

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

הפקולטה להנדסת חשמל ומחשבים ע"ש ויטרבי

המעבדה לראיה ומדעי התמונה

מעבדה בהנדסת חשמל 2/3/4

מבוא לעיבוד תמונות



סמסטר אביב תשפ"ב

חוברת זו מתארת ניסוי בסיסי בתחום עיבוד וניתוח תמונה, תחת החסות של המעבדה לראיה ומדעי התמונה (VISL). הניסוי מורכב משורה של תרגילים קצרים. בחלק מהתרגילים נדרש לכתוב קוד MATLAB, בחלק אחר יוצגו משטחי עבודה מוכנים, אותם יש להפעיל, לשנות מספר פרמטרים, לראות את השפעתם, להסביר את התוצאה ולהסיק מסקנות. בסיום הניסוי תתבצע משימה מורכבת יותר המבוססת על התובנות מהניסוי. דרישות הקדם לניסוי: הקורסים "אותות ומערכות" (044131) או קורס מקביל, "מבוא להסתברות ח" (104034) או קורס מקביל וכן הכרה כללית של תוכנת MATLAB.

מבנה המעבדה

המעבדה כוללת 2 פגישות (חלק א' וחלק ב'), כל חלק נמשך 4 שעות.

חלק א'

- בחינה קצרה בכתב על דו"ח מכין חלק א' (~10 דקות)
- משימה 1 – אינפורמציה על תמונה (~25 דקות)
- משימה 2 – מתיחת היסטגרמה, שינוי בהירות וניגודיות (~30 דקות)
- משימה 3 – סגמנטציה בסיסית (~25 דקות)
- משימה 4 – סינון רעש ושחזור תמונות (~40 דקות)
- משימה 5 – קוונטיזציה והתמרה (מבוא לדחיסה) (~40 דקות)
- משימה 6 – גילוי שפות (~20 דקות)
- הסברים במהלך חלק א' של הניסוי (~15 דקות)

חלק ב'

- בחינה קצרה בכתב על דו"ח מכין חלק ב' (~10 דקות)
- משימה 7 – פעולות מורפולוגיות (~30 דקות)
- משימה 8 – מרחבי צבע (~35 דקות)
- משימה 9 – מיצוי מאפיינים (~25 דקות)
- משימה 10 – בניית אלגוריתם (~120 דקות)
- הסברים במהלך חלק ב' של הניסוי (~15 דקות)

הציון לניסוי זה ייקבע על פי המפתח הבא:

- 20% - הכנה (נכונות הדו"חות המכינים).
- 15% - בוחן מוכנות בכתב (התרשמות המדריך ממוכנות הסטודנט לניסוי לפני ביצועו).
- 40% - ביצוע (שלמות ואיכות ביצוע התרגילים בניסוי עצמו, עמידה בזמני הניסוי, הבנת החומר).
- 25% - סיכום (דו"ח הכולל תשובות לכל השאלות הנמצאות בגוף הניסוי, הסברים ומסקנות).

הנחיות כלליות

- יש להגיע למעבדה מוכנים על פי משימות ההכנה של כל תרגיל – על פי חוברת זו. את הדו"ח המכין יש להגיש לפני כל פגישה בצורה אלקטרונית דרך מערכת Moodle בלבד בקובץ מסוג pdf בלבד והוא גם ישמש כעזר לביצוע הניסוי. בתחילת הניסוי המדריך יערוך בחינה קצרה בכתב על תוכן הדו"ח המכין.
- כללית יש לבצע את הסעיפים של הניסוי על פי חוברת זו – ייתכנו שינויים על פי הנחיות המדריך!
- שימו לב שחלק ניכר מהקוד שמשמש אותנו בניסוי זה כבר קיים בקבצי הקוד שסיפקנו לכם בקבצי הניסוי.
- בניסוי זה מגישים רק את הקוד עבור משימה 10. עם זאת, הגשת קבצי קוד נוספים יכולה רק לשפר את ציון הניסוי ולא לגרוע ממנו. קבצי קוד יש להגיש בעזרת קובץ ZIP בלבד בצורה אלקטרונית דרך מערכת Moodle בלבד.
- שימו לב: חלק משאלות המשימה מתייחסות לתוצאות שמתקבלות בזמן המשימה. לכן, כדאי לענות עליהן בטרם תעברו למשימה הבאה. בסוף כל מפגש ישנן שאלות עליהן יש לענות רק בסיום המפגש והן מסומנות ככאלה. השתדלו להשקיע זמן בניסוי עצמו כדי לסיימו בזמן ופחות בכתובת הדו"ח המסכם! הוסיפו תמונות לדו"ח המסכם היכן שניתן. זהו ניסוי בעיבוד תמונות, אנו מצפים לתמונות רבות בכל חלקי הניסוי.
- אחרי ביצוע כל מפגש יש להגיש דו"ח מסכם – עד שבועיים לאחר המפגש – בצורה אלקטרונית דרך מערכת Moodle בלבד, שוב בקובץ מסוג pdf בלבד.
- שימו לב שקיימות תבניות מוכנות מראש עבור כל הדו"חות ויש להשתמש בהן בלבד ובסיום להמירן ל-pdf.
- לתשומת ליבכם: הציון ייפגע למאחרים בהגשת הדו"ח ללא סיבה מוצדקת! הגשת קבצי word עלולה גם כן לפגוע בציון.

מקורות להכנת המעבדה

- כל קבצי הניסוי וחוברת הניסוי נמצאים באתר הניסוי במערכת Moodle.
- רקע תאורטי המסייע בהבנת נושאי הניסוי נמצא בחוברות המצורפות של אלעד ומקאנדרו. ינתנו הפניות כלליות מתאימות במשימות ההכנה.
- ניתן ורצוי להיעזר בוויקיפדיה ובמקורות דומים באופן סביר לצורך ההכנה.
- בנוסף ניתן להשתמש בעמודי help על פונקציות MATLAB אותם ניתן למצוא גם בכתובת:
<http://www.mathworks.com/>
- הדרכה כללית ב-MATLAB :
<http://www.ee.technion.ac.il/courses/matlab>
- שאלות ובעיות ניתן להפנות למדריכי הניסוי לפי הפרטים במערכת LABADMIN.

תרגיל 1 – אינפורמציה על תמונה ב-MATLAB

קראו ב-help של MATLAB את המבוא ל-[Image Processing toolbox](#), ובפרט את [Image Types in the Toolbox](#). קראו גם על הפונקציות הבאות, שימו לב לפרמטרים השונים של כל אחת מהן:

`figure, impixelinfo, imshow, imfinfo, imread, imwrite, immse`

בנו תמונה בעזרת הקוד הבא:

```
[X Y]=meshgrid(1:1:127);
im=(128-X+Y);
imshow(im, []);
```

הביטו בתוכן המטריצות X ו-Y.

ניתן היה לבנות את אותה התמונה ע"י שימוש בלולאות. תוכנת MATLAB חזקה בחישובים מטריציים, אך חלשה בביצוע לולאות. בתרגילים המופיעים בניסוי נסו להמעיט בשימוש בלולאות!

עתה הריצו את הקוד הבא:

```
figure(1);imshow(im,[0 127]); impixelinfo;
figure(2);imshow(im,[50 150]); impixelinfo;
figure(3);imshow(im,[150 255]); impixelinfo;
figure(4);imshow(im,[]); impixelinfo;
```

העבירו את הסמן מעל כל תמונה.

כל איבר במטריצה מהווה נקודה בתמונה. נקודה כזו נקראת פיקסל (pixel - picture element).

1. הסבירו את סוגי התמונות `indexed, grayscale, truecolor, multispectral, binary`.
2. הוסיפו את התמונות המתקבלות לד"ח. הסבירו מה מהות השוני בין התמונות (התייחסו למושג "תחום דינאמי"). האם התמונות שונות בערכי הפיקסלים?
3. מהו התחום הדינאמי עבור תמונה כאשר הסוגריים ריקות []?
4. הסבירו מה מבצעת הפונקציה `impixelinfo` ומדוע היא שימושית.

תרגיל 2 – מתיחת היסטוגרמה, שינוי בהירות וניגודיות (אלעד 5.1; מקאנדרו 2.3)

קראו את ה-MATLAB Help על הפונקציות `histeq, histogram, imhist, imadjust`.

