ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

<u>Ασκηση 1</u>

(α) Υπολογίστε θεωρητικά την απόκριση συχνότητας της $h(□)$. Επίσης, υπολογίστε απόκριση μέτρου και φάσης με την χρήση της συνάρτησης *freqz(.)* της Matlab και τοποθετήστε την εικόνα στον παρακάτω πίνακα.

Απάντηση:

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ:

$$H(e^{j\omega}) = \Sigma_{(n=-inf,\ inf)} \ (\ \delta[n] - \delta[n-1]\ ) * e^{-j\omega n} \ = \ 1 * e^{-j\omega*0} - 1 * e^{-j\omega*1} \ \rightarrow$$

$$H(e^{j\omega}) = 1 - \ e^{-j\omega*1}$$

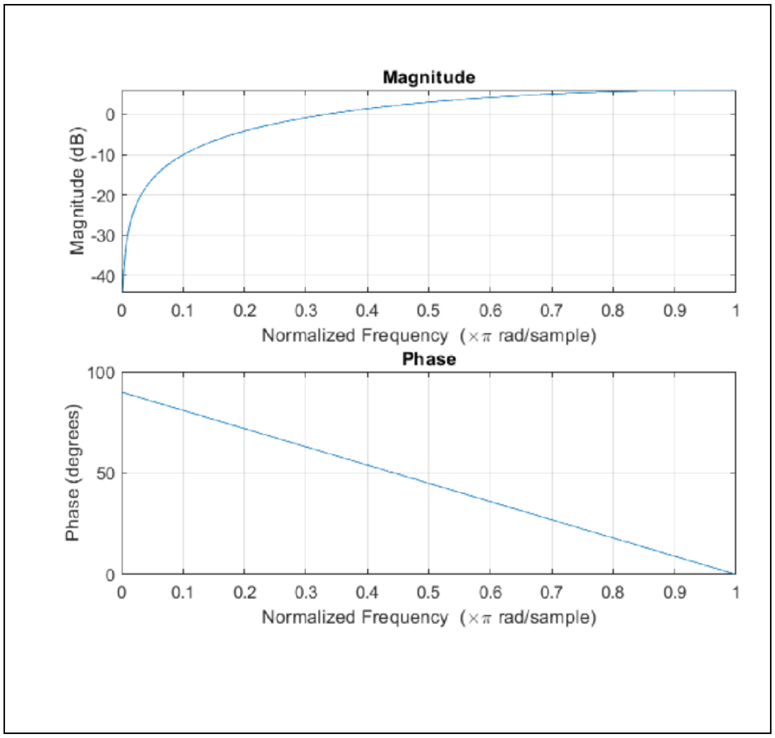
ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ freqz(.) :

freqz(.)

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο



ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ:

Το φίλτρο με κρουστική απόκριση $h[n]=\{1,-1\}$ είναι ένα FIR φίλτρο που ονομάζεται "διαφοροποιητής" ή "πρώτη παράγωγος". Αυτό το φίλτρο πραγματοποιεί τη διαφοροποίηση του εισερχόμενου σήματος.

Αναλυτικά, το φίλτρο αυτό πραγματοποιεί την πράξη της διαφοράς μεταξύ δύο διαδοχικών τιμών του εισερχόμενου σήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εντοπίζονται οι αλλαγές στην τιμή του σήματος. Στην πράξη, αυτό σημαίνει ότι το φίλτρο ενισχύει τις συχνότητες υψηλής συχνότητας στο σήμα εισόδου, ενώ μειώνει τις χαμηλές συχνότητες (highpass filter).

Το φίλτρο αυτό είναι χρήσιμο για την ανίχνευση αλλαγών στο σήμα, όπως παρακάμψεις ή αλλαγές κλίσης. Επίσης, χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές επεξεργασίας σήματος και αναγνώρισης προτύπων.

