

Ήχος στο Διαδίκτυο

Διάλεξη 1: Εισαγωγή

Διαδικτυακές Υπηρεσίες και Διαδικτυακές Εφαρμογές

Χρυσούλα Αλεξανδράκη

Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Τι θα μάθουμε - Θεωρία

- Δικτυακές Υποδομές
- Προκλήσεις και Πρωτόκολλα για τη μετάδοση Ήχου
- Streaming vs. Real-Time εφαρμογές
- Δικτυακή Μουσική Εκτέλεση
- Συνεργατική Μουσική Παραγωγή
- Αξιολόγηση Δικτυακής μετάδοσης (Wireshark/Network Emulators)
- Web Sockets, Web RTC και Web Audio API

Τι θα μάθουμε - Άσκηση

- Ανάπτυξη Ιστοσελίδων
 - Γλώσσες HTML, CSS, Javascript
- Υπηρεσίες Εξυπηρετητή
- Ενσωμάτωση Ήχου σε ιστοσελίδες
 - Web Sockets + WebRTC
 - Ανάπτυξη εφαρμογών με Web Audio API
- Εφαρμογές παρακολούθησης και εξομοίωσης δικτύων

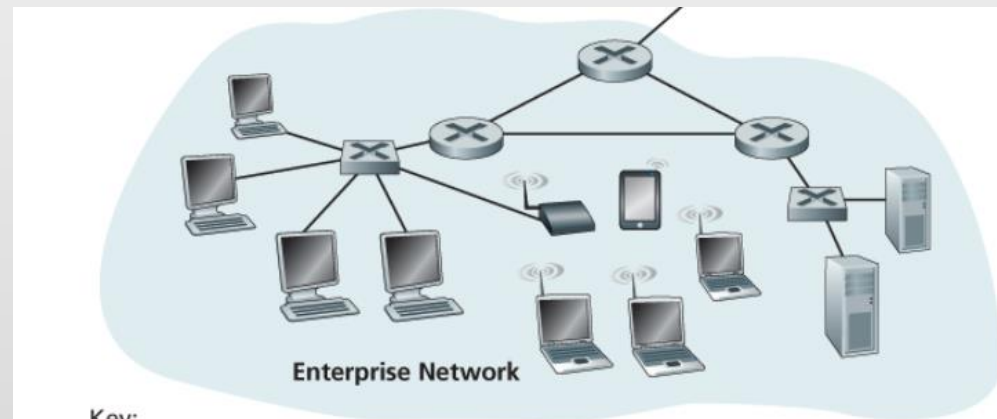
Εργασίες και Αξιολόγηση

- 40% μία τελική ατομική εργασία
- 60% γραπτή εξέταση

Τι είναι δίκτυο ΗΥ;

- **Ορισμός:**
 - Σύνολο υπολογιστών & συσκευών που συνδέονται για να μοιράζονται δεδομένα και πόρους.
- **Κύριες λειτουργίες:**
 - Μεταφορά δεδομένων
 - Κοινή χρήση πόρων (π.χ. αρχεία, εκτυπωτές)
 - Επικοινωνία (π.χ. chat, email)
- **Τύποι δικτύων:**
 - LAN (Local Area Network – τοπικό δίκτυο)
 - WAN (Wide Area Network – ευρύ δίκτυο)
 - PAN / WLAN (προσωπικό ή ασύρματο δίκτυο)
- **Αναλογία με μουσική:**
 - Το δίκτυο είναι σαν **ηχεία, καλώδια και mixers** που συνδέουν όργανα και υπολογιστές για να μοιράζονται ήχο.

