

מעבדת עיבוד תמונה - 2021

עיבוד תמונה Image processing

מטרות:

- הכרת מבנה התמונה ותכונותיה במקום ובתדר
- סינון של תמונה
- פעולות מורפולוגיות על תמונה
- סגמנטציה וזיהוי גבולות
- מיצוי מאפייני אובייקטים בתמונה
- עיבוד וידאו

ספרות מומלצת:

J. C. Russ, "The image processing handbook", CRC Press; 3rd edition, 1998.

Anil K. Jain, "Fundamentals of digital image processing", Prentice Hall, 1989.

Arthur R. Weeks Jr. "Fundamentals of electronic image processing", SPIE optical engineering press, 1996.

Matlab Help – very useful...

(או ספרי עיבוד תמונה בסיסיים אחרים)

הערות כלליות:

(1) על מנת שתגיעו למעבדה עם שליטה מסוימת בעיבוד תמונה, הדו"ח המכין מכיל גם שאלות תיאורטיות וגם התנסות בMatlab.

(2) את התשובות לכל השאלות המופיעות במהלך הניסוי יש לבצע בעזרת Matlab. במידה והחשובים נעשו גם באופן ידני בדו"ח המכין יש לוודא שהתוצאות הינן זהות.


(3) לכל התוצאות שקיבלתם במהלך הניסוי צריך להוסיף הסבר מפורט על אופן קבלתם (כולל Matlab), ניתוח תוצאות ומסקנות. נא להקפיד על סימון מדויק של כל הצירים כולל יחידות.


(4) את כל הקבצים (פונקציות, תוכנית ראשית, תמונות) כמו גם את קובץ הדוח בפורמט PDF יש לקבץ ולהגיש במודל.

חלק מהבדיקה יכלול הרצה של הקבצים הללו לכן דאגו לסדר ומספור הסעיפים השונים בתוך הקבצים.

1. רמות אפור


1.1 כמה ביטים מייצגים פיקסל אחד כאשר יש 256 רמות אפור? ובתמונת RGB? כמה ביטים מייצגים פיקסל אחד כאשר יש 20 רמות אפור? כמה ביטים נצטרך לתמונה צבעונית של 1024X1024 פיקסלים עם 256 רמות?

1.2  ביחרו תמונה שצולמה במהלך התואר באירוע חברתי/מפגש של חלק/כל בני כיתכם. מהי הטרנספורמציה שתשמור את כל ערכי רמות האפור שנמצאים בין הערכים 0.3 ל-0.6 בלבד ותאפס את שאר הפיקסלים? כתבו משוואה ומתאימה ואיור של הטרנספורמציה. הציגו את התמונה המקורית שבחרתם ואת תמונת התוצאה לאחר הטרנספורמציה. הציגו את ההיסטוגרמות של שני התמונות לפני ואחרי. (במידה והתמונה צבעונית יש להפוך אותה לתמונה של גווני אפור)

1.3  כתבו פונקציה אשר מחשבת את הנגטיב של התמונה המתקבלת. בצעו זאת באמצעות הפעלת טרנספורמציה על התמונה ללא שימוש בפקודות מוטלבי ייעודיות לעיבוד תמונה.

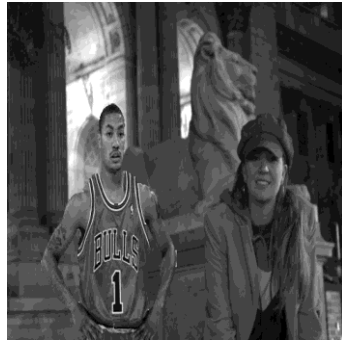
```
function [N_IMG]=Negative(IMG)
% Inputs:
% IMG - Gray levels image
%
% Outputs:
% N_IMG - Negative image of IMG
```

