

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

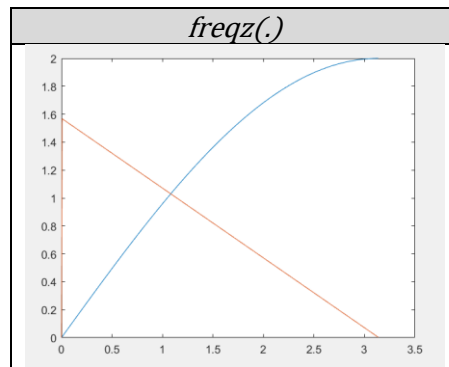
| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|

Ασκηση 1

Ερώτηση 1 Υπολογίστε θεωρητικά την απόκριση συχνότητας της $h(n)$. Επίσης, υπολογίστε απόκριση μέτρου και φάσης με την χρήση της συνάρτησης `freqz(.)` της Matlab και τοποθετήστε την εικόνα στον παρακάτω πίνακα.

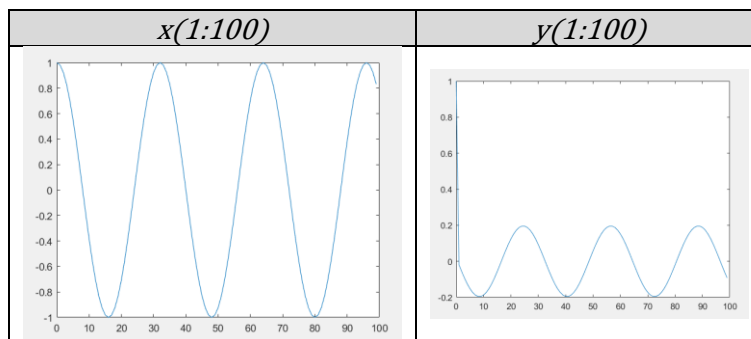
Απάντηση:

Θεωρητικά η απόκριση συχνότητας υπολογίζεται από το μετασχηματισμό Fourier της κρουστικής απόκρισης $h(n)$. Έτσι, είναι ίση με $H(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h(n)e^{-j\omega n} = 1 * e^0 + (-1)e^{-j\omega} = 1 - e^{-j\omega}$.



Ερώτηση 2 Απεικονίστε τα πρώτα 100 δείγματα της εισόδου και εξόδου του συστήματος (συνάρτηση `filter(.)`). Αιτιολογήστε τα αποτελέσματα της επεξεργασίας σας.

Απάντηση:



Παρατηρούμε ότι η έξοδος του συστήματος είναι η παράγωγος της εισόδου, αφού η είσοδος είναι το συνημίτονο και η έξοδος είναι το μείον ημίτονο, όπως και ήταν αναμενόμενο καθώς με αυτή την κρουστική απόκριση το σύστημα λειτουργεί ως διαφοριστής. Επίσης παρατηρούμε ότι το πλάτος των δύο σημάτων είναι διαφορετικό, με αυτό της εξόδου να είναι μικρότερο. Αυτό συμβαίνει καθώς, όπως είναι γνωστό, η παράγωγος μίας συνάρτησης υπολογίζεται από τον τύπο $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ και συνήθως το Δx είναι τόσο μικρό που ανεβαίνει στον αριθμητή και η έξοδος βγαίνει με μεγαλύτερο πλάτος. Στην περίπτωση

