

מבוא לעיבוד ספרתי של תמונות

מטלה 2

מגיש: עודד גפן

תז: 200572766

שאלה 1

1.1. התמונה הנבחרת היא תמונה האיש עם המצלמה. על מנת לטשטש את התמונה נעשה שימוש בפילטר בעל מימדים של 1×10 פיקסלים. טשטוש התמונה מהווה את ה PSF של המצלמה, לכן פעולתו היא קנוולוציה במישור התמונה, או הכפלה במישור התדר. בעבודה זו לקבלת התמונה המטושטשת נעשתה הכפלה במישור התדר בין התמונה לפילטר, ולאחר מכן חזרה למישור התמונה.

Original image in gray scale



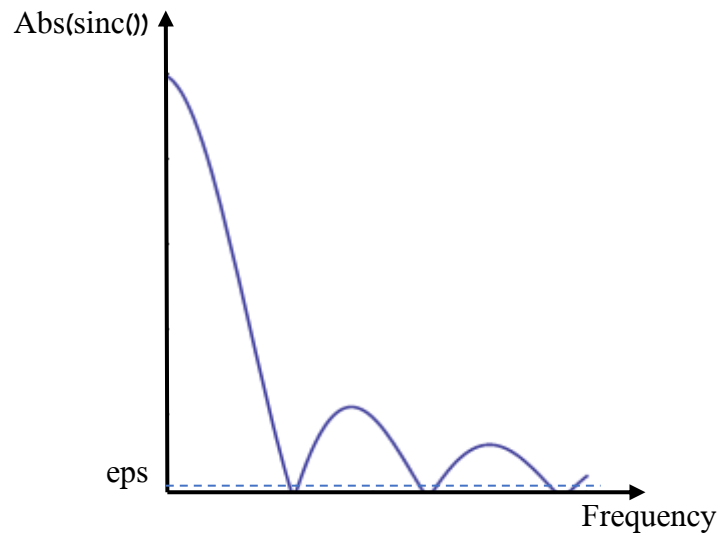
איור 1- תמונה מקורית

Blurred image



איור 2- תמונה מטושטשת

1.2. על מנת לשחזר את התמונה באמצעות הפילטר ההופכי, יש להחזיר את התמונה המטושטשת למישור פוריה, ולחלק בפילטר המקורי. הבעיה היא שהפילטר המקורי הוא פונקציית חלון, שהופכת לפונקציית $\text{sinc}()$ במישור התדר. פונקציה זו מתאפסת בערכים כלשהם, ולכן אי אפשר לחלק את התמונה בפילטר ההופכי האידיאלי. פעולה זו שקולה לפעולה המתמטית $\frac{c}{0} \rightarrow \infty$. הפתרון- יצירת פילטר הופכי מאולץ, כל פעם שהפילטר ההופכי האידיאלי מתאפס, נשנה את ערכו לערך קטן מסדר 10^{-10} , ϵ , כך לא תהיה חלוקה באפס.



איור 3- ערך מוחלט של פונקציית sinc, וערך קטן שינתן לה במקומות בהם היא מתאפסת

Restored Blurred image with an inverse filter



איור 4- תמונה מטושטשת משוחזרת בעזרת הפילטר ההופכי

באיור 4 ניתן לראות את התמונה המשוחזרת בעזרת הפילטר ההופכי. לתמונה זו נוספו תדרים גבוהים שלא היו קיימים בתמונה המקורית. זה קרה מפני שהפילטר

ההופכי מתפקד כמעביר גבוהים, וכאשר הערכים שהתאפסו קיבלו ערך קטן, הפילטר האידיאלי עבר שינוי, שהוסיף ערכים גדולים בתדרים אלה, המתבטאים בתמונה המשוחזרת.

1.3. לתמונה המטושטשת נוסף רעש גאוסיאני עם $SNF = 20\text{ db}$:

Blurred image with added noise



איור 5- תמונה מטושטשת עם רעש

כעת יש בתמונה רעש וטשטוש, לכן על מנת לקבל את התמונה המקורית, יש להשתמש במסנן שמתחשב בשניהם. בסעיף זה נעשה ניסיון לשחזר את התמונה בעזרת הפילטר ההופכי המאולץ בלבד. כצפוי תוצאת השחזור לא טובה, עקב התעלמות מהרעש.

