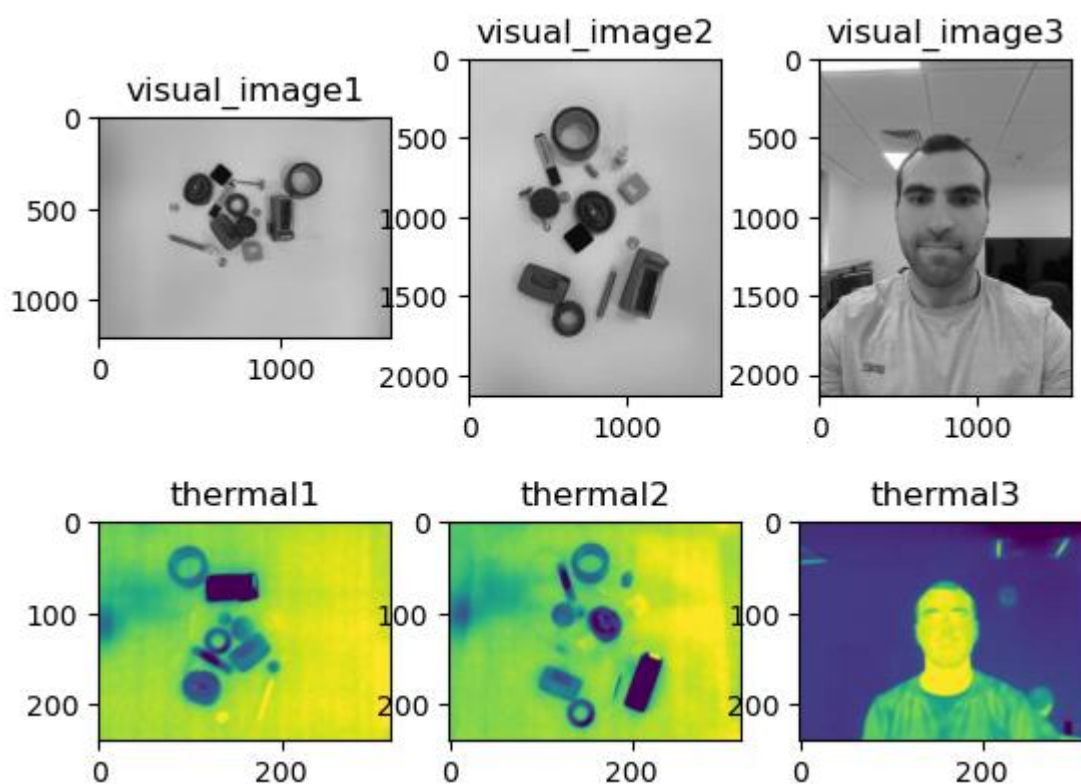


עיבוד וניתוח תמונות מעבדה 1

מגיש: כרמל ולד
ת.ז.: 206489338
תאריך: 09/09/2025

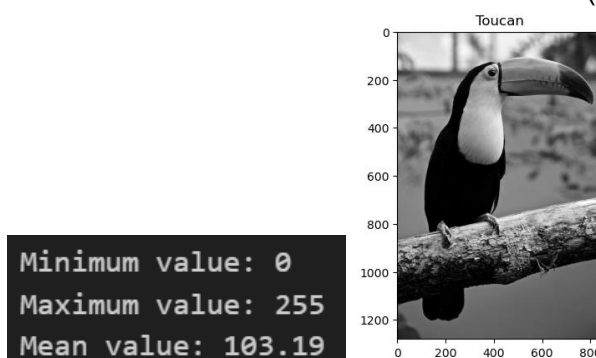
משימה 1 – רכישת תמונות

(1)



