

Προηγμένες Τεχνικές Επεξεργασίας Σήματος

Ακαδημαϊκό Έτος 2017-2018

Δεύτερη υποχρεωτική εργασία (60%): Εφαρμογή μεθόδων επεξεργασίας σήματος χρόνου-συχνότητας (TFA) σε ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG).

Η εργασία είναι ομαδική και η κάθε ομάδα μπορεί να αποτελείται από **4 άτομα** το πολύ. Στο παρακάτω online spreadsheet δηλώστε τις ομάδες σας έως **Τετάρτη 23 Μαΐου** στις 11:00 <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1LQqN6QngI7t7JyCAICwGWr7mvkDBDdodBlxkR6MIwb8/edit?usp=sharing>. Σε αυτή την εργασία μπορούν να συμμετέχουν μόνο όσοι παρέδωσαν και την πρώτη εργασία.

Στο παραπάνω αρχείο πρέπει η κάθε ομάδα να δηλώσει και τα σήματα ECG που επιθυμεί να επεξεργαστεί. Οι ομάδες μπορεί να έχουν **2 κοινά σήματα το πολύ, δηλαδή**, εάν ένα σήμα επιλεγεί από δύο ομάδες, οι υπόλοιπες απαγορεύεται να το επιλέξουν. Για το λόγο αυτό, πριν δηλώσει η κάθε ομάδα τα σήματα που επιθυμεί πρέπει να συμβουλευτεί τα σήματα που δήλωσαν οι άλλες ομάδες. Περισσότερες λεπτομέρειες για τα σήματα ECG δίνονται στη συνέχεια.

Η εξέταση των εργασιών θα γίνει μέσω **παρουσίασης** από την κάθε ομάδα. Η κάθε παρουσίαση πρέπει να διαρκεί **10-12 λεπτά**. Επίσης, η κάθε ομάδα πρέπει να παραδώσει και μια **σύντομη αναφορά**. Η ημερομηνία διεξαγωγής των παρουσιάσεων θα καθορισθεί μετά από συνεννόηση με τους εμπλεκόμενους φοιτητές και θα ανακοινωθεί στην ιστοσελίδα psyche.ee.auth.gr.

Σε αυτή την εργασία πρέπει να εφαρμόσετε τις μεθόδους i) Short Time Fourier Transform (STFT), ii) Wigner Distribution Function (WDF), iii) Wavelet Transform (WT) και iv) Hilbert-Huang Transform (HHT) για την ανάλυση 5 σημάτων από τη βάση MIT-BIH Arrhythmia Database της Physionet. Η βάση περιέχει 48 σήματα ECG από τα οποία η κάθε ομάδα πρέπει να επιλέξει 5. Υπενθυμίζεται ότι οι ομάδες μπορεί να έχουν το πολύ 2 κοινά σήματα μεταξύ τους.

Ερωτήσεις:

- 1) Φτιάξτε ένα πίνακα με τα χαρακτηριστικά των 5 σημάτων που επιλέξατε να χρησιμοποιήσετε, βασιζόμενοι στην περιγραφή που υπάρχει για κάθε σήμα στη βάση MIT-BIH και εξηγήστε γιατί επιλέξατε τα συγκεκριμένα.
- 2) Εφαρμόστε τις 4 παραπάνω μεθοδολογίες σε κάθε ένα από τα 5 σήματα και παρουσιάστε τα αποτελέσματα με γραφικό τρόπο. Σχολιάστε εάν παρατηρούνται κάποιες διαφορές στο πεδίο χρόνου-συχνότητας οι οποίες δεν είναι τόσο ευδιάκριτες στο πεδίο του χρόνου. Σημειώσεις:
 - a. Για την περίπτωση του μετασχηματισμού Wavelet χρησιμοποιείτε τουλάχιστον δύο οικογένειες κυματιδίων.
 - b. Για την περίπτωση του HHT, εξετάστε εάν απαιτείται η χρήση του απλού EMD ή του Ensemble EMD.

- 3) Κατασκευάστε έναν αλγόριθμο ο οποίος ανιχνεύει τα διαστήματα R-R στα 5 σήματα χρησιμοποιώντας την αναπαράστασή τους στο πεδίο χρόνου-συχνότητας.
- 4) Συγκρίνετε τα αποτελέσματά σας με τις πραγματικές θέσεις των κορυφών R-R που βρίσκονται στο αντίστοιχο αρχείο .atr (annotations) για κάθε σήμα ECG. Σχολιάστε την αποτελεσματικότητά του από άποψη i) ακρίβειας (μέσω του μέσου τετραγωνικού σφάλματος – root mean square error) και ii) χρόνου εκτέλεσης.

Οδηγίες:

- <https://physionet.org/physiotools/matlab/wfdb-app-matlab/wfdb-app-toolbox-0-10-0.zip>: Από αυτό το link κατεβάζετε το WFDB toolbox του MATLAB ώστε να μπορέσετε να διαβάσετε τα αρχεία με τα δεδομένα και τα annotations. Οδηγίες εγκατάστασης του toolbox:
 - Αποσυμπίζετε το zip αρχείο στο directory των toolbox του MATLAB, π.χ.,
Program files > MATLAB > R2018a > toolbox
 - Στο current directory του MATLAB βάζετε το path των toolbox, δηλαδή το παραπάνω
 - Πληκτρολογήστε τις εντολές
 - `cd mcode`
 - `addpath(pwd)`
 - `savepath`
- <https://physionet.org/physiotools/matlab/wfdb-app-matlab/> : Οδηγίες για το WFDB toolbox του MATLAB.
- <https://physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/records.htm#101>: Εδώ υπάρχει η περιγραφή των δεδομένων
- <https://physionet.org/physiobank/database/mitdb/>: Από εδώ κατεβάζετε τα δεδομένα. Για κάθε σήμα πρέπει να κατεβάσετε και τα 3 αρχεία (.atr [annotations], .dat [data], .hea [header]). Εναλλακτικά, μπορείτε να κατεβάσετε τα δεδομένα απευθείας μέσω του MATLAB (οδηγίες στο δεύτερο link).
- Προτεινόμενη ανάλυση για STFT:
<https://www.mathworks.com/help/signal/ref/spectrogram.html>
- Προτεινόμενη ανάλυση για WDF:
<http://freesourcecode.net/matlabprojects/59048/calculate-wigner-distribution-in-matlab#.Wce5JtFx3IU>