1.4 הפעילו את הפונקציה מסעיף 1.3 על התמונה שבחרתם מסעיף 1.2 והציגו את התוצאה. הסבירו.
 1.5 מהם התנאים ההכרחיים להפיכות של טרנספורמציה? צרו טרנספורמציה לינארית למקוטעין שמקיימת תנאים אלו. הראו את הטרנספורמציה ההופכית לה. צרו טרנספורמציה לינארית למקוטעין שאינה הפיכה-הסבירו מדוע היא אינה הפיכה. יש להציג את הטרנספורמציות כפונקציה ובעזרת איור.
 1.6 הסבירו מה עושה Histogram equalization. כתבו את הביטוי המתמטי לטרנספורמציה זו לכל ערך של רמת אפור ומהי הפקודה המתאימה ב-Matlab.
 1.7 עבור טרנספורמצית Histogram equalization (נסמן בצורה $T(a_n) = b_n$ כאשר a_n מציין דרגת אפור): מה תהייה התוצאה של $T(T(a_n))$? הוכיחו. רמז: יש לעבוד עם הגרסה הבדידה לטרנספורמציה.

1.8  בסעיף זה נעבוד עם תמונת mandi.tif שמצוייה בתיקיית מטלאב. יש ליצור פונקציה בשם

```
function [ResultPic]=AddToMandi(Picture)
```


אשר מוסיפה אנשים נוספים לצידה של הבחורה בתמונה. הפונקציה מקבלת תמונה בגודל כלשהוא ומוסיפה את הדמויות בתמונה לתמונה המקורית תוך שמירה על הרקע של התמונה המקורית. הפונקציה מחזירה את התמונה המשודרגת. השילוב בין התמונות צריך להתבצע בשיטה של mask ופעולות חיבור/חיסור- אין להשתמש בפונקציות region of interest למיניהן. אם יש צורך בזיהוי והורדת גבולות ניתן להשתמש בפונקציות מובנות.
 בחרו תמונה שלכם והוסיפו אותה לצד הבחורה. הציגו את התמונה החדשה (ראו דוגמה).



2. סינון לינארי ולא לינארי ותחום התדר

2.1 הסבירו מהי הבעיה עם קצוות התמונה כאשר מבצעים סינון מרחבי. הציעו 3 שיטות לפתרון הבעיה ועבור אחד הפתרונות שהצעתם כתבו יתרון וחסרון.

2.2 פתחו את הצורה המרחבית של מסנן לפלסיאן. כיצד מפעילים את המסנן על תמונה?

2.3  הציגו (מומלץ בעזרת פקודת surface) את התמרת הפורייה (Matlab fft2) של שני המסננים (לפלסיאן ומיצוע) הבאים:

לפני התמרת הפורייה יש לרפד באפסים מסביב למטריצות לקבלת מטריצה 30×30 .
מקדמי המסננים:

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

הסבירו מה התקבל.


באיזה מסנן (מתוך השניים) הייתם משתמשים כדי לשפר תמונה מטושטשת? מדוע?

באיזה מסנן (מתוך השניים) הייתם משתמשים כדי לטשטש תמונה? מדוע?

באיזה מסנן (מתוך השניים) הייתם משתמשים כדי לזהות גבולות בתמונה? מדוע וכיצד יש למצוא גבולות בעזרת המסנן?

2.4 כיצד תיצרו מסנן תדרי מן המסכות מן הסעיף הקודם עבור תמונה בגודל 512×512 ? הסבירו כיצד תפעילו אותו על התמונה?