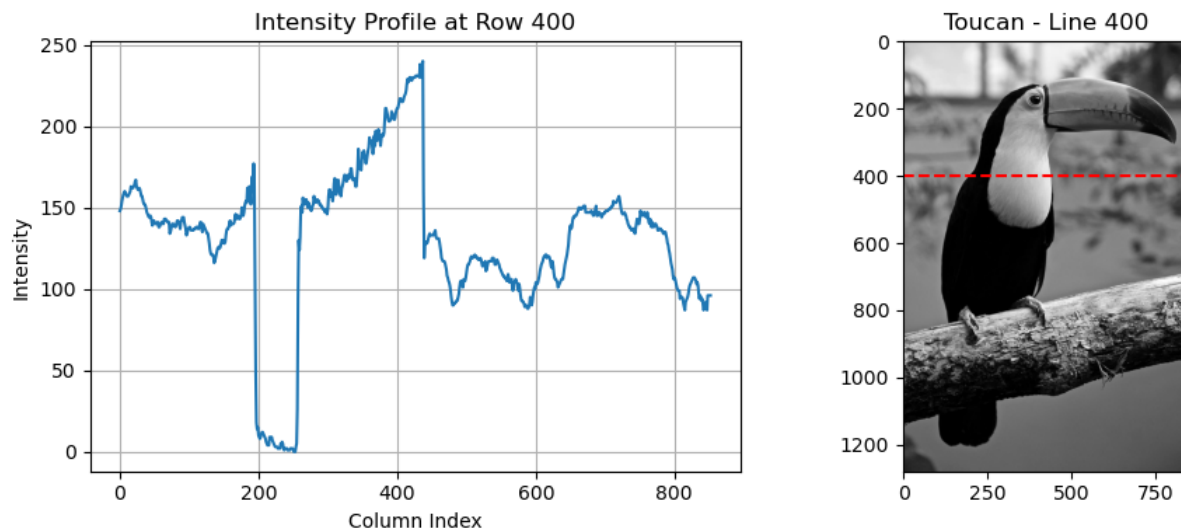
משימה 2 – תחום דינאמי והיסטוגרמות

(1)



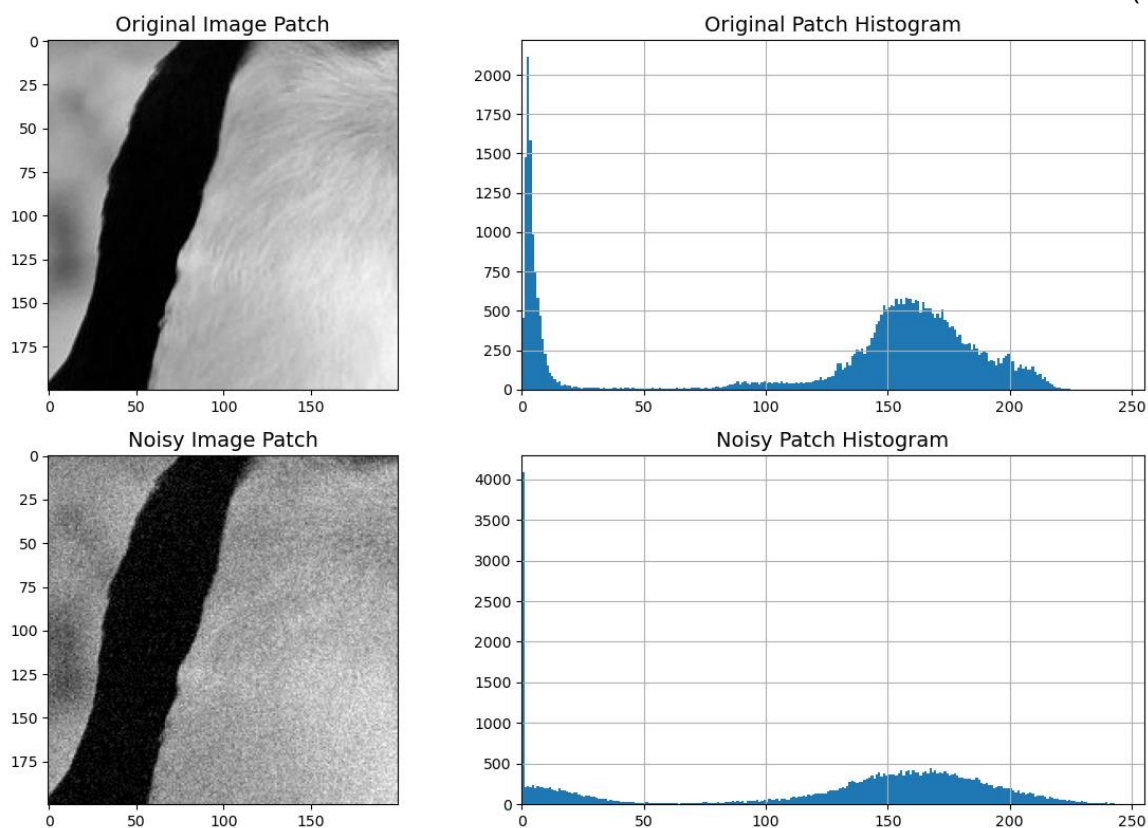
ניתן לראות שערכי הפקסלים אכן נעים לאורך כל התחום הדינאמי 0-255, עם זאת הערך הממוצע אינו באמצע הקטע ($255/2=126.5$), דבר זה נובע מכך שגופו של הטוקן תופס נפח גדול בתמונה וכולו בצבע שחור (משמע ערכי פיקסלים רבים בקרבת 0) למעט הצוואר. פיקסלים אלו "מושכים" את הערך הממוצע כלפי מטה מן הערך 126.5.

