

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

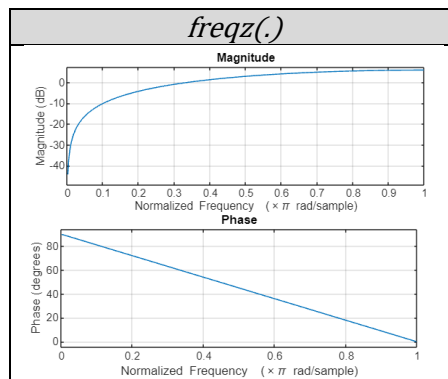
Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

Άσκηση 1

(α) 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.

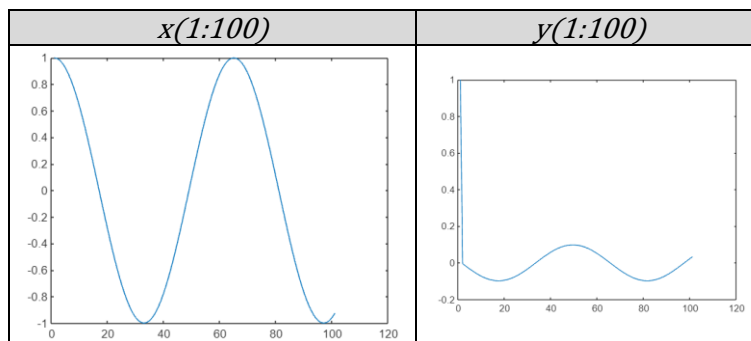
Απάντηση:

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



(β) 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 $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} [f(x+\Delta x) - f(x)]/\Delta x$ και συνήθως το Δx είναι τόσο μικρό που ανεβαίνει στον αριθμητή και η έξοδος βγαίνει με μεγαλύτερο

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

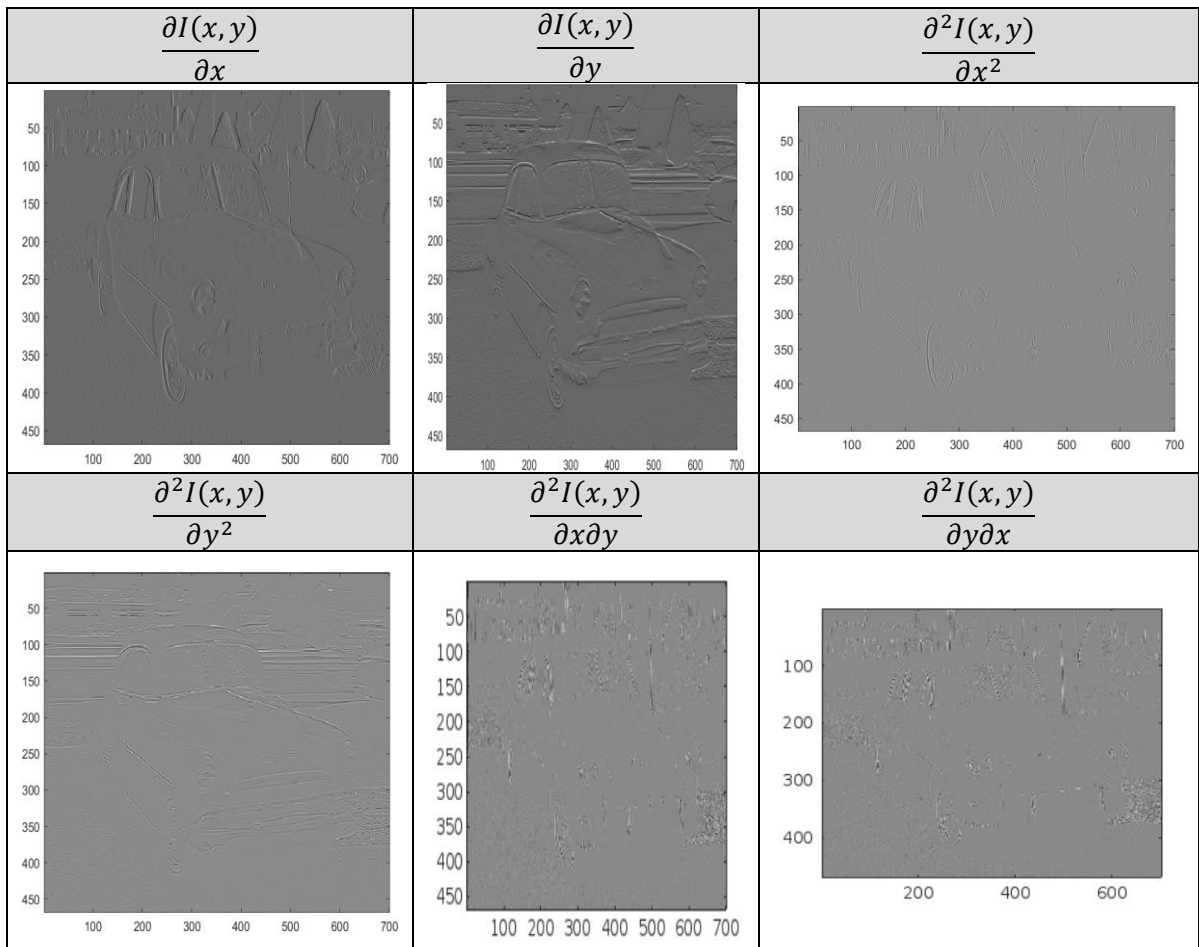
Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