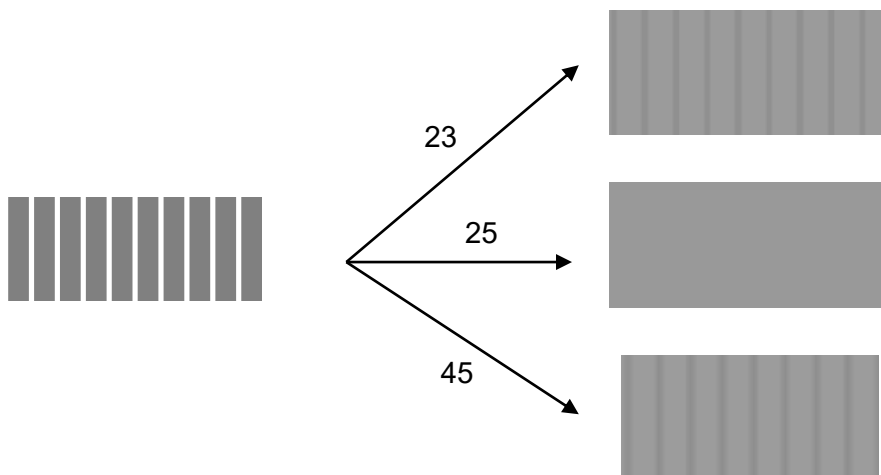
2.5 מתוך תיקיית התמונות שטששו את תמונתה של lena בעזרת מסנן בגדלים 3×3 , 4×4 , 5×5 . שפרו את התמונה בדרך שהצעתם בסעיף הקודם (2.4). שפרו את התמונה בעזרת פונקציית fspecial המובנית במטלאב. חשבו את ה-MSE בין תמונת המקור לתמונות המשופרות. האם בשתי הדרכים התקבלה אותה תוצאה? אם לא, מהי הדרך הטובה יותר ומדוע? רמז: התבוננו היטב במוטות העץ שנמצאים ברקע של התמונה.

2.6  העלו תמונה כלשהי לבחירתכם הפכו אותה לגווני אפור (במידה וצבעונית). כעת עברו למרחב התדר, כלומר בצעו `fft2`. כעת, בטלו 50% מרכיבי התדרים הנמוכים בתמונה (לפי אנרגיה כללית) כלומר הישארו רק עם רכיבי התדר הגבוהים ביותר. בצעו התמרה הפוכה לתמונה. הציגו את התמונה לפני ואחרי. בצעו תהליך זה 3 פעמים (אחד כאמור שמאפסים 50% מהתדרים, וכנ"ל גם 10%-ו-90%). **הסבירו מהם השלבים אותם ביצעתם** ומה ניתן להשיג בתהליך זה.


2.7 נתונה התמונה הבאה:



תמונה זו עברה סינון מרחבי ע"י 3 מסננים ממצעים באורך 23, 25 ו-45 פיקסלים. התהליך ותוצאת הסינון מופיעים באיור הבא:



ניתן לראות כי עבור מסננים באורך 23 ו-45 פיקסלים עדיין אפשר להבחין בהבדל בין הפיקסלים של התמונה המקורית בעוד שעבור מסנן באורך 25 לא ניתן להבחין בהבדל בין הפיקסלים. הסבירו מדוע.

2.8  כתבו פונקציה המקבלת תמונה רועשת, סוג פילטר ופרמטרים נדרשים לפילטר ומחזירה תמונה לאחר סינון.

```
function out_I=CleanSP(in_I,Type,var1,var2)
```

(-) במידה ו- `Type='Gaussian'`, הפונקציה תיצור מסנן low pass מסוג גאוסייני (בעל מימדים המופיעים ב- `var1,var2`) על ידי פקודת `fspecial`. הפונקציה תסנן את הרעש ע"י המסנן שנוצר.

(-) במידה ו- `Type='Median'`, הפונקציה תיצור מסנן חציון (בעל אורך ורוחב המופיעים ב- `var1,var2`). הפונקציה תסנן את הרעש ע"י המסנן שנוצר.

העלו את התמונה `coins.tif` (קיים במטלב), הוסיפו לה רעש מסוג 'salt & pepper' בעזרת פקודת `imnoise`. סננו את הרעש בעזרת מסנן מסוג גאוסייני (`filter2`).

סננו את הרעש בעזרת מסנן מסוג median (`filter2`).

הציגו התוצאות והסבירו מי מבין המסננים עדיף.

