

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΗΥ241: ‘ΘΕΩΡΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ’

Ακαδ. Έτος 2018 - 2019

ΕΡΓΑΣΙΑ MATLAB

Παρατηρήσεις:

1. Στόχος της εργασίας είναι η εμπέδωση σημαντικών εννοιών του μαθήματος αλλά και γενικότερα η εξοικείωση με τις εφαρμογές του περιβάλλοντος MATLAB στα ‘Σήματα και Συστήματα’.
2. Η εργασία είναι προαιρετική, μπορεί να μετρήσει προσθετικά στο βαθμό του σπουδαστή έως και 5/100 της συνολικής βαθμολογίας τους μαθήματος και μπορεί να παραδοθεί από ομάδες μέχρι 2 ατόμων.
3. Ημερομηνία παράδοσης της αναφοράς: Την ημέρα/ώρα του τελικού διαγωνίσματος.
4. Καμία παράταση δεν θα δοθεί.
5. Οι εργασίες ίσως να εξεταστούν και προφορικά, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο, οπότε και λεπτομέρειες θα ανακοινωθούν έγκαιρα.
6. Η βαθμολογία μιας εργασίας θα εξαρτηθεί από την ορθότητα των αποτελεσμάτων και τον τρόπο παρουσίασης. Θα αξιολογηθούν ακόμα και ημιτελείς προσπάθειες αρκεί να έχουν παραδοθεί εμπρόθεσμα οι σχετικές αναφορές.
7. Σημειώνεται ότι στις εργασίες σας, σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να τεκμηριώσετε την άποψή σας με σειρά σχετικών διαγραμμάτων.
8. Σχολιάστε σε όλα τα βήματα / ερωτήματα της εργασίας τί παρατηρείτε και γιατί.
9. Ο κώδικας που έχει χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να δοθεί μαζί με την αναφορά.
10. Η αναφορά πρέπει να παραδοθεί σε εκτυπωμένη μορφή.
11. Ηλεκτρονικός τρόπος παράδοσης (με email) δεν είναι δεκτός.

Εκφώνηση Εργασίας

Η εργασία έχει ως θέμα την καταγραφή και ανάλυση ηχητικού σήματος φωνής, όπως και την επεξεργασία αυτού με φίλτρα (Γ.Χ.Α. συστήματα) διακριτού χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, το μέρος Α επικεντρώνεται στις εντολές καταγραφής, ακρόασης, όπως και συχνοτικής ανάλυσης του ηχητικού σήματος. Το μέρος Β αναφέρεται σε μερικές γενικές εντολές ανάλυσης Γ.Χ.Α. συστημάτων διακριτού χρόνου που περιγράφονται από εξισώσεις διαφορών, εφαρμοσμένες σε ένα απλό σύστημα (πεπερασμένης χρονικής απόκρισης) που προκαλεί ηχώ (echo) στο σήμα εισόδου. Στο τμήμα Γ διαπιστώνουμε τα αποτελέσματα ενός τέτοιου συστήματος στο καταγεγραμμένο σήμα φωνής του τμήματος Α, ενώ στο τμήμα Δ προσπαθούμε να αναιρέσουμε τα αποτελέσματά του (echo cancellation) με μία πολύ απλή προσέγγιση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν δεν εμπίπτουν στην ύλη του μαθήματος, όπως το φασματογράμμο, ο διακριτός μετασχηματισμός Fourier (DFT), και η αυτοσυσχέτιση (θα αναλυθούν συστηματικά στο μάθημα της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων του 5ου εξαμήνου). Ωστόσο αναφέρονται στην εργασία, καθώς βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των θεμάτων της.