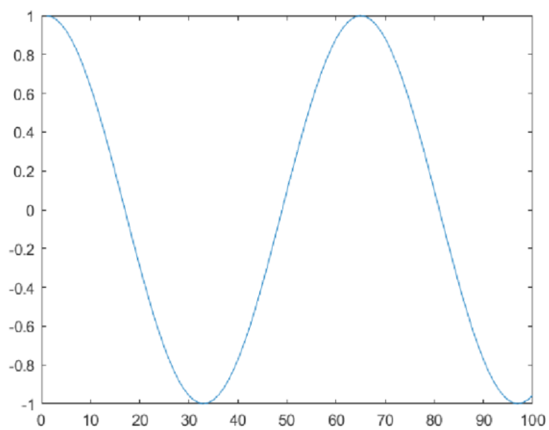
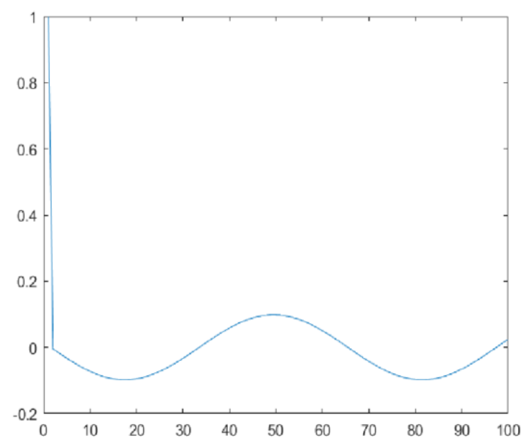
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

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

Απάντηση:

x(1:100)	y(1:100)
	

Στον αριστερά γράφο βλέπουμε ξεκάθαρα το συνημίτονο το οποίο εφαρμόζεται ως είσοδος στο παραπάνω σύστημα διαφοροποιητή. Στον δεξιό γράφο βλέπουμε την επίδραση του συστήματος στο σήμα εισόδου. Το προκύπτον σήμα εξόδου y είναι ένα ημίτονο το οποίο προέκυψε από παραγώγιση του συνημιτόνου και πολλαπλασιασμό κατά έναν σταθερό παράγοντα π/32.

- Παρατηρώ ακόμη πως αντί στον δεξιό γράφο να έχω τιμή 0 για n=0, έχω τιμή 1 και αυτό οφείλεται στην ύπαρξη μεταβατικών φαινομένων.

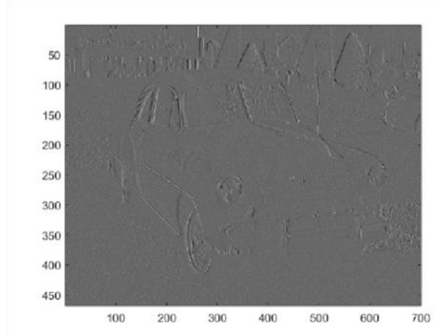
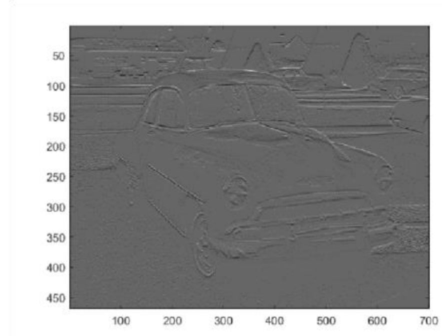
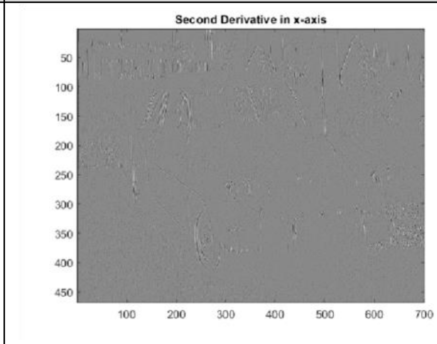
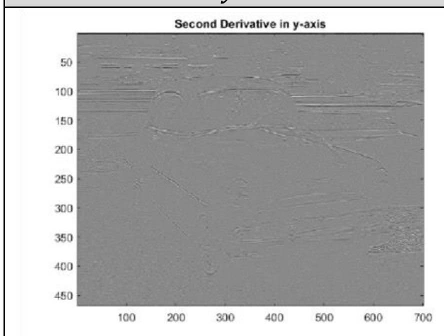
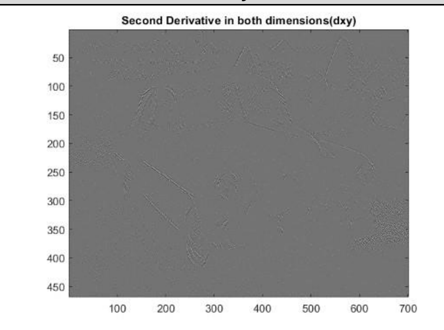
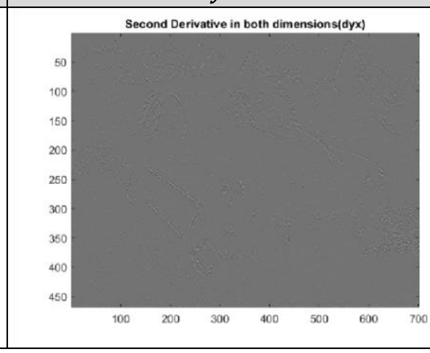
(γ) Απεικονίστε το αποτέλεσμα των έξι (6) διαφορίσεων που υλοποιήσατε με την χρήση της συνάρτησης *filter(.)* και της παραπάνω κρουστικής απόκρισης στον παρακάτω πίνακα.