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

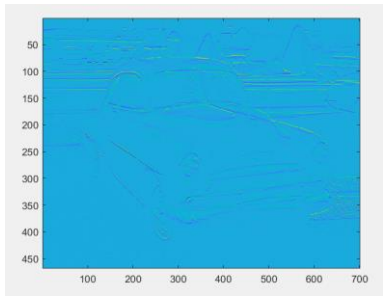
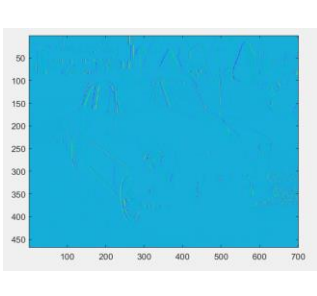
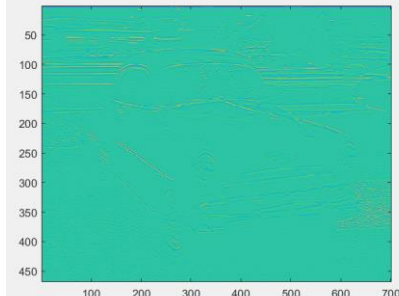
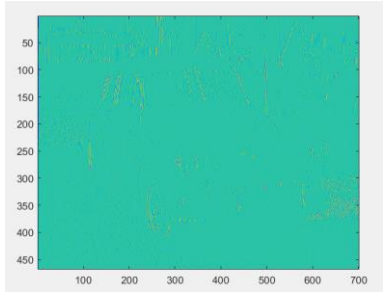
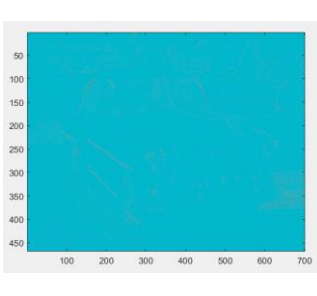
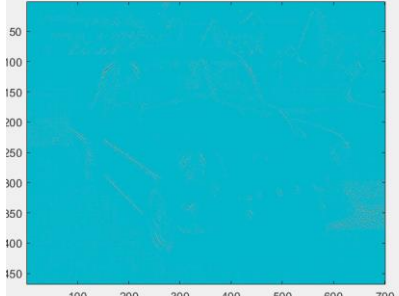
Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|

μας, όμως, το Δx δεν υπάρχει, οπότε τελικά το πλάτος της εξόδου κάνει scale προς τα κάτω και είναι μικρότερο σε σχέση με αυτό της εισόδου.

Ερώτηση 3 Απεικονίστε το αποτέλεσμα των έξι (6) διαφορίσεων που υλοποιήσατε με την χρήση της συνάρτησης `filter(.)` και της παραπάνω κρουστικής απόκρισης στον παρακάτω πίνακα.

Απάντηση:

| $\frac{\partial I(x,y)}{\partial x}$ | $\frac{\partial I(x,y)}{\partial y}$ | $\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial x^2}$ |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial y^2}$ | $\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial x \partial y}$ | $\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial y \partial x}$ |
|  |  |  |

Ερώτηση 4 Ποιά η φυσική σημασία των παραπάνω ποσοτήτων;

Απάντηση:

Όπως είναι γνωστό η παράγωγος συμβολίζει τον ρυθμό μεταβολής. Οπότε, η παράγωγος της εικόνας δείχνει πως μεταβάλλονται οι εντάσεις των εικονοστοιχείων και δίνει τις ακμές της εικόνας, δηλαδή τα χαρακτηριστικά των εικόνων. Η μερική παράγωγος ως προς x θα δίνει τις οριζόντιες ακμές, ενώ η μερική παράγωγος ως προς y θα δίνει τις κάθετες ακμές.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|

Ερώτηση 5 Ορίστε νέες ποσότητες, βασιζόμενες σε αυτές, που θα μπορούσαν να χαρακτηρίσουν περιοχές (ή μεμονωμένα σημεία της εικόνας). Αναζητείστε ομογενής, επίπεδες, κοίλες, κυρτές, κτλ.

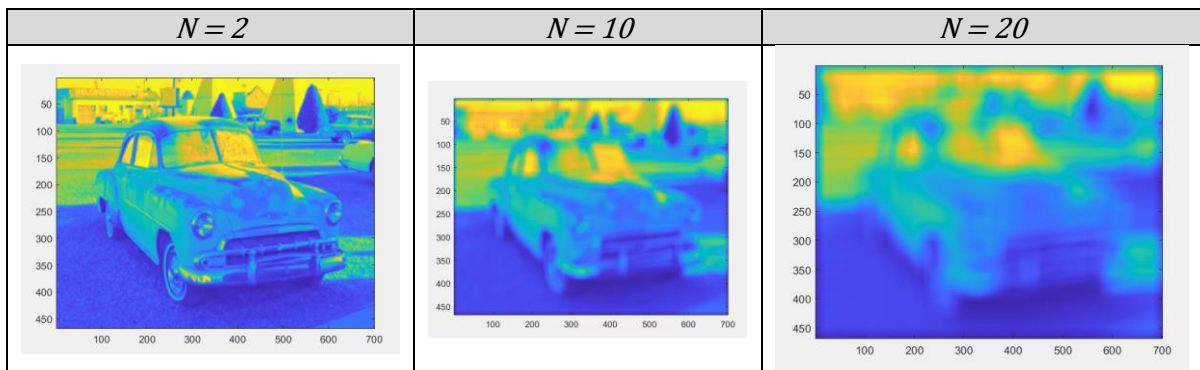
Απάντηση:

Γενικά, κοίλα και κυρτά σημεία μπορούν να εντοπιστούν μέσω της δεύτερης παραγώγου, αφού είναι τα ελάχιστα και τα μέγιστα της δεύτερης παραγώγου αντίστοιχα. Οι ομοιογενής περιοχές θα είναι εκείνες που θα έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά.

Ερώτηση 6 Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση *filter2()* της Matlab δείτε και χαρακτηρίστε την επίδραση του διδιάστατου ΓΧΑ συστήματος $h(n_1, n_2)$ στην εικόνα **photo.jpg**. Δοκιμάστε 3 διαφορετικές τιμές του N . Τί παρατηρείτε; Δικαιολογήστε τα αποτελέσματά σας:

Απάντηση:

Παρατηρούμε, με χρήση της συνάρτησης *filter2()*, ότι η επίδραση του διδιάστατου ΓΧΑ συστήματος με κρουστική απόκριση $h(n_1, n_2)$ κάνει blurring στην εικόνα. Όσο αυξάνεται το N τόσο πιο έντονο είναι και το θόλωμα. Αυτό συμβαίνει καθώς όσο αυξάνεται το N , αυξάνεται και το μέγεθος του μητρώου που χρησιμοποιείται και άρα ο μέσος όρος που υπολογίζεται και, αφού το κεντρικό pixel αντικαθίσταται με αυτόν τον μέσο όρο, η εικόνα γίνεται πιο θολή.



Ερώτηση 7 Επαναλάβετε τα του προηγούμενου ερωτήματος στην εικόνα **photo-deg.jpg**. Καταγράψτε τα αποτελέσματα και τα σχόλιά σας

Απάντηση:

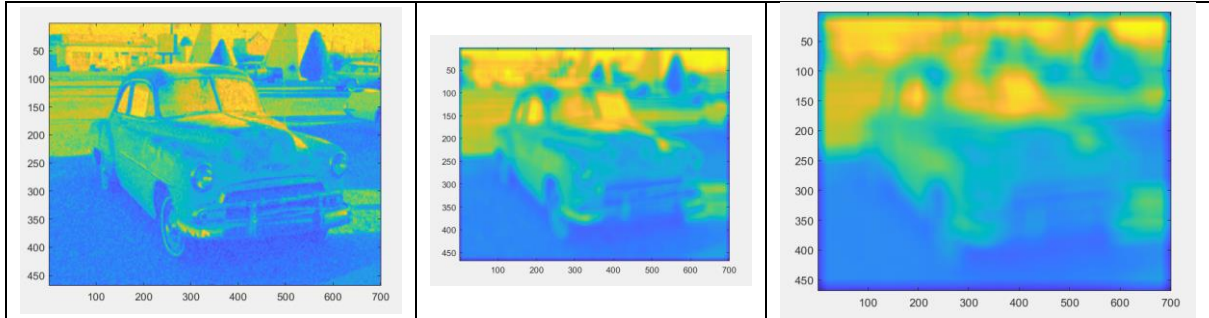
Η εικόνα **photo-deg.jpg** έχει υποβαθμιστεί από salt and pepper noise που πρακτικά μοιάζει σαν να υπάρχουν λευκές και μαύρες βούλες πάνω στην εικόνα. Παρόμοια με το προηγούμενο ερώτημα, και αυτή η εικόνα υποβάλλεται σε blurring με την επίδραση του δοθέντος διδιάστατου ΓΧΑ συστήματος. Με την αύξηση του N , αυξάνεται και πάλι η ένταση του θολώματος.

