

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΗΥ-572 ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΗΧΟΥ:
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2014
<http://www.csd.uoc.gr/~hy572>

Πρόγραμμα Μαθήματος

- Διδάσκων:** Δρ. Αθανάσιος Μουχτάρης
Επίκουρος Καθηγητής
- Διεύθυνση:** Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
τηλ: 2810 393-566
Γραφείο B313
e-mail: mouchtar@csd.uoc.gr
- Βοηθοί Διδασκαλίας:** Δέσποινα Παυλίδη pavlidi@ics.forth.gr
- Προαπαιτούμενα:** ΗΥ-370 Επεξεργασία Σημάτων , ΗΥ-217 Θεωρία Πιθανοτήτων
- Ώρες Μαθημάτων:** Δευτέρα και Τετάρτη 16:00-18:00, αίθουσα Η-208
- Ώρες Γραφείου:** Με ραντεβού μόνο
- Αντικείμενο μαθήματος:** Να δώσει στους φοιτητές γνώσεις σχετικές με την ψηφιακή επεξεργασία ηχητικών σημάτων, κυρίως όσον αφορά την κωδικοποίηση και συμπίεσή τους. Θα δοθούν όμως και διαλέξεις σχετικά με άλλα μοντέρνα θέματα επεξεργασίας ήχου. Το μάθημα αυτό θα δώσει στους φοιτητές τη δυνατότητα: (1) Να επαναλάβουν τις γνώσεις τους σε επεξεργασία σημάτων με βάση το παράδειγμα των ηχητικών σημάτων που βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών καθώς συνδυάζεται με πρακτικές εφαρμογές και ακουστικά πειράματα. (2) Να καταλάβουν τις βασικές έννοιες κβαντισμού και κωδικοποίησης σημάτων και να τις εφαρμόσουν σε ηχητικά σήματα. (3) Να μάθουν τα διάφορα μαθηματικά μοντέλα αναπαράστασης ηχητικών σημάτων. (4) Να μάθουν τις βασικές έννοιες της ψυχο-ακουστικής που χρησιμοποιούνται σε σύγχρονους αλγορίθμους συμπίεσης σημάτων ήχου. (5) Να μάθουν σχετικά με τις μεθόδους ταυτόχρονης ανάλυσης σημάτων στα πεδία χρόνου-συχνότητας. (6) Να μάθουν τις βασικές αρχές λειτουργίας των σύγχρονων προτύπων συμπίεσης ήχου. (7) Να ενημερωθούν για σύγχρονα θέματα επεξεργασίας ήχου.
- Βιβλιογραφία:** Y. You, "Audio Coding: Theory and Applications," Springer, 2010.
A. Spanias, T. Painter, V. Atti, "Audio Signal Processing and Coding," Wiley, 2007.

M. Bosi, R. E. Golberg, "Introduction to Digital Audio Coding and Standards," Springer 2002.

Βαθμολογία:

Κατά τη διάρκεια του εξαμήνου θα σας ανατεθούν 4 εργασίες που θα έχουν τη μορφή short project (υλοποίηση κάποιου αλγορίθμου). Για τον προγραμματισμό, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την γλώσσα της αρεσκείας σας (π.χ. MATLAB, Java, C++). Θα υπάρξει και τελική γραπτή εξέταση πάνω στη θεωρία στο τέλος του εξαμήνου. Πιο αναλυτικά, ο τελικός βαθμός σας θα βασίζεται στα παρακάτω:

- Αναθέσεις εργασιών (80%)
- Τελική Εξέταση (20%)

Περιεχόμενα Μαθήματος

Εβδομάδα Πρώτη. Εισαγωγή στη θεωρία επεξεργασίας ψηφιακών σημάτων.

Τι είναι η επεξεργασία σημάτων;
Αναλογικά και ψηφιακά σήματα
Δειγματοληψία
Τυχαία σήματα
Ψηφιακά φίλτρα

Εβδομάδα Δεύτερη. Κβαντισμός και κωδικοποίηση ψηφιακών σημάτων.

Βαθμωτός και διανυσματικός κβαντιστής.
Κωδικοποίηση εντροπίας.

Εβδομάδα Τρίτη. Γραμμική πρόβλεψη και κωδικοποίηση ήχου.

Το μοντέλο γραμμικής πρόβλεψης.
Ανάλυση-σύνθεση σημάτων ήχου μέσω γραμμικής πρόβλεψης.
Εφαρμογή της γραμμικής πρόβλεψης σε σήματα ήχου για κωδικοποίηση ευρέως φάσματος.

Εβδομάδα Τέταρτη. Αρχές της ψυχο-ακουστικής.

Κατώφλι ακοής. Συχνοτική ανάλυση ακουστικού συστήματος και Critical Bands.
Σύγχρονη επικάλυψη (Simultaneous masking).
Μη-σύγχρονη επικάλυψη (non-simultaneous masking).
Αισθητική εντροπία (perceptual entropy).
Παραδείγματα από το πρότυπο MPEG.

Εβδομάδα Πέμπτη. Ανάλυση σημάτων σε συχνοτικές ζώνες.

Ανάλυση σε συχνοτικές ζώνες με χρήση QMF και CQF συστοιχιών φίλτρων.
Χρήση MDCT, DCT, DFT.
Το πρόβλημα «pre-echo» στην ανάλυση σε ζώνες και πώς αντιμετωπίζεται.

Εβδομάδα Έκτη. Κωδικοποιητές ανάλυσης σε ζώνες και μετασχηματισμούς.

Κωδικοποίηση με βάση μετασχηματισμούς (transform coding).
Κωδικοποιητές PEXFM και CNET.

Κωδικοποίηση με βάση την ανάλυση σε ζώνες (subband coding).
Ο κυματιδιακός μετασχηματισμός.

Εβδομάδα Έβδομη. Σύγχρονα πρότυπα συμπίεσης ήχου.

MPEG-1. MPEG-2. MPEG-4. MPEG-7. MPEG-21. DTS. Dolby AC-3.

Εβδομάδα Όγδοη. Προγραμματισμός πραγματικού χρόνου για εφαρμογές ήχου.

Βασικές αρχές προγραμματισμού DSP για εφαρμογές επεξεργασίας ήχου πραγματικού χρόνου.

Εβδομάδα Ένατη. Χρήση συστοιχιών μικροφώνων για εφαρμογές τηλεδιάσκεψης

Συστοιχίες μικροφώνων (microphone arrays) για εύρεση θέσης ομιλητή ή εγγραφή ήχου σε συνθήκες θορύβου

Εβδομάδα Δέκατη. Διαχωρισμός ηχητικών πηγών.

Μέθοδοι «τυφλού» διαχωρισμού ηχητικών πηγών (blind source separation).

Εβδομάδα Ενδέκατη. Κωδικοποίηση πολυκαναλικού ήχου.

Αλγόριθμοι στερεοφωνικού ήχου.
Αλγόριθμος MPEG Surround.
Χρήση μαθηματικών μοντέλων στον πολυκαναλικό ήχο.

Εβδομάδα Δωδέκατη. Τρισδιάστατος ήχος.

Αντίληψη της κατεύθυνσης του ήχου.
Φίλτρα HRTF.
Σύνθεση εικονικού ήχου με χρήση ηχείων.

Εβδομάδα Δέκατη-Τρίτη.

Συμπίεση ήχου χωρίς απώλεια πληροφορίας.
MLP. SACD. Digital Audio Watermarking.