(2)



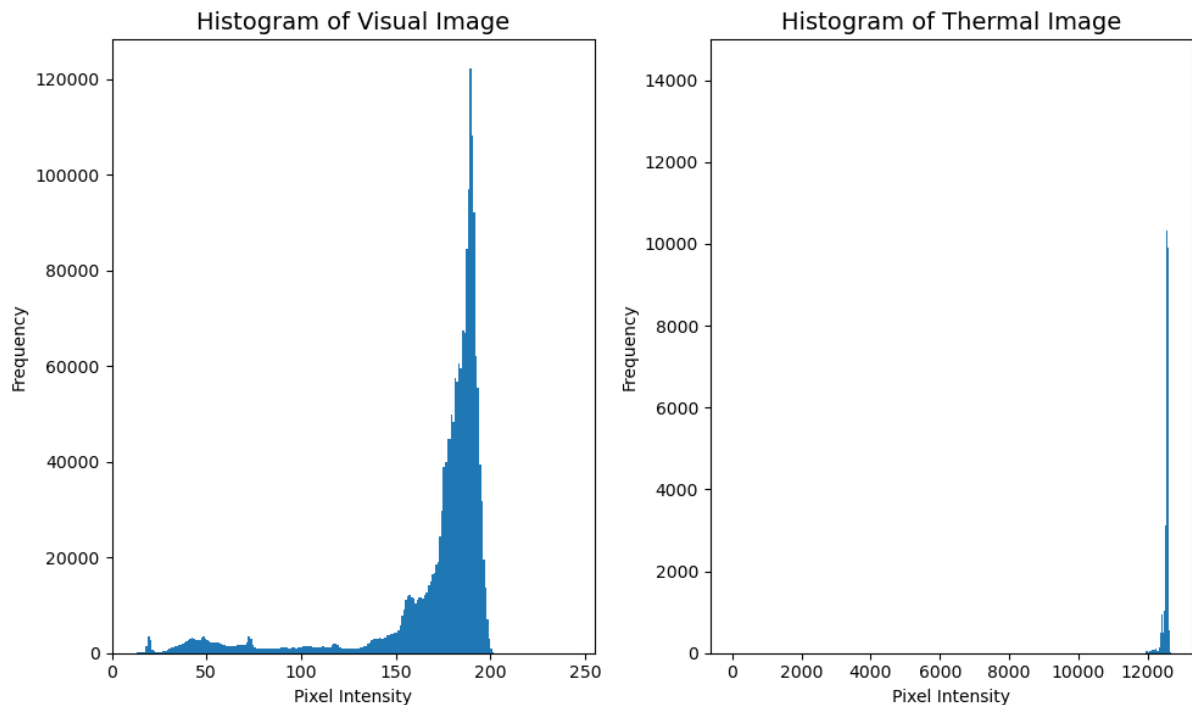
ערכי הפקסלים לאורך ציר האיקס בשורה 400 תואמים לאינטואיציה שלנו לגבי התמונה, כיוון שהרקע משמאל ומימין לטוקן נמצא באותו טווח הערכים פחות או יותר 90-160, עורף הטוקן שחור כמעט לגמרי ולכן ניכרת בהתחלה ירידה חדה ולאחר מכן, מגיע מקטע הצוואר של הטוקן שהוא כמעט ולבן, מה שגורם לעלייה גדולה בערכים.

(3)



הרעש הגאוסני מוסיף לכל פיקסל סטייה, ולכן ערכים שהיו קרובים מתערבבים ויוצרים התפשטות רחבה יותר בהיסטוגרמה. זה מעלה את השונות הכללית, ומטשטש את ההבדלים בין אזורים כהים ובהירים. כלומר הרעש העלה את הניגודיות והוריד את ההומוגניות.