1. מהי היסטוגרמה (Histogram) של תמונה? מה ניתן ללמוד מההיסטוגרמה על התמונה?
2. מדוע מבצעים מתיחת היסטוגרמה (נקרא גם Intensity Adjustment, Contrast Stretching)?
3. שרטטו דוגמה לפונקציית המרה שמבצע תיקון גאמה – מוצא לעומת כניסה. ציר x יתאר את ערך הפיקסל לפני התיקון, וציר y את הערך אחריו.
4. שרטטו שתי היסטוגרמות. האחת של תמונה לפני שעברה מתיחת היסטוגרמה, והשנייה – אחריה. תארו במילים את הקשר בין ההיסטוגרמות.
5. הסבירו מהי פעולת שוויון היסטוגרמה (Histogram Equalization), ובמה היא שונה ממתיחת היסטוגרמה.

תרגיל 3 – סגמנטציה (Segmentation) של תמונה (מקאנדרו 7.2)

קראו את ה-MATLAB Help של הפונקציות `labelmatrix, bwconncomp`.

1. מהם סוגי הקישוריות (Connectivity) בתמונות? הדגמו. כיצד משתמשים בקישוריות לגילוי עצמים?
2. מה מבצעת הפונקציה `bwconncomp`?
3. מה מבצעת הפונקציה `labelmatrix` ומה מתקבל ממנה? מה חשיבותן של שתי פונקציות אלו?
4. מהו חיתוך בסף (Thresholding) ובאיזה מקרים הוא שימושי?

5. תארו את השינוי ברמות ההארה של תמונה העוברת חיתוך בסף ע"י גרפים: הגרף הראשון יכיל את ההארה ההתחלתית (ציר x) לעומת הסופית (ציר y). הגרפים השני והשלישי יכילו את ההיסטוגרמה של התמונה המקורית, ושל התמונה הסופית (שרטוטים איכותיים).
6. נתונה תמונה כללית אשר בה מספר עצמים שכל אחד מהם בגוון שונה ולא ידוע, ורקע בגוון אחר לא ידוע. בידכם רכיב המבצע פעולת חיתוך בסף עם סף שערך אפס. הסבירו כיצד ניתן לקבל תמונה בינארית יחידה המכילה את כל העצמים בלבן בעזרת הפעלת רכיב זה בלבד פעם אחת.
7. רשמו שתי דוגמאות לתהליכים מציאותיים הדורשים ביצוע סגמנטציה.

תרגיל 4 – סינון רעש (denoising) ושחזור תמונה (Restoration) (אלעד 5.3; מקאנדרו 5)

קראו את ה-MATLAB Help של הפונקציות `imnoise`, `fspecial`, `imfilter`.

1. פרטו על סוגי הרעש `Poisson`, `Salt & Pepper`, `Speckle` והשפעתם על התמונה. ציינו את הפרמטרים המתאימים לכל אחד מהם. בספרות רעש פואסוני נקרא גם `Shot Noise`.
2. אילו רכיבים או פעולות במצלמה עלולים להכניס רעש (לא טשטוש) לתהליך הצילום וכיצד?
3. פרטו על פעולתן של הפונקציות `fspecial` ו-`imfilter` וכיצד הן קשורות זו לזו.
4. מהן כל אפשרויות הריפוד (`padding`) בפונקציה `imfilter`? הסבירו עליהן בקצרה. מהי האפשרות הטובה ביותר לדעתכם עבור תמונות? נמקו.
5. הסבירו על דרך פעולתו, יתרונותיו וחסרונותיו של מסנן חציון (`Median`).
6. הסבירו על דרך פעולתו, יתרונותיו וחסרונותיו של מסנן גאוס (`Gaussian`).
7. טשטשו תמונת `grayScale` לבחירתכם בעזרת מסנן טשטוש כלשהו לבחירתכם והציגו את התוצאות.

תרגיל 5 – קוונטיזציה והתמרה (אלעד 4.1, 4.2, 7.1-7.3)

קראו את ה-MATLAB Help של הפונקציות `dct2`, `idct2`, `lloyds`, `imquantize`.

1. מהי קוונטיזציה (`Quantization`)? מדוע אנו צריכים לבצע קוונטיזציה?
2. מהו תפקידם של הפרמטרים `levels` ו-`values` בתהליך הקוונטיזציה?
3. הסבירו מהי שגיאה ריבועית ממוצעת (`MSE`).
4. העזרו בפונקציה `immse` ומדדו `MSE` בין שתי התמונות שקיבלתם בסעיף 7 בתרגיל הקודם. לאחר מכן מדדו `MSE` בין התמונה המקורית לעצמה. מה המסקנה?
5. מהו ההבדל העיקרי בין התמרת ה-DCT (`DCT Transform`) להתמרת הפורייה, ומדוע הוא חשוב?
6. מה לדעתכם מקבלים כאשר מבצעים התמרת פורייה של ריבוע לבן (255) מלא על פני רקע שחור (0)? נמקו. רמז: חשבו תחילה על המקרה החד-ממדי. מומלץ לא להיעזר ב-MATLAB.

תרגיל 6 – גילוי שפות (Edge Detection) (מקאנדרו 8.1-8.3)

קראו את ה-MATLAB Help של הפונקציה `edge`.

1. איזו סוג של תמונה היא תמונת שפות? מדוע?
2. פרטו על דרכי הפעולה של האופרטורים לגילוי שפות `Sobel`, `Laplacian of Gaussian`, `Canny`.
3. רשמו לפחות שני גורמים טבעיים או סיבות טבעיות שונות שבגללן קיימות שפות בתמונות.
4. ציינו שתי בעיות שונות היכולות להפריע לתהליך גילוי השפות.

תרגיל 1 – פעולות מורפולוגיות (Morphological) (מקאנדרו 9.3)

קראו את ה-MATLAB Help של הפונקציות `strel`, `imerode`, `imdilate`.

1. הסבירו את פעולת ההרחבה (`dilation`) ואת פעולת השחיקה (`erosion`) בתמונות כלליות.
2. האם פעולות ההרחבה והשחיקה הבינאריות הן פעולות הופכיות אחת של השנייה? הסבירו.
3. רשמו מספר דוגמאות לפעולות בעיבוד תמונה שניתן לבצע בעזרת הרחבה ושחיקה במקרה הבינארי.
4. עבור המקרה הבינארי, הסבירו את פעולות ההרחבה והשחיקה בעזרת כלים בסיסיים מקורסים קודמים.

תרגיל 2 – מרחבי צבע (Color Space) (אלעד 12.1-12.3; מקאנדרו 11.1-11.2)

1. כמה מימדים נדרשים עבור מרחב צבע? הסבירו מדוע.
2. עבור כל אחד מחמשת מרחבי הצבע הבאים, הסבירו היכן משתמשים בו ומה משמעות כל ערוץ בו:
א. RGB ב. HSV ג. CMYK ד. LMS ה. YIQ
3. איזה פעולות בעיבוד תמונה נעדיף לבצע עם מרחב HSV (ולא עם RGB) ומדוע?
4. הסבירו בקצרה על הטכנולוגיות הבאות: CRT, LCD, Plasma, OLED.