πλάτος. Στην περίπτωση 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.

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

Απάντηση:



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

(δ) Ποια η φυσική σημασία των παραπάνω ποσοτήτων;

Απάντηση:

$\frac{\partial I(x,y)}{\partial x}$ Η πρώτη παράγωγος ως προς x ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων ως προς την οριζόντια κατεύθυνση της εικόνας. Ουσιαστικά καταγράφει τον ρυθμό μεταβολής της φωτεινότητας των pixel.

$\frac{\partial I(x,y)}{\partial y}$ Η πρώτη παράγωγος ως προς y ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων ως προς την κάθετη κατεύθυνση της εικόνας.

Η αφαίρεση δύο pixel από μία εικόνα μπορεί να δώσει μια εκτίμηση της πρώτης παραγώγου αλλά δεν θα είναι ακριβής, με την διαδικασία αυτή θα ενέκρινε πόσο φωτεινή είναι μια εικόνα.

$\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial x^2}$ Η δεύτερη παράγωγος ως προς τον άξονα x υπολογίζει την μεταβολή της πρώτης παραγώγου στην οριζόντια κατεύθυνση και όπως παρατηρούμε αλλοιώνεται η ευκρίνεια της.

$\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial y^2}$ Η δεύτερη παράγωγος ως προς τον άξονα y υπολογίζει την μεταβολή της δεύτερης παραγώγου στην οριζόντια κατεύθυνση. Μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση αλλαγών σε δομές που είναι κατακόρυφες.

$\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial x \partial y}$ Στη δεύτερη παράγωγο ως προς τους άξονες των x και y παρατηρούμε πως υπάρχουν αλλαγές ως προς την κλίση της εικόνας.

$\frac{\partial^2 I(x,y)}{\partial y \partial x}$ Η δεύτερη παράγωγος ως προς τους άξονες x και y είναι ίδια με την παραπάνω.

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

Απάντηση:

Νέες ποσότητες μπορούν να θεωρηθούν η αντίθεση (contrast) που υπολογίζει τη διαφορά στη φωτεινότητα μεταξύ διαφορετικών σημείων της εικόνας. Έπειτα η ομογένεια που θεωρείται ως η ομοιότητα των γειτονικών Pixel (βοηθάει στον προσδιορισμό περιοχών με ομοιόμορφη φωτεινότητα). Επίσης και οι κοίλες ποσότητες οι οποίες χαρακτηρίζουν την κυρτότητα μιας περιοχής και μπορούν να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό δομών με συγκεκριμένη κυρτότητα.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