Restored Blurred and noisy image with an inverse filter



איור 6- שחזור תמונה מטושטשת עם רעש, בעזרת הפילטר ההופכי

1.4. על מנת לשחזר את התמונה נעשה שימוש במסנן ויינר, המסנן חושב באופן מלא ובאופן מקורב.

1.4.1. בסעיף זה מסנן ויינר חושב באופן מלא:

$$G(\omega_1, \omega_2) = \frac{H^*(\omega_1, \omega_2) S_{uu}(\omega_1, \omega_2)}{|H(\omega_1, \omega_2)|^2 S_{uu}(\omega_1, \omega_2) + S_{\eta\eta}(\omega_1, \omega_2)} \quad [1]$$

התמונה המשוחזרת:

Restored Blurred and noisy image with Wiener filter



איור 7- שחזור תמונה מטושטשת עם רעש, בעזרת פילטר ויינר

מסנן ויינר מתייחס לטשטוש ולרעש: $S_{\eta\eta}$ הינו ספקטרום הרעש, ו- H הינו הפילטר. S_{uu} הינו ספקטרום התמונה. תוצאת השחזור טובה מהתוצאה בסעיף 1.3 עקב התחשבות בגורמים הנ"ל.

1.4.2. בסעיף זה מסנן ויינר חושב באופן מקורב:

$$G(\omega_1, \omega_2) = \frac{H^*(\omega_1, \omega_2)}{|H(\omega_1, \omega_2)|^2 + \gamma} \quad [2]$$

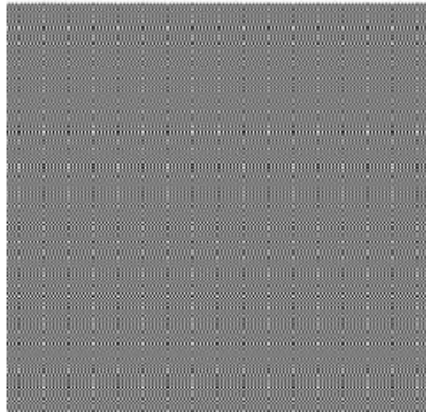
עבור $\gamma = 0$ הפילטר משמש כמעביר תדרים גבוהים, בתדרים גבוהים ספקטרום הרעש גדול מספקטרום התמונה, לכן כל מה שרואים זה רעש, איור 8,a.

כאשר $\gamma = 0.1$ הרעש הונחת ורואים את הדמות, אך תוצאה זו דומנה לתמונה מספר 5, כך שזה לא מספיק טוב, איור 8,b.

עבור $\gamma = 1, 10$ הרעש יורד אך התמונה מטושטשת, גם אלה תוצאות לא מוצלחות, איור 8,c,d.

עבור מסנן ויינר המקורב, ניתן להסיק שכאשר γ קטנה הוא מתפקד כמעביר גבוהים, וכאשר γ גדולה כמעביר נמוכים. יש נקודה באמצע שתיתן את התוצאה האופטימלית עבור המסנן, למרות זאת תוצאותיו בבדיקה הנוכחית לא היו טובות.

Restored Blurred and noisy image
with an aproximated Wiener filter, gamma=0



(a)

Restored Blurred and noisy image
with an aproximated Wiener filter, gamma=0.1



(b)

Restored Blurred and noisy image
with an aproximated Wiener filter, gamma=1



(c)

Restored Blurred and noisy image
with an aproximated Wiener filter, gamma=10



(d)

איור 8 - שחזור תמונה מטושטשת עם רעש, בעזרת פילטר וינר מקורב, עם ערכי γ שונים.
 $\gamma = 10 : d, \gamma = 1 : c, \gamma = 0.1 : b, \gamma = 0 : a$

שאלה 2

2. התמונה הנבחרת היא האיש עם המצלמה, כאשר רמות האפור בתמונה חולקות ב 3, מה שגרם לה להיות כהה.