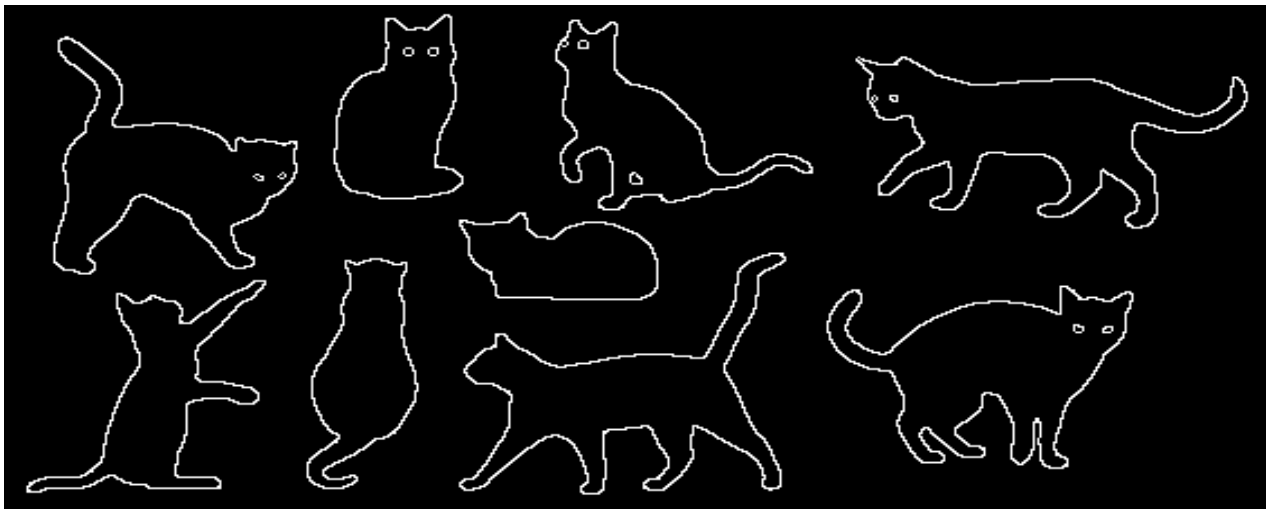
תרגיל 3 – מיצוי מאפיינים (Feature Extraction)

קראו את ה-help של הפונקציה `regionprops`.

1. מה מבצעת פונקציה זו? הסבירו את משמעות המאפיינים הבאים המתקבלים מהפונקציה:
`Area`, `Centroid`, `Circularity`, `Eccentricity`, `EulerNumber`, `MajorAxisLength`, `Orientation`, `Solidity`.
2. אילו יכולות ביצוע מקנים לנו ערכי המאפיינים האלו (או אחרים) על העצמים בתמונה? הסבירו.
3. מדוע לדעתכם משתמשים באליפסה לצורך חילוף המאפיינים ולא בצורה אחרת? הסבירו.
4. מהי צורה קמורה (`Convex Set`)? מהו "סגור קמור" (`Convex Hull`) של צורה? הסבירו והדגמו באיור.

תרגיל 4 – בניית אלגוריתם

1. מצאו פונקציה הממלאת חורים בתמונות. הסבירו על פרמטרי הפונקציה שמצאתם.
2. מצאו פונקציה המשאירה עצמים בתמונה בינארית ע"פ מאפיינים וטווח. באילו מאפיינים ניתן להשתמש?
3. הציעו שני אלגוריתמים פשוטים ושונים שמטרתם למלא בצבע לבן חתול יחיד בגודל ומיקום לא ידועים בתמונה בינארית, שניהם ללא שימוש בפונקציה מסעיף 1. ציינו הנחות סבירות שהנחתם. חתולים לדוגמה (הניחו שבכל תמונה מופיע חתול אחד בלבד):



חלק א'

משימה 1 – אינפורמציה על תמונה

מטרת המשימה

הכרת שיטות לקבלת אינפורמציה על תמונה – ערכי מינימום ומקסימום של התמונה, והתפלגות רמות האפור.

הסבר המשימה

פעמים רבות לפני ביצוע עיבודים שונים על תמונה נרצה לקבל אינפורמציה (סטטיסטית) אודותיה. להלן מספר נקודות כדוגמה לאינפורמציה בעלת תועלת:

- מימדים (רוחב, גובה, עומק, מספר מרכיבים, זמן – אם מדובר בתמונה מתוך סרט).
- סוג המידע בפיקסלים (או אלמנטים אחרים) - (bit, byte, integer, complex,...).
- פורמט קידוד התמונה (הפורמט בו נשמר הקובץ: tiff, gif, jpeg,...).
- מרחב הצבע (RGB, CMY, HSI, ...).
- מסכה על התמונה (validity mask).
- ערך ממוצע של ההארה, שונות (ואריאנס) וכו'.
- ערכי מקסימום ומינימום, ומיקומם.
- התפלגות ערכים (היסטוגרמה).

במשימה זו נפיק מידע סטטיסטי על התמונה (פילוג רמות ההארה), ונציג אותו בצורות שונות. בסיום, נציג את פרופיל רמות האפור של שורה אחת מהתמונה.

במשימה יעשה שימוש בפונקציה `randn` המספקת מספרים אקראיים לפי פילוג גאוס (תוחלת אפס, סטיית תקן 1). עבור סטיית תקן שונה יש לכפול המספרים בסטיית התקן הרצויה. תמונות המיוצגות ע"י 8 ביטים (0 – 255 רמות), יש להמיר למשתנה `double` לעשיית חישובים (חיבור למשל) ולהמיר חזרה ל-`uint8`. מתבצעת קטימה אוטומטית ל-0 או 255 של ערכים נמוכים או גבוהים מדי (בהתאמה).

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex1.m`.

א.	נתחיל בעבודה על טוקן. טענו את התמונה <code>toucan.tif</code> , הציגו אותה והציגו עליה אינפורמציה. התמונה <code>toucan</code> היא תמונת בדיקה סטנדרטית. ישנן הרבה תמונות בדיקה סטנדרטיות המשמשות להערכת איכות של שיטות ואלגוריתמים בעיבוד תמונות, ואנו נעשה שימוש בכמה מהן. תמונת הבדיקה המפורסמת ביותר היא <code>lena</code> (אותה לא נראה בניסוי). עיינו במידע המוצג. מהו גודל הקובץ המחזיק את התמונה?
ב.	השתמשו בפונקציות <code>mean</code> , <code>max</code> , <code>min</code> על מנת למצוא את הערכים הקיצוניים והערך הממוצע של כל הפיקסלים בתמונה. לדוגמה: <code>minvalue=min(min(im))</code> מהי רמת ההארה הנמוכה ביותר בתמונה (ערך הפיקסל הנמוך ביותר)? מהו הערך הגבוה ביותר? מהו הערך הממוצע? האם התמונה מנצלת את כל תחום ההארה המותר?
ג.	על מנת לחשב כמה פיקסלים הם בעלי ערך <code>N</code> , השתמשו בביטוי: <code>sum(sum(im==N))</code> מה מספר הפיקסלים בעלי ערך 18?

ד.	<p>על מנת לבדוד את השורה ה-N של התמונה השתמשו בביטוי:</p> $L = \text{im}(N, :)$ <p>הציגו בעזרת הפונקציה <code>plot</code> את השורה ה-170 של התמונה. בחנו את הגרף המתקבל ואת האזור המתאים לשורה זו בתמונה. שמרו את הגרף שהתקבל לד"ח המסכם. הסבירו את ההתאמה בין הגרף לתוכן התמונה.</p>
ה.	<p>הציגו את ההיסטוגרמה של התמונה. עתה צרו עותק רועש של התמונה ע"י הוספת רעש גאוסני לבן לתמונה המקורית עם סטית תקן 15. הציגו את התמונה המורעשת ואת ההיסטוגרמה שלה. פרטו מהם ההבדלים בין ההיסטוגרמות. הוסיפו את כל התמונות לד"ח.</p>
ו.	<p>עקב נסיון הפגיעה של תומכי טראמפ בגבעת הקפיטול, נצבע את הבית הלבן בשחור:</p> <div data-bbox="145 539 1316 918">  </div> <p><u>הערה:</u> התמונה מצד שמאל התקבלה בכלי עריכה מקצועיים. אין צורך או יכולת להגיע לרמה כזו. נציג את התמונה <code>whitehouse.tif</code>. בחרו את הפקסלים השייכים לבית הלבן ע"פ ערכם (ולא ע"פ מיקומם) והפכו אותם לשחורים. <u>דרך פעולה:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. הפעילו את הפונקציה <code>impixelinfo</code> וטיילו עם העכבר בתמונה. 2. על מנת להפוך את כל הפיקסלים מעל הערך <code>m</code> לערך חדש <code>n</code> השתמשו בביטוי: $\text{wh}(\text{wh} > m) = n;$ <p>שמרו את התוצאה לד"ח הסופי. האם התמונה נראית טבעית? אם לא, מדוע?</p>

שאלות ד"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום לעיל ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 2 – מתיחת היסטוגרמה, שינוי בהירות וניגודיות

מטרת המשימה

הבנת השפעת שינוי בהירות וניגודיות בתמונה ובהיסטוגרמה של התמונה, שימושים למתיחת היסטוגרמה.