| $N = 2$ | $N = 10$ | $N = 20$ |
|---------|----------|----------|
|---------|----------|----------|

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

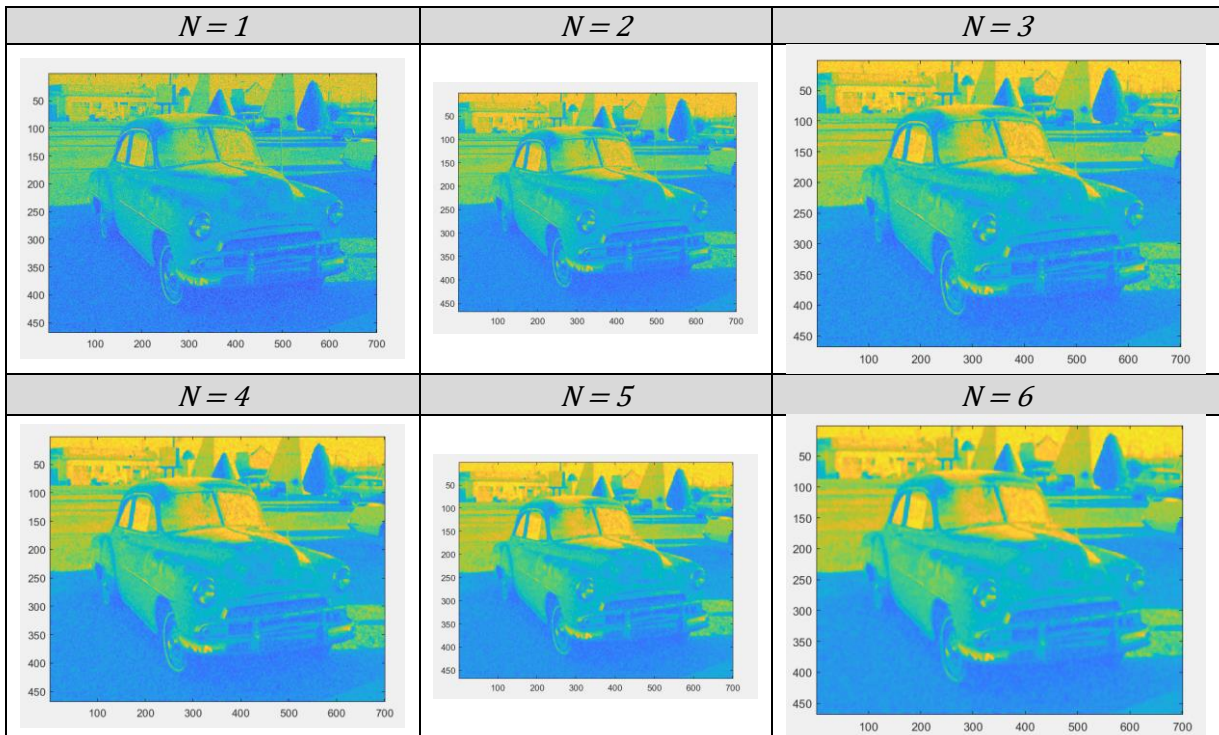
| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|



Ερώτηση 8 Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `medfilt2()` της Matlab, δείτε και χαρακτηρίστε την επίδραση, στην παραπάνω εικόνα, του διδιάστατου συστήματος $I(n_1, n_2)$.

Απάντηση:

Η συνάρτηση `medfilt2()` εφαρμόζει φίλτρο μέσης τιμής στην εικόνα. Επειδή έχουμε βάλει ως όρισμα $[N \ N]$ το φιλτράρισμα της εικόνας γίνεται σε δύο διαστάσεις. Κάθε pixel της τελικής εικόνας περιέχει το μέσο όρο της $N \times N$ γειτονιάς γύρω από το αντίστοιχο pixel της αρχικής εικόνας. Η συνάρτηση `medfilt2()` μπορεί να παραμορφώσει κάπως τις γωνίες της εικόνας επειδή συμπληρώνει την εικόνα με μηδέν στις γωνίες.