- A.1 Καταγράψτε ένα αρχείο ήχου με το μικρό όνομα ενός μέλους της ομάδας σας, με ρυθμό δειγματοληψίας 8 kHz. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για παράδειγμα τις εντολές **audiorecorder()**, **recordblocking()**, και **getaudiodata()** στο περιβάλλον MATLAB σε συνδυασμό με το μικρόφωνο του υπολογιστή σας. Εναλλακτικά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα για την καταγραφή (και πιθανώς υποδειγματοληψία στα 8 kHz), π.χ. το πρόγραμμα Goldwave, και στη συνέχεια να εισάγετε το καταγεγραμμένο αρχείο ήχου στο MATLAB χρησιμοποιώντας εντολές όπως το **wavread()**. Προσπαθήστε το αρχείο ήχου να μην έχει διάρκεια πάνω από 2-3 sec, ώστε τα επόμενα βήματα επεξεργασίας να μην απαιτούν πολύ χρόνο.
- A.2 Σχεδιάστε το αρχείο ήχου που μόλις καταγράψατε στο πεδίο του χρόνου (χρησιμοποιήστε την εντολή **plot()**).
- A.3 Σχεδιάστε το συχνοτικό περιεχόμενο του σήματος που καταγράψατε σε κυλιόμενα χρονικά παράθυρα μέσω του λεγόμενου φασματογράμμάτος του. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήστε την εντολή **spectrogram(A, 512, 480, 4096, 8000, 'yaxis')**, όπου **A** είναι το καταγεγραμμένο σήμα (διάνυσμα τιμών του σήματος στα χρονικά δείγματά του), μετά από μετατροπή του σε **double()**.
- A.4 Σχεδιάστε το συχνοτικό περιεχόμενο (το μέτρο αυτού) του συνόλου του σήματος σε κανονική και λογαριθμική κλίμακα, δηλ. τα **abs(fft(A))** και **20*log10(abs(fft(A)))**. Κλιμακώστε κατάλληλα τον οριζόντιο άξονα των διαγραμμάτων ώστε να καλύπτει το διάστημα $[0, 2\pi]$.
- A.5 Ακούστε το ηχογραφημένο σήμα από το ηχείο του υπολογιστή σας, χρησιμοποιώντας για παράδειγμα τις εντολές **audioplayer()** και **play()**, μετά από μετατροπή του σε **int16()**.

B.1 Θεωρήστε τώρα ένα Γ.Χ.Α. σύστημα με σχέση εισόδου / εξόδου:

$$y[n] = x[n] + a x[n - n_o] \quad (1)$$

Σχεδιάστε τη βηματική $s[n]$ και χρουστική του απόκριση $h[n]$ (για $0 \leq n \leq 20$) για τιμές $a = 0.5$ και $n_o = 10$ στην παραπάνω εξίσωση διαφορών (1), χρησιμοποιώντας τις εντολές **stepz()** και **impz()**, αντίστοιχα.

B.2 Σχεδιάστε το διάγραμμα μηδενικών / πόλων του συστήματος για $n_o = 10$ και $a = 0.1$, $a = 0.01$, $a = 0.001$, χρησιμοποιώντας την εντολή **zplane()**. Συγκρίνετε τα μηδενικά και πόλους του διαγράμματος με το αποτέλεσμα της εντολής **roots()** στα πολυώνυμα του αριθμητή και παρονομαστή της συνάρτησης μεταφοράς του συστήματος (για κάποια από τις παραπάνω τιμές του a).

Γ.1 Θεωρήστε τώρα πάλι το σύστημα (1) με $a = 0.5$ και $n_o = 2000$, και εφαρμόστε το στο σήμα που είχατε καταγράψει στο Α.1. Χρησιμοποιήστε για τον σκοπό αυτό την εντολή **filter()**.

Γ.2 Ακούστε το σήμα εξόδου (αντίστοιχα με το βήμα Α.5) και σχεδιάστε το φασματόγραμμά του (αντίστοιχα με το βήμα Α.3).

Γ.3 Σχεδιάστε τη λεγόμενη αυτοσυσχέτιση (autocorrelation) του σήματος εξόδου χρησιμοποιώντας την εντολή **plot(xcorr())**, σχολιάζοντας σχετικά με τις κορυφές του διαγράμματος.

Δ.1 Θεωρήστε το αντίστροφο σύστημα της (1) με τιμές παραμέτρων όπως στο μέρος Γ της εργασίας, και σχεδιάστε την χρουστική του απόκριση για 20000 δείγματα. Χρησιμοποιείστε την **impz()**, καθορίζοντας ωστόσο τον ζητούμενο πεπερασμένο αριθμό δειγμάτων της $h_{inv}[n]$.

Δ.2 Θεωρήστε το σύστημα με χρουστική απόκριση τις πρώτες 3000 τιμές αυτής που προέκυψε στο βήμα Δ.1, και εφαρμόστε το στο σήμα που προέκυψε στο βήμα Γ.1, χρησιμοποιώντας την **filter()**, σκοπεύοντας στην ανάρεση του φαινομένου της ηχούς. Σχεδιάστε και ακούστε το σήμα που προκύπτει.

Δ.3 Επαναλάβετε το βήμα Δ.2, αλλά παίρνοντας υπόψη πενταπλάσιες (15000) τιμές της χρουστικής απόκρισης.