Απάντηση:

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

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

(δ) Ποια η φυσική σημασία των παραπάνω ποσοτήτων; **Απάντηση:**

- Οι παραπάνω ποσότητες αντιπροσωπεύουν τη φυσική σημασία της μεταβολής της έντασης της εικόνας ως προς τις δύο διαστάσεις του χώρου.

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό δομών και χαρακτηριστικών σε εικόνες, όπως ακμές, γωνίες ή περιοχές με σημαντική μεταβολή της φωτεινότητας.

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

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

Απάντηση:

Εκτίμηση της ομογένειας: Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την πρώτη παράγωγο της εικόνας για να εκτιμήσουμε την περιοχή μεταβολών φωτεινότητας. Συγκεκριμένα, περιοχές με μικρή πρώτη παράγωγο θεωρούνται ομογενείς.

Εκτίμηση της κυρτότητας: Η κυρτότητα μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση της δευτέρου παραγώγου της εικόνας. Οι περιοχές με θετική δεύτερη παράγωγο θεωρούνται κυρτές, ενώ αυτές με αρνητική δεύτερη παράγωγο θεωρούνται κοίλες.

(στ) 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:

$N = 2$	$N = 10$	$N = 20$

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

- Με μια πρώτη ματιά παρατηρώ πως όσο αυξάνω το μέγεθος Ν τόσο πιο θολή γίνεται η φωτογραφία.

- Η επίδραση αυτού του φίλτρου στην εικόνα εξαρτάται από το μέγεθος της μάσκας, το οποίο καθορίζεται από την τιμή του Ν. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του Ν, τόσο μεγαλύτερη η περιοχή επίδρασης και άρα το φίλτρο θα εφαρμόζει έναν μέσο όρο σε μεγαλύτερες περιοχές της εικόνας.

- Η εφαρμογή ενός φίλτρου μέσου όρου σε μια εικόνα έχει το εξής αποτέλεσμα: ομαλοποίηση της εικόνας και μείωση του θορύβου. Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος να απωλέσουμε λεπτομέρειες εάν το μέγεθος της μάσκας είναι υπερβολικά μεγάλο.

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

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

$N = 2$	$N = 10$	$N = 20$
		

- Η εφαρμογή του προηγούμενου φίλτρου μέσου όρου προκαλεί ομαλοποίηση της εικόνας και μείωση του θορύβου. Το μέγεθος του θορύβου που θα αφαιρεθεί εξαρτάται από το μέγεθος της μάσκας, το οποίο καθορίζεται από το N. Και πάλι όπως πριν, για πολύ μεγάλο N οι λεπτομέρειες της εικόνας χάνονται και η εικόνα φαίνεται πιο θολή ή εξομαλλυμένη.

(η) Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση *medfilt2(·)* της Matlab, δείτε και χαρακτηρίστε την επίδραση, στην παραπάνω εικόνα, του διδιάστατου συστήματος $\square(\quad)\square_1,\square_2$.

Απάντηση:

$N = 1$	$N = 2$	$N = 3$
		
$N = 4$	$N = 5$	$N = 6$
		

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	AM:	1093316	Έτος:	3ο

- Η συνάρτηση medfilt2 στη MATLAB εφαρμόζει μια δισδιάστατη μη γραμμική φιλτράριση, χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή (median) ενός ορίου περιοχής γύρω από κάθε σημείο στην εικόνα. Δοκιμάζοντας διάφορες τιμές για το N, μπορούμε να δούμε την επίδραση του μεγέθους του παραθύρου στην επεξεργασία της εικόνας.