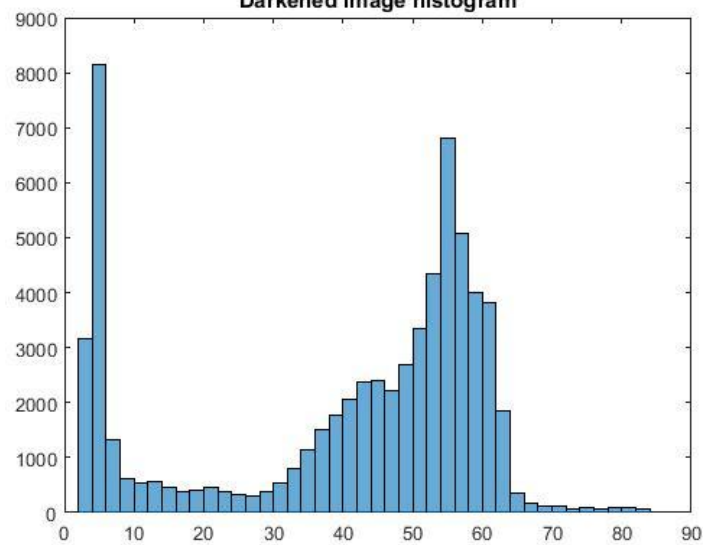
Darkened image in gray scale



איור 9- תמונה חשוכה

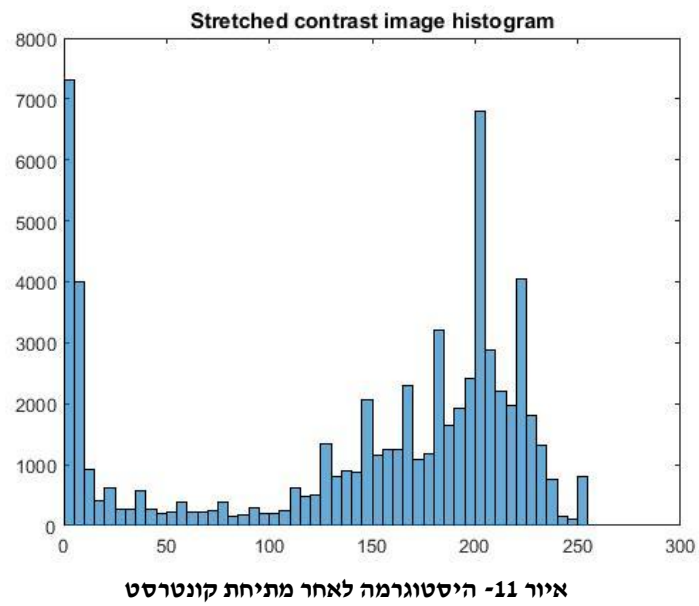
2.1 היסטוגרמת התמונה הכהה:

Darkened image histogram

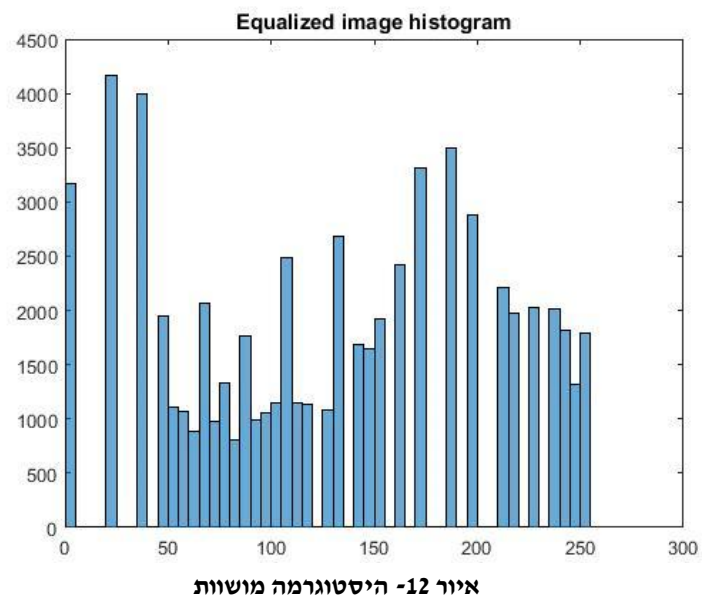


איור 10- היסטוגרמה של תמונה חשוכה

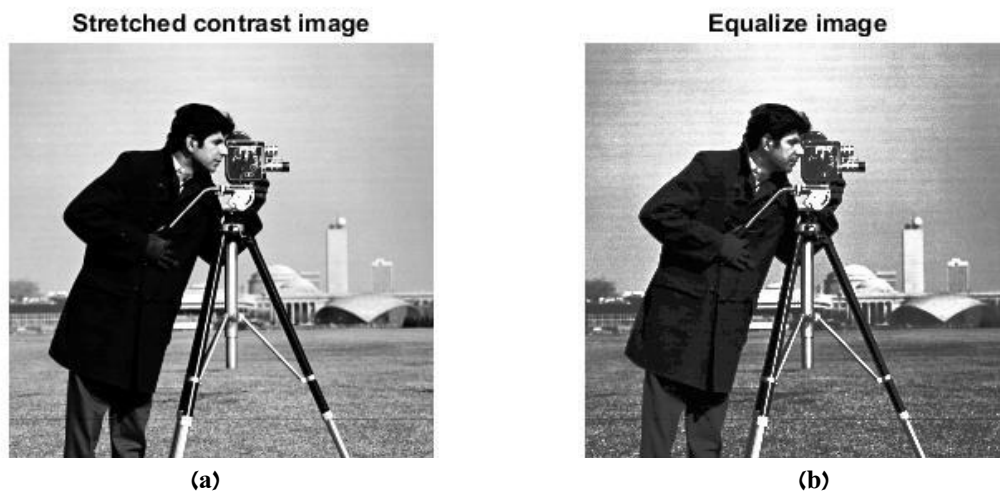
2.2 היסטוגרמה לאחר מתיחה:



2.3 היסטוגרמה לאחר ביצוע השוואת רמות אפור (equalization):



כעת ניתן לערוך השוואה בין התמונה שעברה מתיחה לזאת שעברה השוואת רמות אפור.



איור 13 - a: תמונה עם מתיחת קונטרסט, b: תמונה עם השוואת היסטוגרמה

בתמונה שעברה מתיחה (איור 13.a), אזורים שהיו הומוגניים בתמונה המוחשכת נשארו הומוגניים, בגלל שבפעולה זו ההיסטוגרמה נמתחת לאורך כל רמות האפור האפשריות, מה שגורם למעט שינוי מידע ושיפור הקונטרסט.

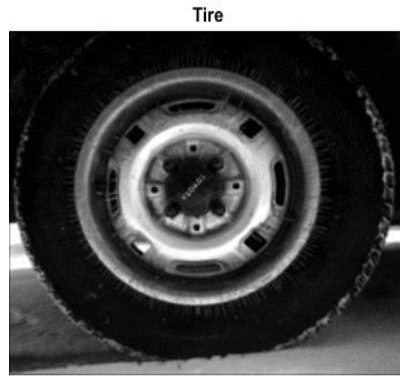
בתמונה שעברה השוואת היסטוגרמה (איור 13.b) אזורים שהיו הומוגניים בתמונה המוחשכת כעת מכילים רמות אפור שונות, אשר מהוות פרטים שונים בתמונה. זה קורה לטוב ולרע: לטוב- הכפפה מפורטת וניתן להבחין בין האצבעות, לרע- השמיים קיבלו גוונים שלא היו שם לפני, שלא מייצגים את הסצנה האמיתית. זה קורה מפני שכעת צורת ההיסטוגרמה לא נשמרה, אלא נוצרה היסטוגרמה השואפת למספר שווה של פיקסלים בכל הרמות, לכן אזורים שהיו הומוגניים, או בעלי גרדיאנט קטן כעת נראים בעלי צבעים שונים. הדוגמה הטובה ביותר לכך היא השמיים.

שאלה 3

3 התמונות הנבחרות הן תמונת העץ והצמיג:



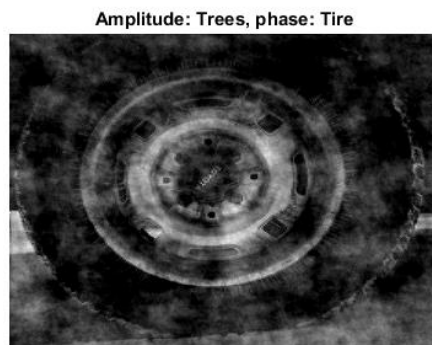
(a)



(b)

איור 14 - a: תמונת העצים, b: תמונת הצמיג

3.1 התמונה הבאה מורכבת מאמפליטודת תמונת העצים ומפאזת תמונה הצמיג:



איור 15 - תמונה בה האמפליטודה שייכת לתמונת העצים, והפאזה לתמונה הצמיג

התמונה באיור 15 דומה לצמיג יותר מאשר לעצים. מכאן ניתן להבין שרוב המידע של תמונה נמצא בפאזה. זאת לא תמונה צמיג מושלמת עקב האמפליטודה שמגיעה מתמונה העצים, בגלל זה יש אזורים כהים ובהירים בתמונה.