הסבר המשימה

במשימה זו ייעשה שימוש בכלי אינטראקטיבי של MATLAB שמאפשר לשנות את הערכים של הבהירות ושל הניגודיות של תמונה ולראות את ההשפעה על ההיסטוגרמה של התמונה. במתיחת היסטוגרמה קובעים שני ערכים: נקודת האמצע (level) ורוחב התחום (window). כלומר, כל פיקסל שערכו גדול מ- $(Level + Window/2)$ ממופה לערך המקסימלי; ערכי ביניים ממופים באופן ליניארי; ערכים הקטנים מ- $(Level - Window/2)$ ממופים לערך המינימלי.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ **ex2.m**.

א.	<p>פתחו והריצו את הקובץ <code>imadjdemo.m</code> על מנת להגיע למסך האינטראקטיבי של ה-Intensity DEMO Adjustment and Histogram Equalization. ודאו כי הפעולה על התמונה היא Intensity Adjustment (ולא Histogram Equalization). מצד שמאל רואים את התמונה המקורית, ומתחתיה את ההיסטוגרמה שלה. לידה (מימנה) מוצגת התמונה לאחר מתיחת ההיסטוגרמה ומתחתיה – ההיסטוגרמה החדשה. בחלק הימני של החלון מוצג גרף המתאר את פעולת ההמרה שעובר כל פיקסל (ערך סופי לעומת ערך התחלתי). בגרף מופיעות שלוש נקודות עזר בצבעים שונים (אדום, צהוב וירוק). ניתן להזיז את הנקודות עם העכבר. פנו למדריך במידה ויש בעיה.</p>
ב.	<p>טענו את התמונה <code>pout</code>. הביטו בהיסטוגרמה, האם כל התחום של ערכי האפור מנוצל? שנו את הערכים של brightness ושל contrast בלבד ובמידת הצורך את הנקודות האדומה והירוקה בגרף, עד שתתקבל תמונה משופרת אשר מבליטה את השינויים בין הגוונים הקיימים בתמונה (ראו דוגמה). בשלב זה לא נשנה את הנקודה הצהובה, אלא מיקומה ישתנה בהתאם לנקודות האחרות.</p> <div data-bbox="699 1249 1313 1608">  </div> <p>הוסיפו את החלון עם התוצאה שהשגתם לדו"ח המסכם. הסבירו איכותית כיצד התמונה השתנתה.</p>
ג.	<p>הפעילו על התמונה את פעולת Histogram Equalization והציגו את התוצאה. הסבירו את ההבדל בין תוצאת סעיף זה וסעיף ב'. איזו פעולה נותנת תוצאה טובה יותר לדעתכם ומדוע?</p>
ד.	<p>עתה טענו את התמונה <code>tire</code>. נבצע לתמונה המרה לא ליניארית בערכי ההארה. הפעולה שנבצע הינה שינוי ערך הגמא של התמונה. לחצו על הכפתורים +Gamma -Gamma (ניתן לשנות גם על-ידי הזזת הנקודה הצהובה). איזה ערך גמא מניב את התוצאה הטובה ביותר לדעתכם? הוסיפו את החלון עם התוצאה שהשגתם לדו"ח המסכם.</p>

ה.	<p>כעת נסגור את ה-DEMO ונחזור ל-MATLAB.</p> <p>טענו את התמונה liftingbody.png והפעילו עליה את הפונקציה <code>histeq</code>.</p> <p>הציגו את התמונות ואת ההיסטוגרמות שלהן לפני ואחרי ביצוע הפונקציה.</p> <p>פרטו והסבירו את ההבדלים בין התמונות ובין ההיסטוגרמות.</p>
----	--

שאלות דו"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 3 – סגמנטציה בסיסית (חיתוך בסף, תיוג)

מטרת המשימה

ביצוע סגמנטציה של תמונה (חלוקת התמונה לאזורים) באופן בסיסי בעזרת חיתוך בסף.

הסבר המשימה

סגמנטציה של תמונה היא תהליך של חלוקת התמונה לאזורים שונים, לרוב ע"פ העצמים שבה. תהליך זה, כמובן, תלוי בהגדרת הבעיה.

שיטה פשוטה ומקובלת לביצוע סגמנטציה היא בעזרת חיתוך בסף של התמונה. בפעולה זו פיקסלים בעלי ערך מתחת לסף מסוים מקבלים ערך אחד (למשל 0 = שחור), בעוד פיקסלים בעלי ערך הגבוה מהסף מקבלים ערך אחר (למשל 1 = לבן) והתוצאה היא תמונה בינארית. במשימה זו נבצע סגמנטציה של תמונה בעלת עצמים אותם רוצים לבדוד מן הרקע. לאחר מכן נבצע תיוג עצמים, תהליך שנקרא labeling. בתהליך זה מסמנים כל עצם בתווית זיהוי שונה. ניתן כך להציג כל עצם בצבע שונה לצורך הפרדה ויזואלית.



תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex3.m`.

א.	טענו והציגו את התמונה <code>rice.png</code> והציגו היסטוגרמה שלה. שערו (ללא בדיקה), איזה ערך סף שנפעיל על התמונה יפריד את גרגרי האורז מן הרקע?
ב.	בצעו <u>כמה</u> חיתוכי סף בערכים שונים לפי הדוגמה בקוד, והציגו את התוצאות להשוואה (ניתן להשתמש ב- <code>subplot</code> כדי להציג מספר תמונות בחלון אחד). הציגו את התמונות, תארו והסבירו את התוצאות שהתקבלו. רשמו מהו אחוז הפיקסלים הלבנים בכל אחת מהתמונות. האם מצאתם ערך סף המפריד <u>במדויק</u> את כל הגרגירים מהרקע? אם כן, מהו?
ג.	כעת נבצע תיוג (<code>labeling</code>). טענו והציגו את התמונה <code>pieces.png</code> . בצעו חיתוך בסף עם ערך סף מתאים כדי להפוך את התמונה לתמונה בינארית עם הפרדה ברורה בין העצמים לרקע ומעט טעויות ככל האפשר. ניתן להיעזר בהיסטוגרמה. שנו את התמונה שקיבלתם כך שתכיל <u>רקע שחור ועצמים לבנים</u>. הציגו את התמונה הסופית. איזה ערך סף בחרתם?
ד.	נבצע תיוג של התמונה, בעזרת הפונקציות <code>bwconncomp</code> ו- <code>labelmatrix</code> . הציגו את התמונה אחרי התיוג, וכן בעזרת מפת צבעים אקראית. מה המשמעות של הערך של כל פיקסל בתמונת התיוג (לפני הצביעה)? מצאו כמה עצמים זהו בתמונת התיוג בעזרת השדה <code>CC.NumObjects</code>. האם מספר העצמים שזוהה זהה למספר החפצים בתמונה המקורית? אם לא, הסבירו מדוע.

שאלות דר"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 4 – סינון רעש ושחזור תמונות

מטרת המשימה

הכרת סוגי רעש וטשטוש ואת דרכי ההתמודדות איתם. סינון תמונות ושחזור תמונות מטשטוש.

הסבר המשימה

ברוב התמונות בהם אנו נתקלים קיים רעש במידה כזו או אחרת. רעש יכול לנבוע מהגלאי שבו משתמשים במצלמה, מהמערכת האופטית, מהאופן בו הועברה/נשמרה התמונה, ועוד. סינון (ניקוי) הרעש מתבצע בד"כ בשלב העיבוד המקדים (pre-processing) של התמונה. פעולת סינון הרעש תלויה הן בסוג הרעש והן במטרה לשמה רוצים לנקות את התמונה. במהלך המשימה נבחן תמונות עם רעשים שונים ולחילופין טשטוש. כדי לסנן את הרעש נשתמש במסננים בגדלים שונים, ונשים לב ל-trade-off הקיים בין גודל החלון, איכות סינון הרעש ושמירה על חדות התמונה המקורית. בתיקון של טשטוש נשתמש בתהליך שחזור איטרטיבי ונבחן את איכות שחזור הפרטים העדינים בתמונה המקורית לעומת מגבלות תהליך השחזור עצמו.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex4.m`.

