουν εις πέρας. Η εργασία θα είναι ομαδική (2 ατόμων). **Ημερομηνία υποβολής:** 18/12/2024

Θα ακολουθήσει πιο αναλυτική εκφώνηση και χρήσιμες οδηγίες μαζί με τον αρχικό κώδικα που θα χρησιμοποιηθεί ως βάση από τους φοιτητές.