קוד מטלאב שאלה 1:

```
close all
clear all
% load image and plot image
img = double(imread('cameraman.tif'));
figure() ; imshow(img,[]); title('Original image
in gray scale')

%% Q1 - 1
filter = ones(1,10)./10; % calculate the filter
filter_F = (fft2(filter, size(img, 1), size(img,
2))); % fourier transform the filter
img_F = fft2(img); % fourier transform the image
bluredI_F = img_F.*filter_F; % convolution in the
spatial frequency domain => perform a
multiplicationi
bluredI = ifft2(bluredI_F); % blured image in the
image domain
figure() ;imshow(bluredI, []) ; title('Blurred
image')

%% Q1 - 2
bluredI_backto_F = fft2(bluredI); % fourier
transform the blured image
filter_F(find(filter_F==0) ) = eps; % create a
constrained inverse filter
invFilter_F = 1./filter_F;
res_F = bluredI_backto_F.*invFilter_F; %restored
image in the frequency domain
res = (ifft2(res_F)); % restored blurred image
in the image domain
figure() ; imshow(res,[]); title('Restored
Blurred image with an inverse filter')

%% Q1 - 3
% calculate the added noise
SNR = 20;
img_var = var(img(:));
noise_var = img_var/( 10^(0.1*SNR));
added_noise = sqrt(noise_var)*randn(size(img));
bluredI_noise = bluredI + added_noise; % add the
noise to the blurred image
```

```

figure(); imshow(bluredI_noise, []);
title('Blurred image with added noise')
% restore the blurred and noisy image using the
inverse filter
bluredI_noise_F = fft2(bluredI_noise); % fourier
transform the blurred and noisy image
bluredI_noise_F_restored =
bluredI_noise_F.*invFilter_F; % apply the
inverse filter on the blurred and noisy image in
frequency domain
bluredI_noise_res =
ifft2(bluredI_noise_F_restored); %restored the
blurred and noisy image in the image domain
figure(); imshow(bluredI_noise, []);
title('Restored Blurred and noisy image with an
inverse filter')

```

```

%% Q1 - 4.a

```

```

% calculate wiener filter
Suu = imgSpectrum(img);
conj_H = conj(filter_F);
sizeH_sqr = abs(filter_F).^2;
Snini = imgSpectrum(added_noise);

winner_num = conj_H.*Suu;
winner_den = sizeH_sqr.* Suu + Snini;
Winner = winner_num./winner_den;

res_Winner_F = bluredI_noise_F.*Winner; % apply
wiener filter in the fourier domain
res_Winner = ifft2(res_Winner_F);
figure(); imshow(res_Winner, []); title('Restored
Blurred and noisy image with Wiener filter')

```

```

%% Q1 - 4.b

```

```

% calculate approximated wiener filter
for gamma = [0, 0.1, 1, 10]
    G = conj_H ./ (sizeH_sqr + gamma);
    res_Winner_F = bluredI_noise_F.*G;
    res_Winner = ifft2(res_Winner_F);

    figure(); imshow(res_Winner, []); set(gcf,
'Position', [100, 100, 400, 400])
end

```

```
title({'Restored Blurred and noisy  
image';['with an aproximated Wiener filter,  
gamma=', num2str(gamma)]})  
end
```

קוד מטלאב שאלה 2:

```
close all  
clear all  
  
I = imread('cameraman.tif');  
I_dark = I./3; % darkened the image  
figure(); imshow(I_dark); title('Darkened image  
in gray scale')  
%% Q2 - 1  
figure(); histogram(I_dark); title('Darkened  
image histogram')  
  
%% Q2 - 2  
contrast_stretch = imadjust(I_dark);  
figure(); histogram(contrast_stretch);  
title('Stretched contrast image histogram')  
figure(); imshow(contrast_stretch);  
title('Stretched contrast image')  
  
%% Q2 - 3  
equalized_img = histeq(I_dark);  
figure(); histogram(equalized_img);  
title('Equalized image histogram')  
figure(); imshow(equalized_img); title('Equalize  
image')
```

קוד מטלאב שאלה 3:

```
close all
clear all

I1 = (imread('trees.tif'));
I2 = (imread('tire.tif'));

I2 = imresize(I2, size(I1));

figure(); imshow(I1); title('Trees')
figure(); imshow(I2); title('Tire')

I1_F = fft2(I1);
I2_F = fft2(I2);

I_new_F = abs(I1_F).*exp(1i*angle(I2_F));
%construct the new image

I_new = ifft2(I_new_F);
figure(); imshow(uint8(I_new)); title('Amplitude:
Trees, phase: Tire')
```