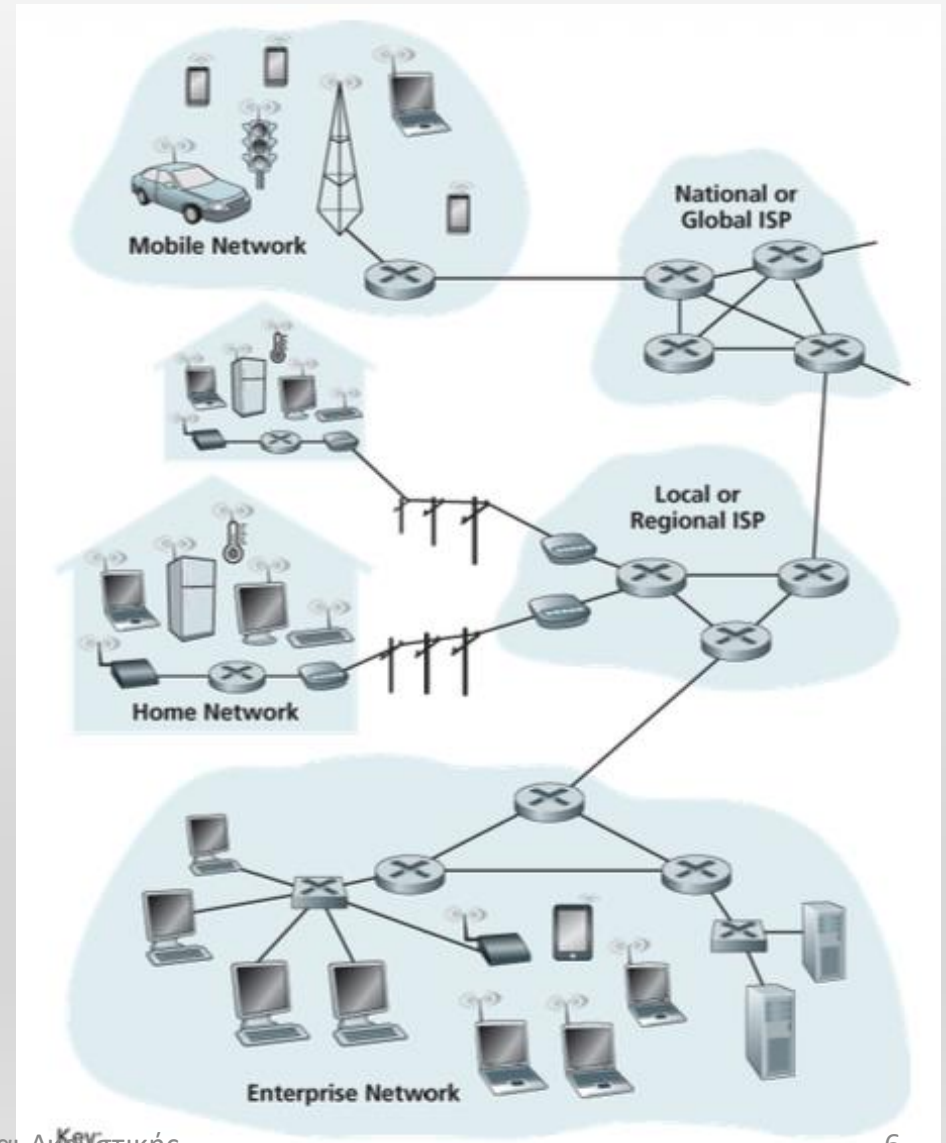
Υποδομή για επικοινωνία



Τι είναι το Διαδίκτυο

- **Ορισμός:**
 - Το Διαδίκτυο είναι ένα παγκόσμιο **δίκτυο δικτύων** που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων και την πρόσβαση σε υπηρεσίες.
- **Κύρια χαρακτηριστικά:**
 - Παγκόσμια εμβέλεια
 - Πολλαπλές υπηρεσίες (email, web, streaming, cloud)
 - Πρότυπα πρωτοκόλλα (TCP/IP, HTTP, RTP)
- **Διαφορά από απλό δίκτυο:**
 - Δίκτυο = σύνδεση υπολογιστών
 - Διαδίκτυο = το δίκτυο των δικτύων, διαθέσιμο σε όλους
- **Αναλογία με μουσική:**
 - Το Διαδίκτυο είναι σαν **ένα παγκόσμιο studio ή streaming server** που επιτρέπει σε οποιονδήποτε μουσικό να στείλει ήχο σε άλλους.