א.	הריצו את הקובץ <code>nrfiltdemo.m</code> על מנת להגיע למסך האינטראקטיבי של ה-DEMO עבור Noise Reduction Filtering. ה-DEMO דומה לזה ממשימה 2. פנו למדריך במידה ויש בעיה.
ב.	הרעש הראשון עמו ננסה להתמודד הוא רעש שיאים. בחרו את התמונה <code>Coins</code> . בחרו רעש <code>Salt & Pepper</code> עם צפיפות 0.1 ולחצו על הכפתור <code>Add Noise</code> כדי להוסיף לתמונה את הרעש. בצעו ששה סינונים של הרעש באמצעות מסננים מסוג <code>Median</code> ו- <code>Averaging</code> בשלושת הגדלים האפשריים (הקישו <code>Enter</code> לאחר הזנת ערכים חדשים ובצעו את הפעולה ע"י לחיצה על הכפתור <code>Apply Filter</code>). הציגו את התוצאות והשוו ביניהן. מתי מתקבלת התוצאה הטובה ביותר? מדוע?
ג.	כעת ננסה להתמודד עם רעש לבן גאوسی. בחרו את התמונה <code>Pepper</code> ובחרו רעש גאوسی עם תוחלת 0 ושונות 0.01. בצעו ששה סינונים של הרעש באופן דומה לסעיף ב'. הציגו את התוצאות והשוו ביניהן. איזה מסנן שומר על השפות יותר טוב? הסבירו מדוע.
ד.	בחרו רעש <code>Salt & Pepper</code> , צפיפות 0.7, מסנן חציון <code>7x7</code> , ואת התמונות <code>Rice</code> ו- <code>Saturn</code> . הציגו את התוצאות. איזו תוצאה מובנת יותר? מדוע? האם יש קשר לגודל המסנן? לאופי התמונה?
ה.	בסעיפים הבאים נבצע תהליך שחזור לתמונה אשר הוחלקה עם מסנן טשטוש, מחוץ ל-DEMO. טענו והציגו את התמונות <code>cameraman.tif</code> ו- <code>cam_blur.tif</code> . התבוננו בגבולות העצמים בתמונות. נסו להעריך, איזה סוג של טשטוש עברה התמונה המקורית? כיצד יכול להתקבל טשטוש כזה? התמונה <code>cameraman</code> היא גם תמונת בדיקה סטנדרטית (אם כי לא מוצלחת במיוחד). מצאו את מסנן הטשטוש שהופעל על התמונה (ע"י התבוננות בתמונה וניסוי). ודאו את תשובתכם ע"י הפעלת המסנן על התמונה המקורית והשוואה לתמונה המטושטשת. מהו המסנן שמצאתם?
ו.	הפעילו על התמונה המטושטשת את הפונקציה <code>deconvlucy</code> עם המסנן שמצאתם בסעיף הקודם. הציגו את התוצאה. האם היא זהה לתמונה המקורית? האם היא מטושטשת? איזו בעיה מופיעה בתמונה זו? מדוע מופיעה בעיה זו? פרטו ככל הניתן. אנו מנסים להפוך פעולת קונבולוציה. האם היא הפיכה? מתי מתקיימת הפיכות עבור מסנן זה?

שאלות דו"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 5 – קוונטיזציה והתמרה

מטרת המשימה

הכרת תהליכי קוונטיזציה והתמרה והבנת השימוש בהם.

הסבר המשימה

תהליכי קוונטיזציה והתמרה הם תהליכים עיקריים ברכישת תמונות ובדחיסתן. כאשר אנו מעוניינים לייצג תמונות במחשב או באמצעי אחר באופן יעיל, יש להקטין ולארגן באופן חכם את המידע בתמונה. קוונטיזציה לתמונה אכן מקטינה את מספר ערכי רמות האפור השונים בה, אך עלולה להביא לפגיעה באיכות התמונה. במשימה זו נשווה בין שתי שיטות קוונטיזציה. התמרת התמונה למישור אחר לרוב אינה יוצרת חסכון במידע, אך מסדרת אותו בדרך יעילה יותר אשר מאפשרת לתהליכים אחרים להקטין את כמות המידע תוך פגיעה קטנה יותר באיכות התמונה. במשימה זו נבחן את תוצאות התמרת ה-DCT, שעומדת בבסיסו של אלגוריתם ה-JPEG.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex5.m`.

א.	טענו והציגו את התמונה <code>barbara.tif</code> ואת ההיסטוגרמה שלה. גם <code>barbara</code> היא תמונת בדיקה סטנדרטית, המתאימה לבחינת תהליכי דחיסת תמונות. נבצע לתמונה קוונטיזציה אחידה ל-N רמות אפור, עבור 4,8 ו-16 רמות. השוו בין התוצאות שהתקבלו. העזרו בפונקציה <code>immse</code> וחשבו MSE לכל אחת מהן אל מול תמונת המקור. איזו תוצאה הכי טובה ויזואלית? ולפי MSE? מה דעתכם על איכות התוצאות?
ב.	כעת נבצע קוונטיזציה <u>אופטימלית</u> לתמונה לאותו מספר רמות כמו בסעיף הקודם (4,8 ו-16). השוו בין התוצאות (וכן עם אלו מהסעיף הקודם). חשבו MSE לכל אחת מהן אל מול תמונת המקור (והשוו לתוצאות עבור אותו N מהסעיף הקודם). האם האיכות השתפרה? וה-MSE? מה השוני בהיסטוגרמות לעומת א'? הוסיפו הכל לדו"ח.
ג.	כעת ננסה להבין את פעולתה של התמרת ה-DCT, ע"י בחינת שלושה בלוקים שונים מהתמונה. חתכו מהתמונה את הבלוקים שהפינות השמאליות עליונות שלהן הן (179,6), (184,384), (420,466). הציגו את הבלוקים והסבירו מה רואים בכל בלוק. נבצע התמרה לבלוקים ונציג אותם באופן דומה, מתחת לבלוקים המקוריים. להלן הסבר על תוצאות ההתמרה: המיקום (X,Y) בתוצאת ההתמרה מציין את גובה התדר. הפינה השמאלית העליונה היא תדר 0 (DC). כאשר מתקדמים ממנה ימינה עולים בתדר בציר X. כאשר מתקדמים ממנה כלפי מטה עולים בתדר בציר Y. בעמודה הראשונה תדר ציר X הוא אפס ובשורה הראשונה תדר ציר Y הוא אפס. הבהירות בכל פיקסל בבלוק ההתמרה מציינת את אמפליטודת (חוזק, דומיננטיות) התדר. פיקסלים שחורים מציינים תדרים שלא מופיעים בבלוק (או חלשים מאוד). הציגו את התוצאות והסבירו את הקשר בין הבלוקים.
ד.	נבחן כעת כיצד ניתן להשתמש בהתמרה לצורך הקטנת כמות המידע (דחיסה). נבצע התמרה לתמונה בבלוקים בגודל 8x8 בעזרת הפונקציה <code>blockproc</code> (אין צורך להכיר אותה). הציגו את תמונת התוצאה. בצעו zoom לכמה מקומות. מה רואים בתמונה שהתקבלה? להדגשת תדרים בתמונה שהינם בעלי אמפליטודה נמוכה ניתן לבצע <code>sqrt</code> על תוצאת ה- <code>abs</code> . מהו אחוז הפיקסלים הקטנים מ-10 בערכם המוחלט?
ה.	נאפס את כל הפיקסלים בתמונת ההתמרה אשר קטנים מ-10 בערכם המוחלט ונבצע התמרה הפוכה. הציגו את התוצאה ומדדו עליה MSE לעומת תמונת המקור. מהי איכות התוצאה לדעתכם?

שאלות דו"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 6 – גילוי שפות

מטרת המשימה

הכרת שיטות שונות לגילוי שפות, הפעלתן ובחינת ההבדלים ביניהן.

הסבר המשימה

גילוי שפות הינה משימה בעלת חשיבות רבה הן בעיבוד תמונה והן עבור תהליכים מתקדמים יותר בראיה ממוחשבת. המעבר מעצם אחד למשנהו על-פי רוב הינו חד ומאפשר את הזיהוי של קו המתאר (contour) של העצם, אשר מקל על משימות מתקדמות כגון סגמנטציה או זיהוי. בעיבוד תמונות, הפרדה בין אזורי עצמים שונים יכולה לאפשר לתהליכים כגון ניקוי רעש או מתיחת היסטוגרמה לעבוד באופן טוב יותר. מטרתנו לכן הינה למצוא את שפות העצמים השונים באופן המדויק והשלם ביותר (וזו לא משימה טריוויאלית!). במהלך המשימה נפעיל אופרטורים שונים לגילוי שפות וננסה לבחון את היתרונות והחסרונות של כל אופרטור.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex6.m`.