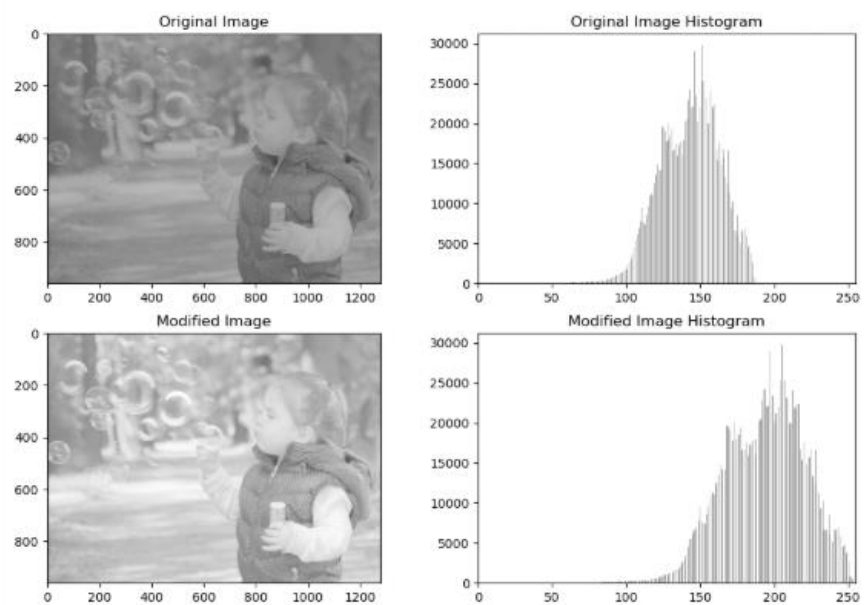
(4)



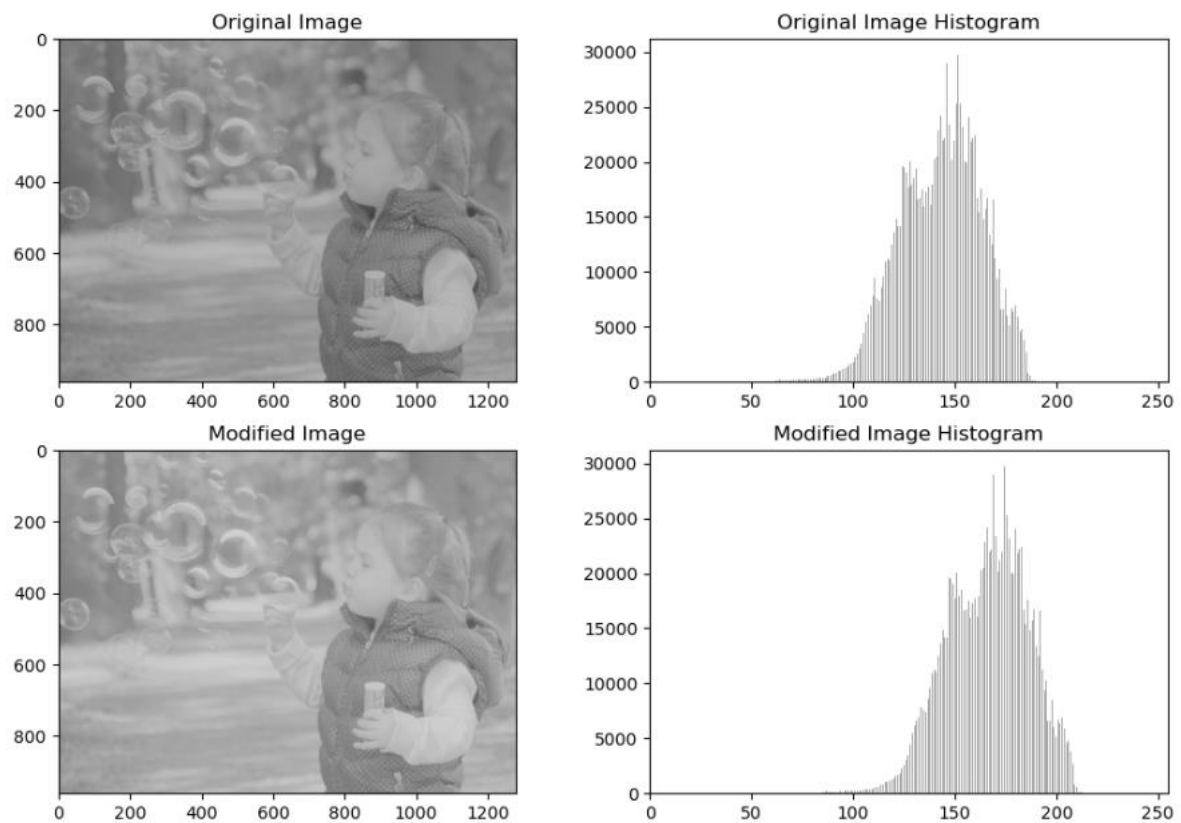
התמונה בתחום הנראה מציגה פיזור רחב יותר על פני תווך הרמות ייצוג שלה, מהבדלי צבע ותאורה בתמונה. לעומת זאת, בתמונה התרמית ההיסטוגרמה מרוכזת מאוד בטווח ערכים צר, המשקף את העובדה שרוב החפצים בטווח טמפרטורות דומה. כמו כן, ערכי העוצמה שונים לגמרי בין הגרפים וזאת מפני שהפיקסלים בתמונה התרמית במיוצגים ע"י 12 ביט לפיקסל ולכן סקלת הצגתם גדולה בהרבה.