3. פעולות מורפולוגיות (בתמונות שחור-לבן)

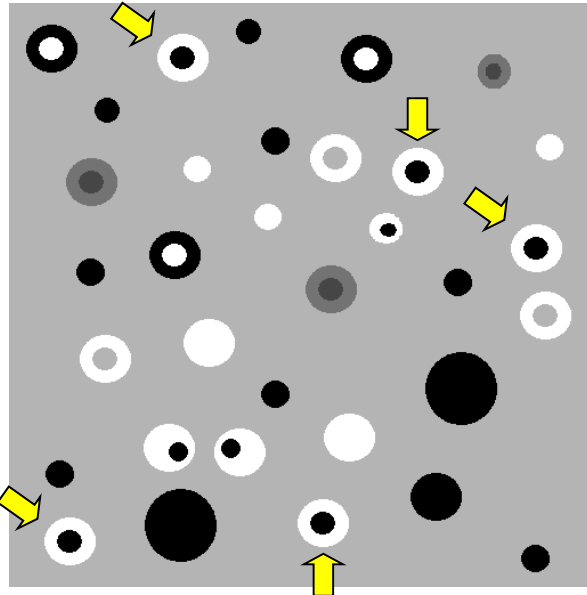
3.1 הסבירו את פעולת האלגוריתם hit-or-miss.

3.2 כתבו פונקציה המאתרת תבניות רצויות בתמונה: 


```
function [n,Coordinates]=LocateCirc (IMG)
% Inputs:
% IMG - Gray levels image
%
% Outputs:
% n - number of identified patterns.
% Coordinates - a vector with the XY coordinates of the
% required pattern [ n * 2 (X Y)]
```


הפונקציה מקבלת תמונה של גווני אפור ומחזירה את מספר התבניות שנמצאו בתמונה ווקטור עם מיקומי XY של התבניות. הקלט של הפונקציה הינו תמונת עיגולים אפורים ועלייה לאתר ולספור עיגולים שחורים עם טבעת לבנה כפי שמוצג בדוגמא בלבד.

תמונה לדוגמא:



הסבירו את פעולת הפונקציה והדגימו אותה על התמונה.

3.3  העלו את התמונה Iexam שבתיקיה. הוסיפו לתמונה רעש 'salt & pepper' ב-3 רמות שונות: אחוז, 3 אחוז ו-20 אחוז. סננו את הרעש באמצעות פתיחה המלווה בסגירה (opening->closing). דונו בתוצאות.

3.4  צרו תמונה בגודל 20X20 בעלת רקע שחור. בצד שמאל של התמונה צרו stick-man (קו פיקסלים המייצג גוף ו-6 פיקסלים המייצגים ראש). באמצעות פעולות מורפולוגיות של dilation ו-erosion צרו תזוזה של האיש לצד ימין של התמונה. הסבירו מה עשיתם.

3.5  כתבו פונקציה המאפשרת לייצר סדרת תמונות בתנועה [50x50] של stick-man:


```
function [M]=IMove (Track)
% Input:
% Track - a vector [n x 2] contains movement instruction for
% stick-man. the first column contains axis:
% 1=movement in the X-axis
% 2=movement in the Y-axis
% the second column contains number of steps in the same
% direction.
%
% Output:
% M - a Matrix [ 50 x 50 x (n*steps) ] contains the movements
% step-by-step.
```

שימו לב כי הבחור יכול לזוז ב-4 כיוונים, התעלמו מבעיות בקצוות.
ממשו את הפונקציה, יש להדגים את תזוזת האיש בכל הכיוונים.

3.6 איך יראו האלמנטים שיבצעו את הפעולות הבאות (ע"י פקודת imdilate):
(א) אם הפיקסל או אחד משני הפיקסלים מימינו שווה לאחד אז הפיקסל שווה לאחד בתמונת המוצא.
(ב) אם בתמונה יש ריבוע לבן בגודל 2X2, בתמונת המוצא יתקבל ריבוע לבן בגודל 4X4.

4. זיהוי קצוות

4.1 קראו על אופרטור sobel, הסבירו את דרך חישובו ולמה הוא משמש.

4.2  הסבירו את דרך החישוב בשיטת Laplacian of Gaussian Method לזיהוי קצוות.
השתמשו בשיטה זו על תמונה לבחירתכם.