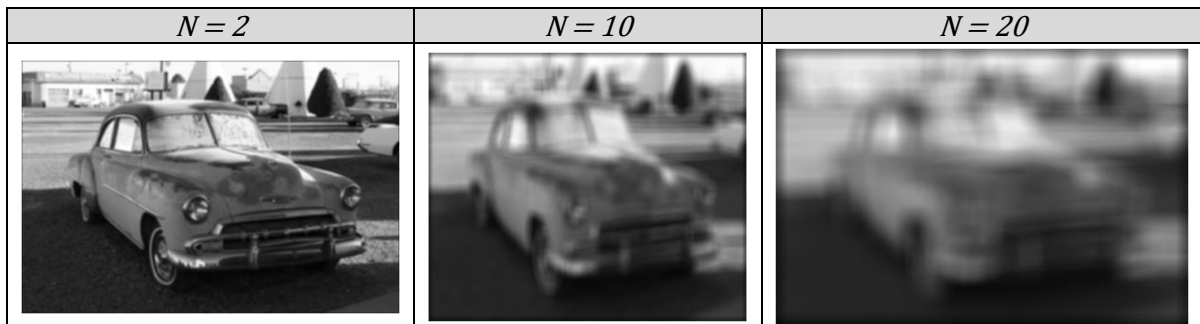
Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

(στ) Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση $filter2(\cdot)$ 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:

Χρησιμοποιώ τον αρχικό κώδικα μόνο που αλλάζω στο $filter2$ την τιμή στα N .

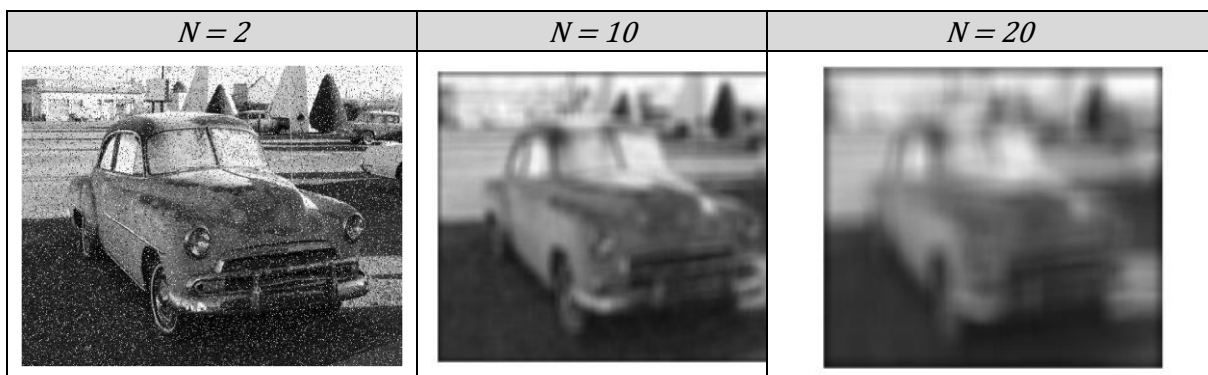


(ζ) Επαναλάβετε τα του προηγούμενου ερωτήματος στην εικόνα **photo-deg.jpg**. Καταγράψτε τα αποτελέσματα και τα σχόλιά σας

Απάντηση:

Θα χρησιμοποιήσω για βάση τον κώδικα q1.a.m και θα ολοκληρώσω τον κώδικα

Παρατηρείται κρουστικός θόρυβος στις άκρες και είναι υπεύθυνο για τις ασυνέχειες.