(5)

מתיחת הניגודיות:



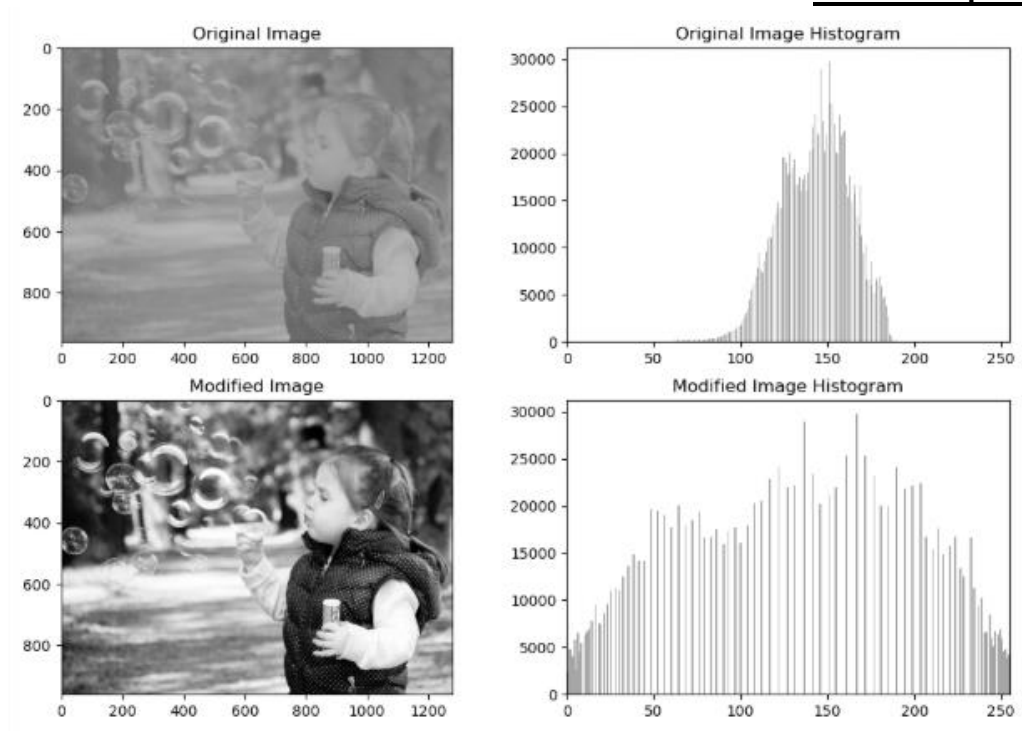
מתיחת הבהירות:



סה"כ ניתן לראות כי גם מתיחת הניגודיות וגם מתיחת הבהירות לא מניבות היסטוגרמה שטוחה יותר (פילוג אחיד), אלא הן יותר מזיזות את צורת ההיסטוגרמה הקיימת שמאלה או ימינה על פני סקלת רמות האפור.