Υποδομή για υπηρεσίες



Website, Web application και Web Service

➤ Website (Ιστοσελίδα):

- Απλός πληροφοριακός ιστότοπος, στατικός ή δυναμικός, με περιεχόμενο για προβολή, π.χ. <https://mta.hmu.gr/>

➤ Web Application (Δικτυακή Εφαρμογή):

- Έχει **λειτουργικότητα και αλληλεπίδραση με τον χρήστη**, όπως μια εφαρμογή που εγκαθιστώ στο κινητό ή στον υπολογιστή μου, με τη διαφορά ότι σε αυτήν την περίπτωση η εφαρμογή εκτελείται μέσα από περιβάλλον του web browser, π.χ. online midi editor

➤ Web Service (Δικτυακή Υπηρεσία):

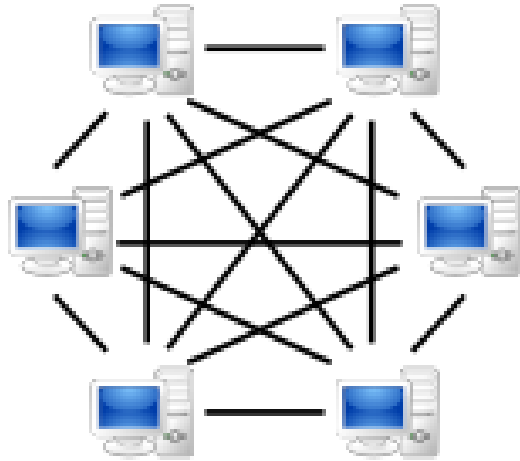
- Επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα σε δικτυακούς κόμβους, ώστε τα δεδομένα αυτά να διατίθενται τόσο σε ιστοσελίδες όσο και σε δικτυακές εφαρμογές, π.χ. Spotify

*«Τα Web Services “μιλούν” σε άλλες εφαρμογές,
ενώ οι Web Applications “μιλούν” στους ανθρώπους.»*

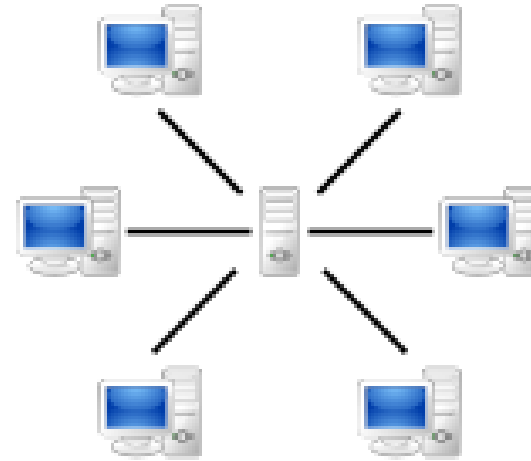
Web Application vs. Web Service

Χαρακτηριστικό	Web Service	Web Application
Ορισμός	Λογισμικό σχεδιασμένο για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ εφαρμογών μέσω δικτύου	Λογισμικό που επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά μέσω web browser
Διεπαφή (Interface)	Παρέχει APIs (π.χ. REST, SOAP)	Παρέχει UI/UX (HTML, CSS, JS)
Χρήστες	Εφαρμογές, προγράμματα, scripts	Ανθρώπινοι χρήστες
Σκοπός	Επικοινωνία μηχανής με μηχανή	Αλληλεπίδραση ανθρώπου με μηχανή
Παραδείγματα	Weather API, Payment API, Spotify API	Gmail, Google Docs, Amazon website
Μορφή Δεδομένων	XML, JSON ή άλλα δομημένα δεδομένα	HTML, CSS, JS (οπτικό περιεχόμενο)
Τρόπος Πρόσβασης	Προγραμματιστική κλήση μέσω HTTP/HTTPS	Πρόσβαση μέσω browser (HTTP/HTTPS)