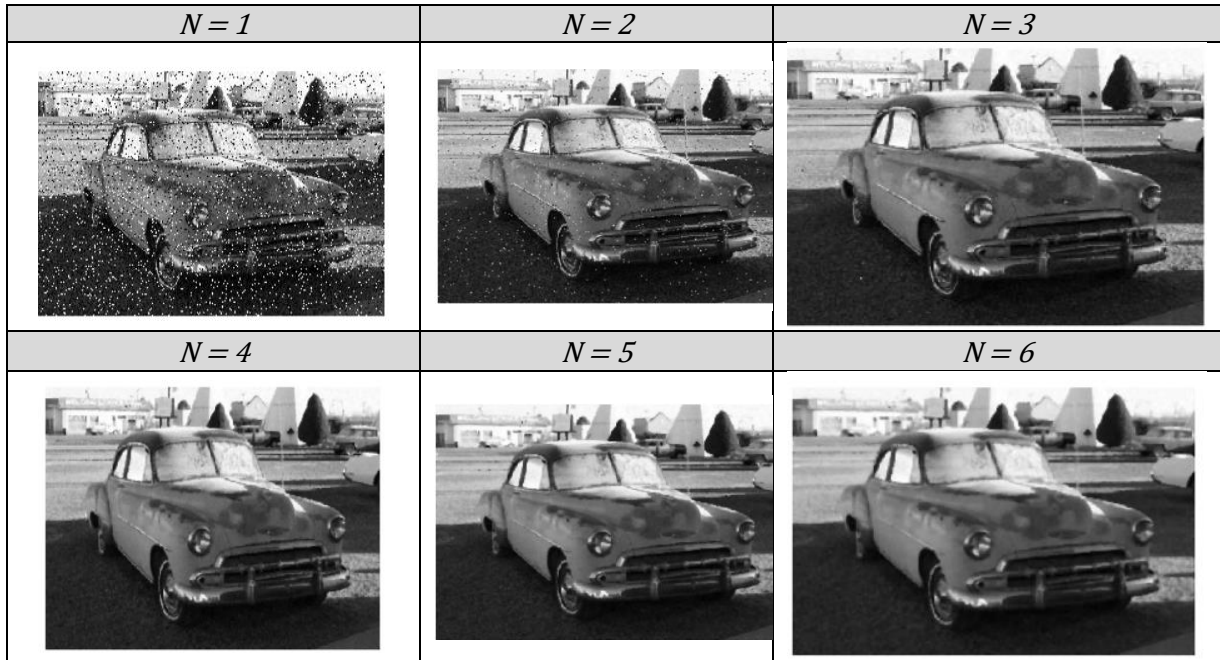
(η) Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση $medfilt2(\cdot)$ της Matlab, δείτε και χαρακτηρίστε την επίδραση, στην παραπάνω εικόνα, του διδιάστατου συστήματος $I(n_1, n_2)$.

Απάντηση:

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

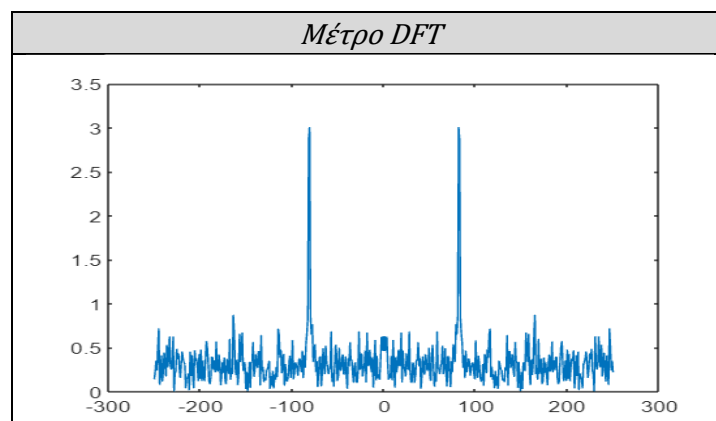
Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------



Άσκηση 2

(α) 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:



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

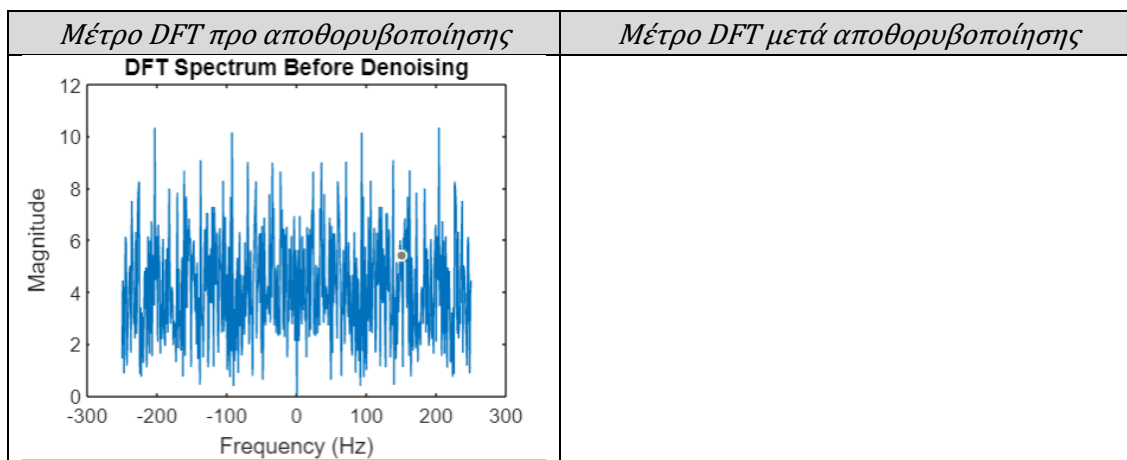
Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

(β) Μπορείτε να εντοπίσετε τις αρμονικές συχνότητες;

Απάντηση:

(γ) 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:



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παρακάτω παρατίθεται ο κώδικας που αναπτύχθηκε για την επίλυση των ερωτημάτων:

Άσκηση 1(α)

Τρέχω αυτούσια τον κώδικα που μου δόθηκε:

```
close all
clear
freqz([1 -1],1);
n = 0:1000;
x = cos(pi/32*n);

y = filter([1 -1],1,x);
figure;
plot(x);
figure;
plot(y);

img = imread('photo.jpg');
figure
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
imagesc(img);colormap gray

dy = filter([1 -1], 1, img);
%imshow(uint8(abs(y)))
figure
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray
imagesc(dy);colormap gray

dx = filter([1 -1], 1, img')';
%imshow(uint8(abs(y))')
figure
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray
imagesc(dx);colormap gray

N = 5;
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;
y = filter2(h,img);
figure
imshow(y/max(y(:)));
```

Άσκηση 1(β)

Ουσιαστικά αλλάζω τα plot x & y αντίστοιχα και τρέχω δύο φορές τον κώδικα μου:

Στην πρώτη περίπτωση η αλλαγή έχει ως εξής : plot(x(1:100)) και στην δεύτερη αντίστοιχα plot(y(1:100)):

```
close all
clear
freqz([1 -1],1);
n =0:1000;
x = cos(pi/32*n);

y = filter([1 -1],1,x);
figure;
plot(x);
figure;
plot(y(1:100));

img = imread('photo.jpg');
figure
imagesc(img);colormap gray

imshow(img)
dy = filter([1 -1], 1, img);
%imshow(uint8(abs(y)))
figure
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray
imagesc(dy);colormap gray
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
dx = filter([1 -1], 1, img)';  
%imshow(uint8(abs(y)))'  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dx);colormap gray
```

```
N = 5;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);  
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

Άσκηση 1(γ)

Χρησιμοποιώ τον αρχικό κώδικα με ορισμένες παραμετροποιήσεις προκειμένου να υπολογίσω τις δεύτερες παραγώγους που ζητούνται:

(α)ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΩΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΟ ΩΣ ΠΡΟΣ X:

```
close all  
clear  
freqz([1 -1],1);  
n =0:1000;  
x = cos(pi/32*n);  
  
y = filter([1 -1],1,x);  
figure;  
plot(x);  
figure;  
plot(y);  
  
img = imread('photo.jpg');  
figure  
imagesc(img);colormap gray  
  
imshow(img)  
dy = filter([1 -1], 1, img);  
%imshow(uint8(abs(y)))  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dy);colormap gray  
  
dx = filter([1 -2 1], 1, img);  
%imshow(uint8(abs(y)))  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dx);colormap gray
```


ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
N = 6;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);  
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

(β)ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΟ ΩΣ ΠΡΟΣ Χ ΚΑΙ Υ:

```
close all  
clear  
freqz([1 -1],1);  
n = 0:1000;  
x = cos(pi/32*n);  
  
y = filter([1 -1],1,x);  
figure;  
plot(x);  
figure;  
plot(y);  
  
img = imread('photo.jpg');  
figure  
imagesc(img);colormap gray  
  
dy = filter([1 -1], 1, img);  
%imshow(uint8(abs(y)))  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dy);colormap gray  
  
dx = filter([1 -1], 1, img)';  
%imshow(uint8(abs(y))')  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dx);colormap gray  
  
dxdy = filter([1 -1], 1, dx)';  
dydx = filter([1 -1], 1, dy)';  
  
figure  
imagesc(dxdy);colormap gray  
  
figure  
imagesc(dxdy);colormap gray  
  
N = 6;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);  
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
N = 6;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);  
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

(γ)Δεύτερη παράγωγο:

```
close all  
clear  
freqz([1 -1],1);  
n = 0:1000;  
x = cos(pi/32*n);
```

```
y = filter([1 -1],1,x);  
figure;  
plot(x);  
figure;  
plot(y(1:100));
```

```
img = imread('photo-deg.jpg');  
figure  
imagesc(img);colormap gray  
figure;  
imshow(img);
```

```
imshow(img);  
dy = filter([1 -1], 1, img);  
%imshow(uint8(abs(y)))  
dy1 = filter([1 -1], 1, dy);  
dy2 = filter([1 -1], 1, dy');  
%imshow(uint8(abs(y)))  
%imshow(uint8(abs(y)))  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dy);colormap gray
```

```
dx = filter([1 -1], 1, img)';  
%imshow(uint8(abs(y)))'  
dx1 = filter([1 -1], 1, dx);  
%imshow(uint8(abs(y)))'  
dx2 = filter([1 -1], 1, dx)';  
%imshow(uint8(abs(y)))'  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dx);colormap gray
```

```
N = 20;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

Άσκηση 1(ζ)

Απλά αλλάζω τα N που μας ζητούνται και διαβάζω διαφορετική εικόνα την photo-deg.jpg.

```
close all  
clear  
freqz([1 -1],1);  
n = 0:1000;  
x = cos(pi/32*n);  
  
y = filter([1 -1],1,x);  
figure;  
plot(x);  
figure;  
plot(y);  
  
img = imread('photo-deg.jpg');  
figure  
imagesc(img);colormap gray  
  
imshow(img)  
dy = filter([1 -1], 1, img);  
%imshow(uint8(abs(y)))  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dy);colormap gray  
  
dx = filter([1 -1], 1, img');  
%imshow(uint8(abs(y)))'  
figure  
%subplot(121);imagesc(img);colormap gray  
imagesc(dx);colormap gray  
  
N = 20;  
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;  
y = filter2(h,img);  
figure  
imshow(y/max(y(:)));
```

Άσκηση 1(η)

```
close all  
clear  
img = imread('photo-deg.jpg');
```

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Απαντήσεις στο τρίτο σετ εργαστηριακών ασκήσεων

Ον/μο:	ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ	ΑΜ:	1090059	Έτος:	4 ^ο
--------	---------------------------------	-----	---------	-------	----------------

```
imshow(img);  
y = medfilt2(img, [N N]);  
figure;  
imshow(y);
```

Άσκηση 2(γ)

Dft προ αποθορυβοποίησης:

```
clear; clc; close all  
  
v = VideoReader('500fps_noisy.avi');  
i = 0;  
while hasFrame(v)  
    i = i + 1;  
    I = rgb2gray(im2double(readFrame(v)));  
    x(i) = I(293, 323);  
end  
  
y = x - mean(x);  
  
Y_before = abs(fftshift(fft(y, 512)));  
  
F = linspace(-250, 250, 512);  
plot(F, Y_before);  
xlabel('Frequency (Hz)');  
ylabel('Magnitude');  
title('DFT Spectrum Before Denoising');
```