Άσκηση 2

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

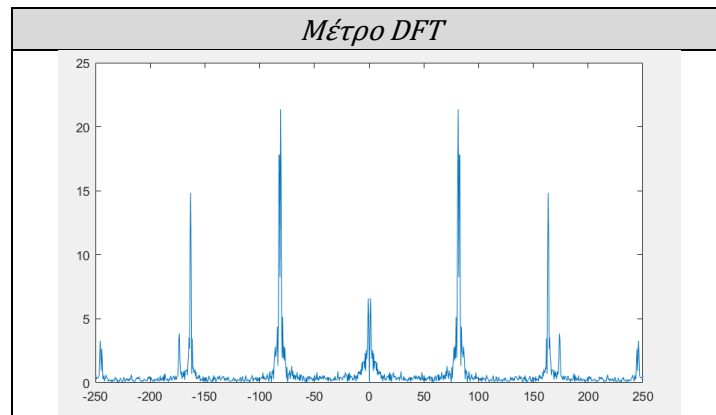
Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|

Ερώτηση 1 Ακολουθήστε την διαδικασία που αναφέρθηκε στην ηλεκτρονική διάλεξη μέσω του συνδέσμου που σας δόθηκε στην εκφώνηση της άσκησης και εντοπίστε την θεμελιώδη συχνότητα ταλάντωσης της χορδής. Συμφωνεί η συχνότητα αυτή με την συχνότητα ταλάντωσης της χορδής αυτής (Η νότα της χορδής που ταλαντώνεται είναι η “E2”. Συμβουλευτείτε το link https://en.wikipedia.org/wiki/Piano_key_frequencies).

Απάντηση:

Διαλέξαμε το pixel [288,333] για να το παρακολουθήσουμε στον χρόνο και υπολογίσαμε το μετασχηματισμό Fourier. Η θεμελιώδης συχνότητα ενός σήματος μπορεί να εντοπιστεί από τη μέγιστη τιμή του μετασχηματισμού Fourier του. Παρατηρούμε από το μετρό του μετασχηματισμού Fourier, που βρίσκεται παρακάτω, ότι η θεμελιώδης συχνότητα είναι ίση με 81.3783 Hz. Η νότα της χορδής ταλαντώνεται με συχνότητα 82.40689 Hz, οπότε παρατηρούμε ότι η συχνότητα που υπολογίσαμε έχει αρκετά παρόμοια τιμή.



Ερώτηση 2 Μπορείτε να εντοπίσετε τις αρμονικές συχνότητες;

Απάντηση:

Τις αρμονικές συχνότητες μπορούμε πρακτικά να τις εντοπίσουμε από τις κορυφές του παραπάνω μετασχηματισμού Fourier. Η μηδενική αρμονική θα είναι στα 1.2219 Hz. Η πρώτη αρμονική, είναι ίση με τη θεμελιώδη συχνότητα και είναι ίση με 81.3783 Hz. Η δεύτερη αρμονική είναι ίση με 163.49 Hz και η τρίτη είναι ίση με 246.09 Hz.

Ερώτηση 3 Επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία για το αρχείο *500fps_noisy.avi*, στο οποίο έχει προστεθεί κρουστικός θόρυβος. Χρησιμοποιήστε κατάλληλα τα φίλτρα της προηγούμενης άσκησης ώστε να ανακτήσετε τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Απάντηση:

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

| | | | | | |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|
| Ον/μο: | Δούρου Βασιλική Ευαγγελία | ΑΜ: | 1072633 | Έτος: | 3ο |
|--------|---------------------------------|-----|---------|-------|----|

Για την αποθορυβοποίηση του αρχείου 500fps_noisy.avi , εφαρμόστηκε σε κάθε frame η συνάρτηση medfilt2() για την απομάκρυνση του κρουστικού θορύβου. Διαλέξαμε το pixel [288,333] για να το παρακολουθήσουμε στον χρόνο και υπολογίσαμε το μετασχηματισμό Fourier.