Υπηρεσίες: Μοντέλο επικοινωνίας



Peer-to-peer



Client/Server

Μοντέλο Client/Server

➤ Δίκτυο Πελάτη/Εξυπηρετητή

- **Ιδέα:** Κάποιος παρέχει υπηρεσία, οι άλλοι τη χρησιμοποιούν.
- **Ρόλοι:**
 - **Server** → παρέχει υπηρεσία (π.χ. αρχείο ήχου, MIDI stream, DAW session)
 - **Client** → καταναλώνει υπηρεσία (π.χ. παίρνει audio stream, στέλνει commands)
- **Χρήσεις / παραδείγματα:**
 - Streaming audio / video (Spotify, YouTube)
 - Cloud DAW (Soundtrap, BandLab)
- **Χαρακτηριστικά:**
 - Κεντρική διαχείριση
 - Απλή οργάνωση
 - Μπορεί να δημιουργεί bottleneck στο server

Μοντέλο Peer-to-Peer (P2P)

➤ Δίκτυο Ομότιμων

- **Ιδέα:** Κάθε κόμβος μπορεί ταυτόχρονα να παρέχει και να καταναλώνει υπηρεσία.
- **Ρόλοι:** Όλοι οι κόμβοι είναι **ίσοι** (peers)
- **Χρήσεις / παραδείγματα:**
 - BitTorrent, blockchain nodes
- **Χαρακτηριστικά:**
 - Κατανεμημένη διαχείριση
 - Ανθεκτικό σε αποτυχίες κόμβων
 - Μπορεί να έχει πιο σύνθετη οργάνωση και routing

Δικτυακές Υπηρεσίες και Ήχος

➤ Streaming Services

- Spotify, YouTube, SoundCloud, κλπ.

➤ VoIP (Voice-over-IP) Services

- Zoom, MS Teams, Google Meet, κλπ.

➤ NMP (Networked-Music- Performance) Services

- Jacktrip, Jamulus, FarPlay, Jitsi

Παραδείγματα Online Εφαρμογών Ήχου και Μουσικής

- Εφαρμογές Σύνθεσης και Επεξεργασίας Ήχου
 - <https://webaudiodemos.appspot.com/MIDIDrums/index.html>
 - <https://webaudiodemos.appspot.com/input/index.html>
- Online DAWs
 - <https://app.ampedstudio.com/>
 - <https://www.bandlab.com/>
- Online score editing
 - <https://verovio.humdrum.org/>
 - <https://flat.io/>
- MIDI Sequencers
 - <https://onlinesequencer.net/>
 - <https://signalmidi.app/>

Χαρακτηριστικά Δικτυακών Εφαρμογών Ήχου

1. Processing Placement
 - Local / Client-side processing
 - Server-side / Backend processing
 - Edge processing
 - Hybrid
2. Αρχιτεκτονικό Μοντέλο
 - Client–Server
 - Peer-to-Peer (P2P)
 - Hybrid
3. Μοντέλο Αλληλεπίδρασης
 - Collaborative vs Non-collaborative
 - Single-user vs Multi-user
 - Synchronous vs Asynchronous
 - Request–Response vs Event-driven
4. Χρονικά Χαρακτηριστικά
 - Real-time vs Non-real-time
 - Streaming vs Batch
 - Interactive vs Non-interactive

Σύγκριση Online και Native Εφαρμογών

Κριτήριο	Web Εφαρμογές	Native Εφαρμογές
Πλατφόρμα	Τρέχουν σε οποιοδήποτε browser	Αναπτύσσονται για συγκεκριμένο λειτουργικό (Android, iOS)
Κώδικας	Ένας ενιαίος κώδικας	Ξεχωριστός κώδικας ανά πλατφόρμα/λειτουργικό σύστημα
Κόστος Ανάπτυξης	Χαμηλότερο	Υψηλότερο
Χρόνος Ανάπτυξης	Συνήθως μικρότερος	Συνήθως μεγαλύτερος
Εγκατάσταση	Όχι απαραίτητη (μέσω URL)	Απαιτείται μέσω App Store / Play Store
Ενημερώσεις	Άμεσες, στον server	Μέσω νέας έκδοσης στο store
Απόδοση	Καλή, αλλά εξαρτάται από browser	Πολύ υψηλή, βελτιστοποιημένη
Πρόσβαση σε Hardware	Περιορισμένη	Πλήρης πρόσβαση
Offline Λειτουργία	Περιορισμένη (εκτός αν είναι PWA)	Πλήρης υποστήριξη
Search Engine Optimization (SEO)	Υποστηρίζεται	Δεν υποστηρίζεται
Διανομή	Μέσω web	Μέσω app stores