א.	טענו את התמונה church.tif והציגו אותה. התמונה church נלקחה ממאגר התמונות לסגמנטציה של אוניברסיטת ברקלי (BSDS), ומתאימה במיוחד להערכת תהליכי סגמנטציה וגילוי שפות. תחילה נבחן את אופרטור Sobel ואת השפעת ערך הסף על תוצאותיו. הריצו את הקוד המתאים. עבור התוצאות השונות, השוו לתמונת המקור ופרטו האם התגלו כל השפות, אם לא התגלו שפות מסוימות, ואם התגלו שפות באופן שגוי. מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם? הוסיפו את התוצאות לדו"ח.
ב.	כעת נבחן את אלגוריתם Canny ואת השפעת הפרמטר סיגמא על תוצאותיו. נקבע את ערך הסף של האלגוריתם להיות 0.35, ונשנה רק את סיגמא. הריצו את הקוד המתאים. עבור התוצאות השונות, השוו לתמונת המקור ופרטו האם התגלו כל השפות, אם לא התגלו שפות מסוימות, ואם התגלו שפות באופן שגוי. מהי התוצאה הטובה ביותר לדעתכם? הוסיפו את התוצאות לדו"ח. שנו את הערכים של הסף ושל הסיגמא כך שתקבלו תוצאה משופרת לדעתכם. צרפו את התוצאה והערכים לדו"ח.
ג.	נשווה את ביצועי שלוש השיטות השונות לגילוי שפות. שימו לב שההשוואה אינה לגמרי הוגנת כי אנו נותנים פרמטרים שונים לכל שיטה. בכל זאת נסו להתרשם מההבדלים המתקבלים. הציגו את התוצאות. איזה גלאי הוא המוצלח ביותר לדעתכם? איזה הכי פחות מוצלח? נמקו.
ד.	נבחן את ביצועי אלגוריתם Canny בנוכחות רעש. נבנה תמונה חדשה ע"י הוספת רעש גאוסני לבן עם סטיית תקן <code>std_n=40</code> לתמונה המקורית, ונפעיל את האלגוריתם לפי הפרמטרים של הסעיף הקודם על התמונה המורעשת. מה התקבל? שנו את הפרמטרים של אלגוריתם Canny עד לקבלת תוצאה סבירה. הוסיפו את התוצאות לדו"ח. מהי השפעת הרעש על ביצועי האלגוריתם ועל הפרמטרים?

שאלות דו"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

שאלות סיכום לבית עבור משימה 1

1. בסעיף ה', הסבירו מדוע הרעש שהתווסף לתמונה מביא לשינויים המתרחשים בהיסטוגרמה.

שאלות סיכום לבית עבור משימה 2

2. האם פעולת Histogram Equalization יכולה לשפר את התמונה? במה זה תלוי?
3. מהי ההשפעה של תיקון גמא על ההיסטוגרמה? מהי השפעתו על התמונה? פרטו.
4. בסעיף ה', איזו תמונה נראית טוב יותר (כלומר מציאותית יותר, אמינה יותר)? איזו תמונה שימושית יותר? נמקו את תשובתכם.

שאלות סיכום לבית עבור משימה 3

5. מדוע לדעתכם לא ניתן למצוא ערך סף מתאים עבור תמונת האורז בסעיף ב'? הציעו דרך פשוטה להתגבר על בעיה דומה ולהעביר תמונה המכילה אותה לתמונה בינארית.

שאלות סיכום לבית עבור משימה 5

6. מה מבצעת התמרת ה-DCT למידע בתמונה שמאפשר דחיסה ביחס גבוה?
7. מהו היתרון בביצוע התמרה על בלוקים קטנים לעומת בלוקים גדולים? מהו החסרון?

שאלות סיכום לבית עבור משימה 6

8. מה משמעות ערך ה-sigma באלגוריתמים? כיצד הוא משפיע על השפות?
9. רשמו את מטריצות האופרטור Sobel בכיוון אופקי ובכיוון אנכי. מה מתבצע כאשר החישוב הוא בשני הכיוונים? הסבירו.
10. מהם היתרונות של אופרטור Sobel לעומת Canny? וההפך?
11. האם רמת הבהירות הממוצעת בתמונה משפיעה על בחירת ערך sigma? נמקו.
12. האם גודל העצמים בתמונה משפיע על בחירת ערך sigma? נמקו.

חלק ב'

משימה 7 – פעולות מורפולוגיות

מטרת המשימה

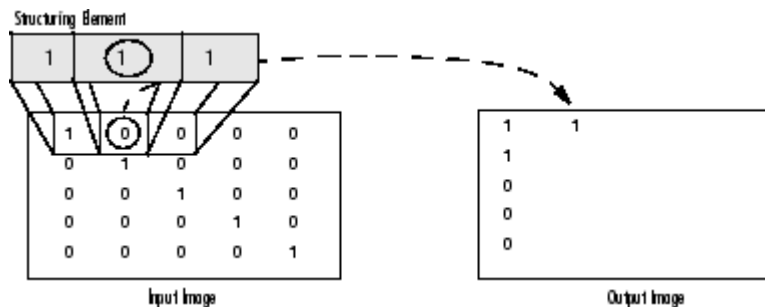
הכרת פעולות מורפולוגיות בסיסיות להרחבת או שחיקת עצמים ועריכת תמונות.

הסבר המשימה

פעולות מורפולוגיות הן פעולות גיאומטריות על צורות. ערך של כל פיקסל בתמונת הפלט נקבע בעזרת שכניו של אותו הפיקסל בתמונת המקור, כאשר הסביבה - neighborhood (מספר ומיקום השכנים הנבדקים) נבחרת בהתאם לאופי הפעולה, מטרתה ואופי תמונת המקור והיא מתקבלת ע"י אלמנט בניה (structuring element).

Image dilation - הרחבת התמונה

בפעולת הרחבה עבור תמונה בינארית, פיקסל בתמונת התוצאה יהפוך ללבן אם לפחות אחד הפיקסלים בסביבה שלו היה לבן. הסביבה נקבעת על ידי אלמנט הבניה.



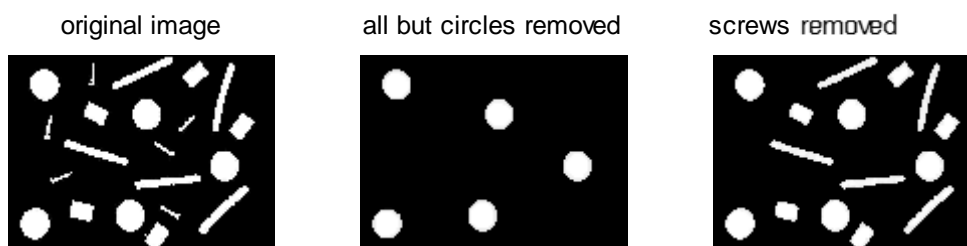
עבור תמונה בגווני אפור, הפיקסל בתמונת התוצאה יקבל את הערך המרבי מבין כל הפיקסלים בסביבה שלו בתמונת המקור (פיקסלים מעבר לגבולות התמונה נחשבים לשחורים, כלומר בעלי ערך 0).

Image erosion - שחיקת התמונה

הפעולה דומה לפעולת הרחבת התמונה, אך הפעם ערך הפיקסל בתמונת התוצאה יהיה הערך הקטן ביותר מבין כל הפיקסלים בסביבה שלו בתמונת המקור. בתמונה בינארית: אם לפחות אחד הפיקסלים בסביבה שחור, אזי בתמונת התוצאה הפיקסל יהפוך לשחור. (כעת פיקסלים מעבר לגבולות התמונה נחשבים ללבנים, כלומר בעלי ערך 1).

