

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

1-η Εργαστηριακή Άσκηση

Επικουρικό Έργο: Κάτσος Παναγιώτης

Πάτρα, Μάρτιος, 2022

Κατεβάστε την MATLAB από εδώ: <https://www.mathworks.com/downloads/>.
Ενεργοποιήστε την με την άδεια *license.dat* που θα βρείτε εδώ:
<https://mussa.upnet.gr/user/index.phpaction=downloadFile&fn=matlab-license>.

Άσκηση 1

Θεωρήστε το ακόλουθο σήμα συνεχούς χρόνου:

$$x(t) = \sin(10\pi t), \quad 0 \leq t \leq 1$$

και υποθέστε ότι το δειγματοληπτούμε με $T_s = 0.02, 0.05$ και 0.1 sec .

Για κάθε ένα από τα παραπάνω T_s :

- (α) Σχεδιάστε το σήμα διακριτού χρόνου που προκύπτει.
 - (β) Ανακατασκευάστε το σήμα συνεχούς χρόνου (με $\Delta t = 0.001$) από τα δείγματα του διακριτού χρόνου σήματος χρησιμοποιώντας:
 - (β1) την συνάρτηση *sinc*()
 - (β2) το τετραγωνικό παράθυρο
 - (β3) το τριγωνικό παράθυρο και
 - (β4) την κυβική spline.
- Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις σχολιάστε την ποιότητα της ανακατασκευής
- (γ) Επαναλάβετε τα παραπάνω (για $T_s = 0.1 \text{ sec}$ μόνο) αν

$$x(t) = \sin(10\pi t + \frac{\pi}{4}), \quad 0 \leq t \leq 1$$

και σχολιάστε το ρόλο της αρχικής φάσης του σήματος συνεχούς χρόνου κατά την δειγματοληψία και την ανακατασκευή του σήματος.

- (δ) Δειγματοληπτήστε με $T_s = 0.005 \text{ sec}$ τα ακόλουθα σήματα συνεχούς χρόνου:

$$x(t) = \sin(2\pi f_0 t), \quad 0 \leq t \leq 1, \quad f_0 = 4, 204, 4004 \text{ Hz}$$

και σχεδιάστε τα σήματα διακριτού χρόνου που προκύπτουν. Σχολιάστε τι παρατηρήτε.

Άσκηση 2

Ένα ΓΧΑ σύστημα διακριτού χρόνου περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση διαφορών

$$y[n] = x[n] - \frac{1}{2}x[n+1] - \frac{1}{2}x[n-1]$$

Είναι το σύστημα αιτιατό;

- (α) Υπολογίστε την απόκριση συχνότητας $H(e^{j\omega})$ του συστήματος.
 - (α1) Την κρουστική απόκριση του συστήματος.

Κατεβάστε την MATLAB από εδώ: <https://www.mathworks.com/downloads/>.

Ενεργοποιήστε την με την άδεια *license.dat* που θα βρείτε εδώ:

<https://mussa.upnet.gr/user/index.phpaction=downloadFile&fn=matlab-license>.

- (α2) Την απόκριση συχνότητας του συστήματος (θεωρητικά και χρησιμοποιώντας την συνάρτηση *freqz()*) της MATLAB.
- (β) Σχεδιάστε το μέτρο και τη φάση της απόκρισης συχνότητας (χρησιμοποιήστε τις συναρτήσεις *plot()*, *abs()*, *angle()* της MATLAB).
- (γ) Ποιες συχνότητες του σήματος εισόδου διατηρεί το παραπάνω σύστημα;
- (δ) Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις *conv()* και *filter()*, υπολογίστε και σχεδιάστε την έξοδο του συστήματος για την παρακάτω είσοδο

$$x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{4}n\right) - \sin\left(\frac{\pi}{2}n\right) + \left(\frac{-1}{2}\right)^n \quad n = 0, 1, \dots, 16000$$

Ποιές οι διαφορές των συναρτήσεων *conv()* και *filter()*; Με ποιά από τις δύο συναρτήσεις μπορούμε να υλοποιήσουμε IIR φίλτρα;

- (ε) Πώς επιδρά στις συχνότητες του σήματος εισόδου το σύστημα; Όπως γνωρίζουμε από την θεωρία, για να εκτιμήσουμε την κατανομή της ενέργειας ενός σήματος στο πεδίο της συχνότητας, αρκεί να υπολογίσουμε τον μετασχηματισμό Fourier του σήματος. Ο κατάλληλος τύπος μετασχηματισμού Fourier για τα δεδομένα της άσκησης, είναι ο DFT (σκεφτείτε και εξηγήστε γιατί). Ο μετασχηματισμός αυτός υπολογίζεται με τη συνάρτηση *fft(.)* στην οποία μάλιστα, όταν το μήκος του σήματος είναι δύναμη του 2, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος γρήγορου υπολογισμού του (Fast Fourier Transform). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήστε τις συναρτήσεις *fft(.)*, *fftshift(.)* και *abs(.)* της MATLAB και κάντε τις κατάλληλες γραφικές παραστάσεις.
- (στ) Ποσοτικοποιήστε το υπολογιστικό κόστος του DFT και του FFT, χρησιμοποιώντας κατάλληλα τις συναρτήσεις *fft(.)*, *tic*, *toc* της MATLAB. Καταγράψτε τα αποτελέσματα των πειραμάτων σας για 10000 επαναλήψεις για ακολουθίες (σήματα διακριτού χρόνου) μήκους 2^6 μέχρι 2^{15} .

Σημείωση: Η εκφώνηση συνοδεύεται από αρχείο κειμένου στο οποίο θα συμπληρώσετε τις απαντήσεις στα διάφορα ερωτήματα που εμφανίζονται εκεί. Κρατήστε τη δομή εκείνου του αρχείου ακέραιη. Φροντίστε όπου θα συμπληρώσετε γραφήματα να φαίνονται ευκρινώς. Αφού συμπληρώσετε όλα τα ερωτήματα θα ανεβάσετε στο eclass μόνο σε μορφή αρχείου PDF την αναφορά αυτή με όνομα αρχείου αυστηρά το εξής: ΕΠΩΝΥΜΟ_ΑΜ_ΕΤΟΣ.pdf (π.χ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ_1312_3.pdf).

Κατεβάστε την MATLAB από εδώ: <https://www.mathworks.com/downloads/>.

Ενεργοποιήστε την με την άδεια *license.dat* που θα βρείτε εδώ:

<https://mussa.upnet.gr/user/index.phpaction=downloadFile&fn=matlab-license>.