- Παρατηρώ πως όσο αυξάνεται το N τόσο καλύτερα αφαιρείται ο θόρυβος (και μάλιστα καλύτερα από ότι πριν με τη χρήση του φίλτρου μέσου όρου). Φυσικά και πάλι για πολύ μεγάλα N θα έχω απώλεια λεπτομερειών στην εικόνα, αλλά όχι τόσο μεγάλες όσο με το προηγούμενο φίλτρο!! Το φίλτρο median επομένως φαίνεται να είναι καλύτερο και προτιμότερο στην αφαίρεση κρουστικού θορύβου από μία εικόνα.

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

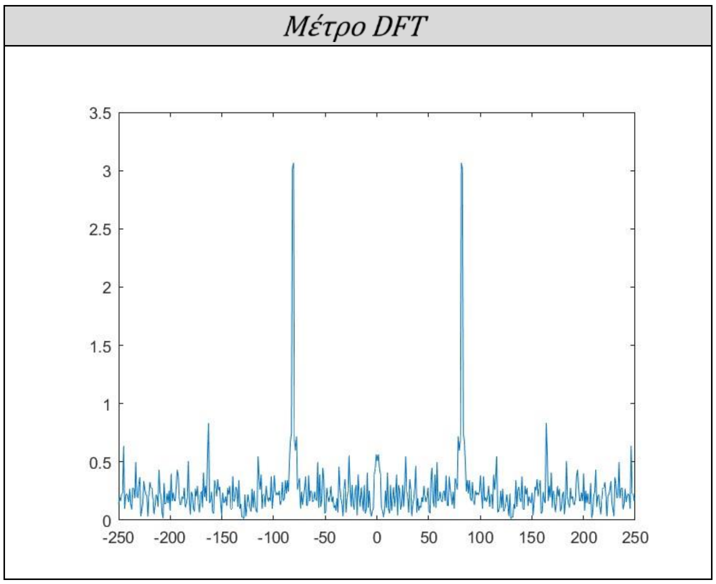
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

<u>Άσκηση 2</u>

(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:



Σύμφωνα με το link : 82.40689 Hz είναι η θεμελιώδης συχνότητα της νότας E2 και όντως στον παραπάνω FFT βλέπουμε την περισσότερη ενέργεια συγκεντρωμένη στις συμμετρικές συχνότητες -80 Hz, 80 Hz.

(β) Μπορείτε να εντοπίσετε τις αρμονικές συχνότητες;

Απάντηση:

Οι αρμονικές συχνότητες είναι εκεί που βλέπω peaks με ίδια τιμή στον y-άξονα και αντίθετου πρόσημου στον x-άξονα. Μερικές από αυτές:

- (-245 Hz, 245 Hz)
- (-160 Hz, 160 Hz)
- (-115 Hz, 115 Hz)

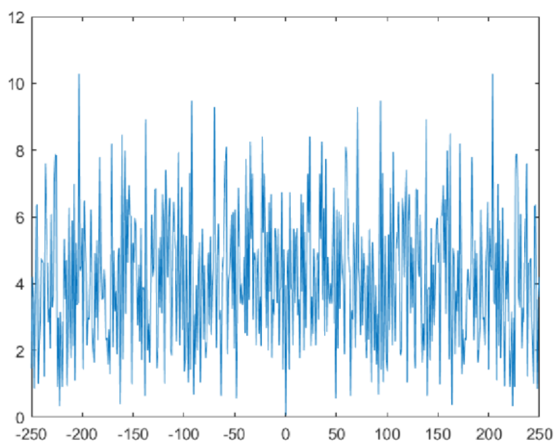
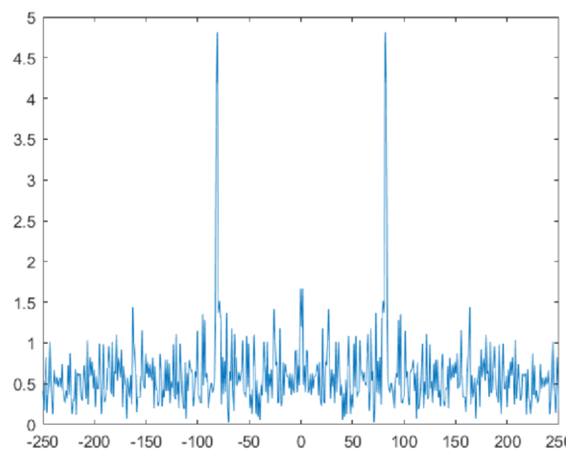
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

(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:

Μέτρο DFT προ αποθορυβοποίησης	*Μέτρο DFT μετά αποθορυβοποίησης*
	

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	AM:	1093316	Έτος:	3ο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κώδικας Άσκησης 1

```
close all; clear; clc;

%% ΕΡΩΤΗΜΑ α)
freqz([1 -1],1);
  %% ΕΡΩΤΗΜΑ β) n
= 0:1000; x =
cos(pi/32*n);

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


%% ΕΡΩΤΗΜΑ γ)


% Show the original image img
= imread('photo.jpg'); figure
imagesc(img); colormap gray


%% ΕΡΩΤΗΜΑ δ)


% Show the resulting image after applying the filter in rows
dx = filter([1 -1], 1, img')'; figure imagesc(dx);colormap
gray title('First Derivative in x-axis')


% Show the resulting image after applying the filter in columns
dy = filter([1 -1], 1, img); figure
imagesc(dy);colormap gray
title('First Derivative in y-axis')
```

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	AM:	1093316	Έτος:	3ο

```
% Apply the first derivative filter again in rows to find the second derivative in x-
% axis
dx2 = filter([1, -1], 1, dx')';
figure
imagesc(dx2); colormap gray title('Second
Derivative in x-axis')


% Apply the first derivative filter again in columns to find the second derivative in
y-axis
dy2 = filter([1, -1], 1, dy);
figure
imagesc(dy2); colormap gray title('Second
Derivative in y-axis')

% To find the 2nd Derivative in both dimensions (dxy):
% Apply the first derivative filter in y-axis
% Then apply the first derivative again on the above result but in x-axis
% dy = filter([1 -1], 1, img); dxy
= filter([1 -1], 1,dy')'; figure
imagesc(dxy); colormap gray
title('Second Derivative in both dimensions(dxy)')

% To find the 2nd Derivative in both dimensions (dyx this time!!!):
% Apply same filter in reverse order than before

% dx = filter([1 -1], 1, img')';
dyx = filter([1 -1], 1,dx); figure
imagesc(dyx); colormap gray
title('Second Derivative in both dimensions(dyx)')


%% ΕΡΩΤΗΜΑ ε)

N=2;
% N=10; %
N = 20;
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;
y = filter2(h,img);
figure
imshow(y/max(y(:)));


%% ΕΡΩΤΗΜΑ στ)
```

```
img2 = imread('photo2.jpg');
figure
imagesc(img2); colormap gray

N=2;
% N=10; %
N = 20;
h = ones(2*N+1,2*N+1) / (2*N+1)^2;
y = filter2(h,img2); figure
imshow(y/max(y(:)));

%% ΕΡΩΤΗΜΑ ζ)

img2 = im2gray(img2);
imshow(img2);

y = medfilt2(img2,[6 6]);
figure imshow(y)
```

Κώδικας Άσκησης 2

```
close all; clear; clc;

%% ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ α), β), γ)

v = VideoReader('500fps.avi');
i=0; while hasFrame(v)
i=i+1;
  I = rgb2gray(im2double(readFrame(v))); % all pixel values of frame i in range [0,1]
x(i)=I(293,323);                        % brightness value of pixel (293,323) for
                                          % each frame
end
y = x - mean(x);                          % subtracting mean from x so that y is
                                          % centered around zero
Y = abs(fftshift(fft(y,512)));            % fft of the sequence of brightness values y
F = linspace(-250,250,512);
figure plot(F,Y);
```

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ MATLAB

Ον/μο:	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ	ΑΜ:	1093316	Έτος:	3ο

```
%% ΕΡΩΤΗΜΑ δ)

vnoisy = VideoReader('500fps_noisy.avi');
 j=0;
while hasFrame(vnoisy)
    j=j+1;
    I = rgb2gray(im2double(readFrame(vnoisy)));
x(j)=I(293,323);                               end

Z = x - mean(x);
Z = abs(fftshift(fft(Z,512)));   % fft before denoising
F = linspace(-250,250,512);
figure plot(F,Z);


% reset the current time of the vnoisy video reader object vnoisy.CurrentTime
= 0;


k=0;
while hasFrame(vnoisy)
k=k+1;
    I = rgb2gray(im2double(readFrame(vnoisy)));
    denoisedFrame = medfilt2(I,[6 6]);           % denoising using medfilt2 with N=6
x(k)=denoisedFrame(293,323);                       end

R = x - mean(x);
R = abs(fftshift(fft(R,512)));                   % fft after denoising
F = linspace(-250,250,512);
figure plot(F,R);
```