פעולות משולבות

הפעולות הנ"ל יכולות לשמש אותנו, בין השאר, למחיקת עצמים לא רצויים מתמונות, במידה והם נבדלים מהשאר בצורתם הגיאומטרית, למילוי חורים, זיהוי גבולות וכדומה. העיקרון של סינון זה הוא לשחוק או להרחיב את התמונה עם אלמנט בניה מתאים עד להשלמת המשימה (למשל מחיקת עצמים מסוימים) ואח"כ בעזרת אותו האלמנט להרחיב או לשחוק את התמונה כדי להחזיר את שאר העצמים לגודלם המקורי.



<p>א. נבחן את פעולת ההרחבה: ניצור תמונה פשוטה ואלמנטי בניה מן הסוג:</p> $SE_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ $SE_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ $im = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ <p>שימו לב איך נראית התמונה (המטריצה) אחרי ביצוע הפעולה. האם זה תואם את ציפיותיכם?</p>	
<p>ב. נבחן את פעולת השחיקה: ניצור תמונה פשוטה ואלמנטי בניה מן הסוג:</p> $im = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ $SE_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $SE_3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ <p>שימו לב איך נראית התמונה (המטריצה) אחרי ביצוע הפעולה. האם זה תואם את ציפיותיכם?</p>	
<p>ג. בסעיף זה נעשה שימוש באלמנט בניה מותאם להעלמת עצמים מסוימים. לאחר שימוש בהצרה והעלמת כל העצמים הלא רצויים, נבצע הרחבה על מנת לתקן עצמים שנפגמו (אך לא נמחקו) ולהחזירם לגודלם המקורי. טענו את התמונה shapes.jpg וסננו את כל העצמים חוץ מן העיגולים. לצורך כך בחרו את גודל אלמנט הבנייה המיטבי. מדוע נבחר אלמנט בניה מסוג disk? הסבירו.</p>	
<p>ד. עתה טענו את התמונה pieces.png והפכו אותה לבינארית (משימה 3, סעיף ג'). השתמשו בפונקציות מורפולוגיות באופן דומה לסעיף הקודם על מנת להעלים את הברגים בתמונה. הוסיפו את התוצאות לד"ח. באיזה אלמנט בניה השתמשתם? מדוע? האם העצמים בתמונה החדשה דומים לעצמים בתמונה המקורית? אם לא, מדוע?</p>	
<p>ה. טענו את התמונה rice.png. נסה להתמודד עם בעיית הרקע הלא אחיד ע"י ביצוע פעולה מקומית. העזרו באלמנט בניה מסוג disk והעלימו את גרגרי האורז (הטמיעו אותם ברקע). אם הצלחתם להעלים את כל הגרגרים, התמונה שמתקבלת מכילה רקע לא אחיד בלבד. עתה החסירו את תמונת הרקע הלא אחיד מתמונת המקור. מה התקבל? הסבירו מדוע זה שימושי. צרפו את התוצאות לד"ח.</p>	
<p>ו. העזרו בהיסטוגרמה והפכו את תמונת התוצאה מהסעיף הקודם לבינארית, כאשר גרגרי האורז יהיו בצבע לבן. בחרו גרגיר אורז אופקי בגודל אופייני והעריכו באופן גס את גודלו בעזרת impixelinfo. מה הגודל שהערכתם? מצאו ערך עליון Upper וערך תחתון Lower עבור שטח גרגיר אורז בודד כך שלאחר הסרת גרגירים שאינם עומדים בטווח שהגדרתם, ישארו בתמונה רק 70 גרגירים (בערך) אשר עומדים בטווח. כעת מצאו את השטח הממוצע של גרגיר אורז: <code>riceArea = nnz(bw_modified) / CC.NumObjects;</code> מה השטח שהתקבל? האם זה תואם את ציפיותיכם?</p>	

שאלות ד"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 8 – מרחבי צבע

מטרת המשימה

הכרת מספר מרחבי צבע לייצוג צבעים בתמונות, ואופן ייצוג תמונות צבע ב-MATLAB.

הסבר המשימה

צופה אופייני יכול להבחין בערך ב-20 עד 100 רמות-אפור שונות בו זמנית. אם מוסיפים צבע, אזי הצופה יכול להבחין במספר גדול הרבה יותר של סוגי גווני שונים. אפשרות נוספת הגלומה בצבע היא בניתוח תמונות, כאשר הצבע הוא אחד המאפיינים החשובים של עצמים שונים. תמונות צבעוניות מתחלקות באופן כללי לשני סוגים: הראשון, תמונות צבע אמיתיות (True Color או Full Color), הנובעות מאמצעי רכישת תמונה צבעוני (כמו מצלמת וידאו צבעונית, או סורק צבעוני), והן מכילות שלושה רכיבים או ערוצים לתאור הצבע. הסוג השני, הנקרא pseudo-color, הן תמונות בהן כל פיקסל הוא למעשה אינדקס בטבלת צבעים. תמונה זו מיוצגת לכן על ידי ערכי האינדקסים וטבלת הצבעים (LUT - look up table). במשימה זו נציג תמונה צבעונית המורכבת משלושה רכיבי הצבע, ונציג כל אחד מהרכיבים בנפרד. נבחן שלושה מרחבי צבע נפוצים, RGB, HSV ו-CIE L*a*b*, ונשתמש ב-HSV לצורך עריכת תמונה.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex8.m`.

א.	הריצו את הקוד המתאים לסעיף א', המציג את מרכיבי התמונה <code>peppers.png</code> . הסבירו את המשמעות של כל אחת מהתמונות. בחנו את התמונה השמאלית בשורה השלישית, המבודדת גווני אדום. מדוע הערכים של HUE אינם רציפים בגווני אדום?
ב.	הריצו את הקוד המתאים לסעיף ב'. הסבירו מה השתנה בתמונה המקורית. מה האיכות של תמונת התוצאה? הסבירו מדוע.
ג.	קבלו תמונה צבעונית מן המדריך והחליפו בה צבעים לפי הנחיית המדריך. שימו לב, ניתן להשתמש בכל אחד מערוצי ה-HSV לצורך שינוי הצבעים במידת הצורך. לדוגמה:  צרפו לד"ח את התוצאה. הסבירו מה שיניתם ואיך.

בסעיף זה נתנסה במרחב צבע חשוב נוסף בשם $CIEL^*a^*b^*$. מרחב צבע זה שימושי בתהליכים מתקדמים של עיבוד תמונה וראיה ממוחשבת. קראו את ה-Matlab help של הפונקציה [rgb2lab](#). לצורך ההתנסות עם מרחב צבע זה נשתמש בתמונה של טבלת מקבת (ColorChecker), שבה משתמשים כאשר רוצים לבצע כיוול צבעים בתהליכים שונים. הריצו את הקוד המתאים לסעיף זה וקבלו את ארבעת התמונות. בעזרת תמונות אלו ננסה להבין את משמעות הערוצים וחשיבותם. ניתן לבצע zoom in במקומות מסוימים כרצונכם.

התבוננו בצבעים השונים ונסו להעריך, מה מכיל כל ערוץ ועל אילו תחומי צבע הוא שולט? מתי מקבלים ערכים כהים ומתי מקבלים ערכים בהירים בכל ערוץ?

נסו לאפס כל אחד מהערוצים בנפרד ולהרכיב תמונת RGB חדשה מתוך ערוצי ה- $CIEL^*a^*b^*$. **מי הוא הערוץ החשוב ביותר?**

שאלות דר"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 9 – מיצוי מאפיינים

מטרת המשימה

הכרת תהליך בסיסי של סיווג עצמים בתמונות, ומאפיינים בסיסיים שונים אשר יעילים בהפרדת עצמים.

הסבר המשימה

חלק לא מבוטל של תהליכי עיבוד תמונה הם למעשה שלבים מקדימים לתהליכים מתקדמים יותר של ניתוח והבנת התוכן של תמונות. תהליכים מתקדמים אלו לרוב כוללים סיווג של העצמים בתמונה למספר מחלקות, על בסיס ערכי מאפיינים שמחולצים מכל עצם. שלב מקדים של עיבוד תמונה יכול לכלול תהליכים שראינו במשימות הקודמות, ובעיקר פעולת תיוג (הפרדה לעצמים וסימונם). שלב מיצוי המאפיינים אחראי על הפקת ערכי מאפיינים עבור כל עצם שתויג בשלב הקודם.