Ανάπτυξη online εφαρμογών

➤ Συνήθως:

- οι εφαρμογές αυτές αναπτύσσονται από τους προγραμματιστές με τη χρήση κάποιου **JavaScript library**
- Αυτά τα javascript libraries κάνουν κλίση σε συναρτήσεις κάποιου **Web API**
 - Τα Web APIs έχουν ένα τμήμα τους υλοποιημένο στους Web browsers(Chrome, Firefox, Safari) με native code
 - Το τμήμα αυτό ονομάζεται συνήθως engine και επιτρέπει την πρόσβαση στο hardware ενός χρήστη, δηλ. OS και drivers
 - Και παρέχει κάποια διεπαφή (Javascript Library) για πρόσβαση στο hardware μέσω του browser

Παράδειγμα

Application Code



WaveSurfer.js (library)



Web Audio API / Canvas API (Web Platform)



Browser Engine (Chromium / Gecko / WebKit)



Operating System

W3C – World Wide Web Consortium

- Τι είναι το W3C:
 - **Ορισμός:** Οργανισμός που καθορίζει διεθνή πρότυπα για τον Παγκόσμιο Ιστό
 - **Σκοπός:** Διασφάλιση ότι οι τεχνολογίες του Web είναι **συμβατές, ανοιχτές και προσβάσιμες.**
 - **Ιδρύθηκε:** 1994 από τον **Tim Berners-Lee**, δημιουργό του World Wide Web.
- **Κύριες Αρμοδιότητες**
 - Δημιουργία **προτύπων (standards)** για HTML, CSS, SVG, XML, και άλλα.
 - Καθορισμός οδηγιών για **προσβασιμότητα** (π.χ. WCAG).
 - Σύνταξη οδηγιών για **ασφάλεια και ιδιωτικότητα** στο Web.
- **Παραδείγματα W3C Προτύπων**
 - **HTML5** – Δομή και περιεχόμενο ιστοσελίδων.
 - **CSS3** – Στυλιστική μορφοποίηση.
 - **Web Audio API** – Επεξεργασία ήχου στο Web.
 - **WebRTC** – Πραγματικού χρόνου επικοινωνία μέσω browser.
 - **SVG** – Διανυσματικά γραφικά.
- **Σημαντικά Σημεία**
 - Τα πρότυπα W3C **διασφαλίζουν τη συμβατότητα** μεταξύ διαφορετικών browsers.
 - Οι Web APIs που προδιαγράφονται από W3C παρέχουν **σταθερές διεπαφές** για προγραμματιστές.
 - Δεν υλοποιεί το W3C τα APIs, αλλά **ορίζει πώς οι browsers πρέπει να τα υποστηρίζουν.**
- <https://www.w3.org/>

Παραδείγματα: Web APIs

- WebAudio API
 - Real-time audio processing, synthesis, effects.
- WebMIDI API
 - Interact with MIDI hardware for sending and receiving musical messages.
- WebXR
 - Access VR/AR hardware for immersive experiences.
- WebRTC
 - Real-time audio, video, and data peer-to-peer connections.
- WebSocket API
 - Bi-directional real-time communication over TCP.
- GEOLocation API
 - Access geographical location of a device to deliver location-based services

Javascript Libraries για Audio/Music

- [Wavesurfer.js](#) (based n Web-Audio API)
 - Audio visualization and customizable waveforms
- [Essentia.js](#)
 - Music and Audio Analysis
- [Tone.js](#)
 - Creating interactive music in the browser