במשימה זו נעבד תמונה בינארית המכילה מספר עצמים שונים. נתחיל בביצוע תיוג לעצמים בתמונה. לאחר מכן נבחן האם ניתן להפריד בין העצמים משלושת המחלקות בעזרת מאפיינים שונים. לצורך כך נשתמש בפונקצית MATLAB בשם `regionprops`.

תאור המשימה

קטעי הקוד המתאימים למשימה זו מופיעים בקובץ `ex9.m`.

א.	טענו את התמונה <code>objects.bmp</code> והציגו אותה. צרפו את התמונה לדו"ח. כמה סוגים שונים של עצמים יש בתמונה? כמה עצמים יש מכל סוג?
ב.	נחשב את כל המידע האפשרי מהפונקציה <code>regionprops</code> . בחרו עצם אחד בתמונה, רשמו את מספרו והציגו את ערכי המאפיינים שלו, לדוגמה: <code>obj=stats(23)</code> מהו ההיקף של העצם שבחרתם? צרפו את המידע לדו"ח.
ג.	עתה נבחן את המאפיינים <code>MajorAxisLength</code> ו- <code>ConvexArea</code> של העצמים על גרף אחד. הציגו ובחנו את הגרף שהתקבל. האם הושגה הפרדה לכמות המחלקות שהערכתם? מהי איכות ההפרדה שהתקבלה?
ד.	בחרו ארבעה מאפיינים אחרים מסעיף ג' ושונים אחד מהשני ובנו שני גרפים נוספים הדומים לגרף מסעיף ג' המציגים הפרדה טובה ככל האפשר בין העצמים במחלקות השונות. הציגו את הגרפים שבניתם. מהי איכות ההפרדה שקיבלתם בגרפים החדשים? באיזה גרף קיבלתם את ההפרדה הטובה ביותר?

שאלות דו"ח מסכם

יש לענות בכתב על כל השאלות בכתום ולצרף את התמונות והגרפים הרלוונטיים.

משימה 10 – בניית אלגוריתם

מטרת המשימה

התנסות בבניית אלגוריתם המבצע משימה אמיתית בעזרת הכלים שלמדנו במשימות הקודמות בניסוי.

הסבר המשימה

במשימה זו ננסה לגלות ולחלץ תמונה של לוחית רישוי מתמונה של מכונית. לדוגמה:



כתבו אלגוריתם אשר מקבל תמונה המכילה לפחות לוחית רישוי אחת (למשל התמונה משמאל), ומחזיר תמונה בינארית של מיקום הלוחית בלבד (לפחות אחת) על רקע שחור (התמונה במרכז), ללא רעש או עצמים אחרים. אין לשנות את הפיקסלים השייכים ללוחית לצורך החילוץ. התמונה הסופית (מצד ימין) תתקבל באופן אוטומטי מהקוד בהתאם לתמונה הבינארית ואיכותה.

לצורך ביצוע המשימה, תכננו תחילה את שיטת העבודה והתייעצו עם המדריך בהתאם לצורך. ישנן מספר דרכים וגישות על מנת לפתור בעיה זו. לרשותכם חמש תמונות של לוחיות, plate01-plate05, אשר בעזרתן תוכלו לבדוק את נכונות האלגוריתם שלכם ולעדכן אותו בהתאם. וודאו שהקוד עובד היטב עבור חמשת התמונות הללו לפני בדיקתו על תמונות נוספות.

שימו לב! את האלגוריתם יש לכתוב בקובץ `detectPlate.m` והקריאה לקובץ זה מבוצעת מהקובץ `ex10.m`. הקובץ `ex10.m` הוא מעטפת להרצת האלגוריתם ויש לערוך בו אך ורק את השורות הרלוונטיות המסומנות.

הצעה לדרך פעולה מומלצת:

- לוחית רישוי היא בעלת תכונות מסוימות. חשבו כיצד ניתן לתרגם תכונות אלו לתנאים על התמונה והעצמים בה, ולמחוק חלקים או עצמים שאינם עומדים בתנאים. עדיף לנסות בתחילה למחוק עצמים אשר בוודאות אינם לוחית רישוי, ורק לאחר שנשארו מעט עצמים בתמונה, לנסות להשאיר בה עצמים שהם כן לוחית רישוי. כדי לפעול בדרך זו יש להגדיר תמונה בינארית (מסכה) של עצמים בתמונה, ובאופן הדרגתי להפעיל על המסכה תנאים נוספים וכך לצמצם את מספר העצמים בה. לא מומלץ לבצע פעולות מסוג זה על התמונה המקורית ממש.
- ניתן להשתמש בכל מה שנלמד בניסוי ללא יוצא מהכלל. שימו לב שאין צורך להפעיל את כל הכלים שלמדנו אלא רק חלק מהם. בחירה נכונה של הכלים ושל סדר הפעלתם הינה המפתח להצלחה.
- ניתן להניח הנחות יסוד סבירות והגיוניות על התמונות ועל הלוחיות. דוגמאות לכך ינתנו בע"פ.
- אם בתמונה יש מספר לוחיות רישוי תקינות, מספיק לגלות אחת מהן באופן מלא (וללא עצמים שאינם לוחיות) בשביל שהתמונה תחשב למוצלחת. ניתן גם לגלות יותר מלוחית רישוי אחת.
- לצורך שלמות המסכה, ניתן למלא בה חורים בעזרת הפונקציה למילוי שמצאתם בשלב ההכנה.
- לבסוף, אחרי שקיבלתם מסכות נכונות לדעתכם, שנו את הקוד כך שיוציא תמונות צבע.

שימו לב! למרות שהאלגוריתם מיועד לחמשת התמונות הראשונות, עדיף לתכנן אלגוריתם יותר כללי במידה מסוימת, כדי שיוכל לפעול באופן סביר גם על תמונות נוספות. הציגו את התוצאה למדריך וקבלו את אישורו.

בסיום, נבדוק את האלגוריתם על **15 תמונות נוספות אשר אצל המדריך**. אלגוריתם סביר הוא כזה אשר יפעל נכון על לפחות 5 מתוך 15 תמונות אלו. הצלחה ב-10 תמונות מתוך ה-15 תזכה את יוצרי האלגוריתם בבונוס!

השאלות המתאימות למשימה זו מופיעות לאחר השאלות המסכמות בעמוד הבא.

שאלות סיכום לבית עבור משימה 7

1. האם השיטה מסעיף ו' להסרת גרגירים לא רצויים תעבוד עבור כל תמונת גרגירי אורז? אם לא, מדוע?
2. האם לדעתכם ישנה שיטה אחרת להסרת גרגירי אורז לא רצויים, מלבד שימוש בשטח או בהיקף?

שאלות סיכום לבית עבור משימה 8

3. כיצד משפיעה הקטנת ערך ה-Saturation ב-HSV על ערכי הערוצים ב-RGB?
4. בסעיף א', מדוע מתקבלת תמונה בצבעים מוזרים בשורה השנייה משמאל?
5. התבוננו בשלושת ערוצי מרחב CIE L*a*b*. מהם ההבדלים בין ערוץ L* לבין השניים האחרים?

שאלות סיכום לבית עבור משימה 9

6. הסבירו מהי הפרדה טובה בין מחלקות. הציעו שני תנאים סטטיסטיים העוזרים להשיג הפרדה טובה.
7. אם היינו מסובבים את תמונת העצמים ב-90 מעלות, כיצד היו משתנות תוצאותיכם?
8. האם המאפיינים שהפרידו היטב את העצמים בדוגמה הנ"ל יתאימו גם לעצמים אחרים? הסבירו.

שאלות עבור משימה 10

- א. הסבירו באופן מפורט את האלגוריתם שפיתחתם.
- ב. הציגו את התוצאות שהתקבלו על חמש התמונות הראשונות, שעבורן פיתחתם את האלגוריתם.
- ג. הציגו כמה תוצאות מוצלחות עבור 15 התמונות הנוספות שבדקתם.
- ד. הציגו כמה תוצאות לא מוצלחות עבור 15 התמונות הנוספות שבדקתם.
- ה. הסבירו מדוע האלגוריתם לא עבד כנדרש עבור התמונות שלא הצליחו. רשמו מספר סיבות.
- ו. הציעו רעיונות לפתרונות אפשריים לבעיות שרשמתם בסעיף הקודם. אין צורך לממש אותם או לתקן/לשפר את האלגוריתם שלכם.