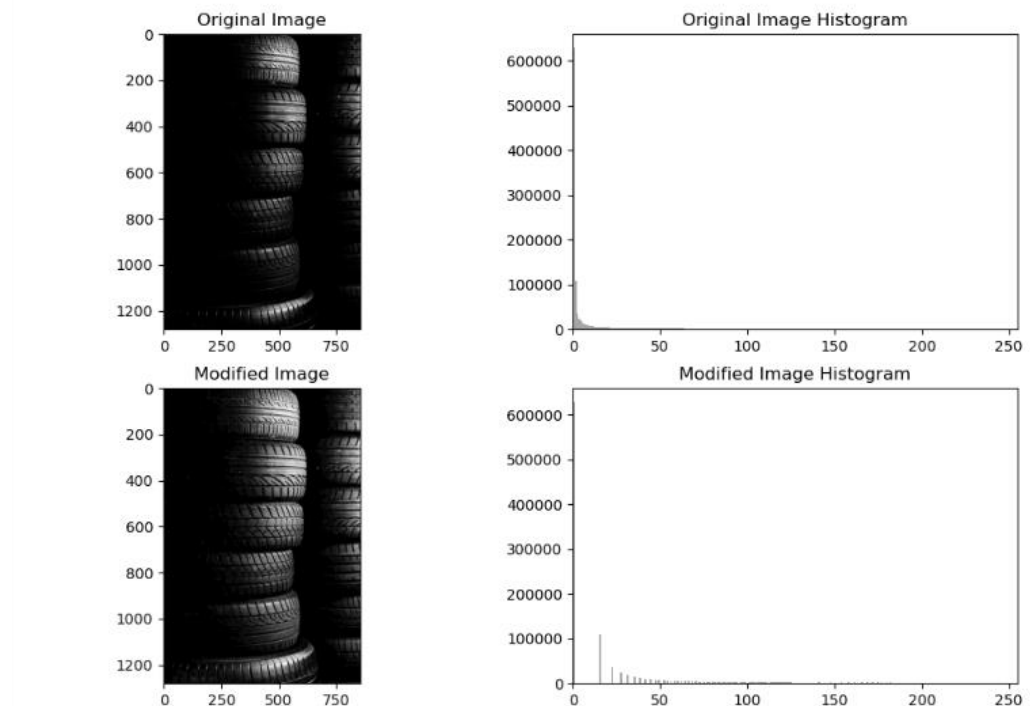
(6)

שיוויון היסטוגרמה:



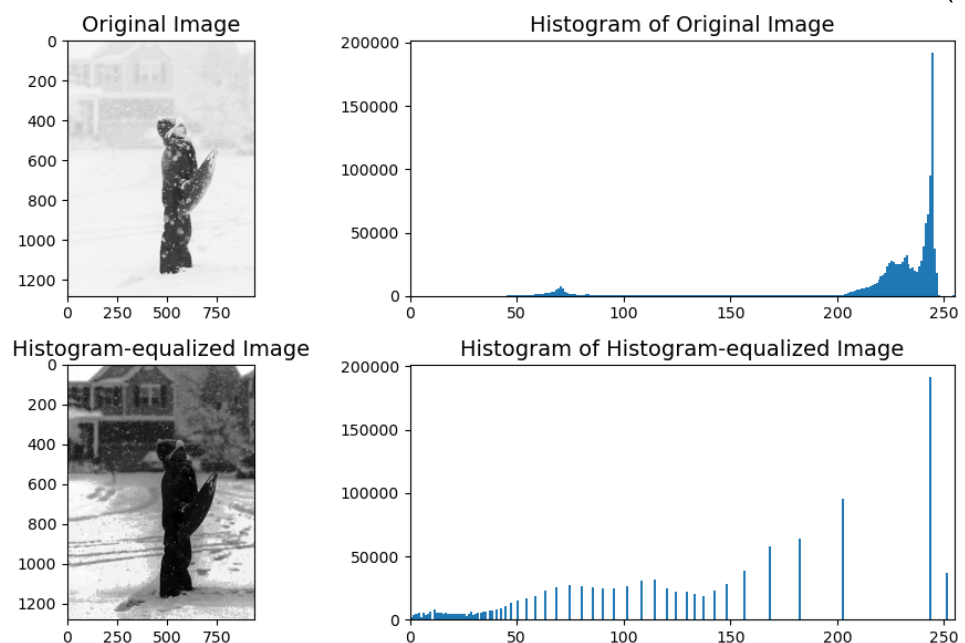
ניכר כי פעולת שיוויון ההיסטוגרמה משפרת את נראות התמונה הרבה יותר ממתיחת הניגודיות/בהירות, ואם בוחנים את ההיסטוגרמה לאחר פעולה זו היא ממש נפרשת על כל ציר ערכי רמות האפור בצורה קרובה מאוד לפילוג אחיד. ובכך מנצלת היטב את התחום הדינאמי ולא "רק מזיזה את ההיסטוגרמה ימינה/שמאלה בערכיו".

(7)



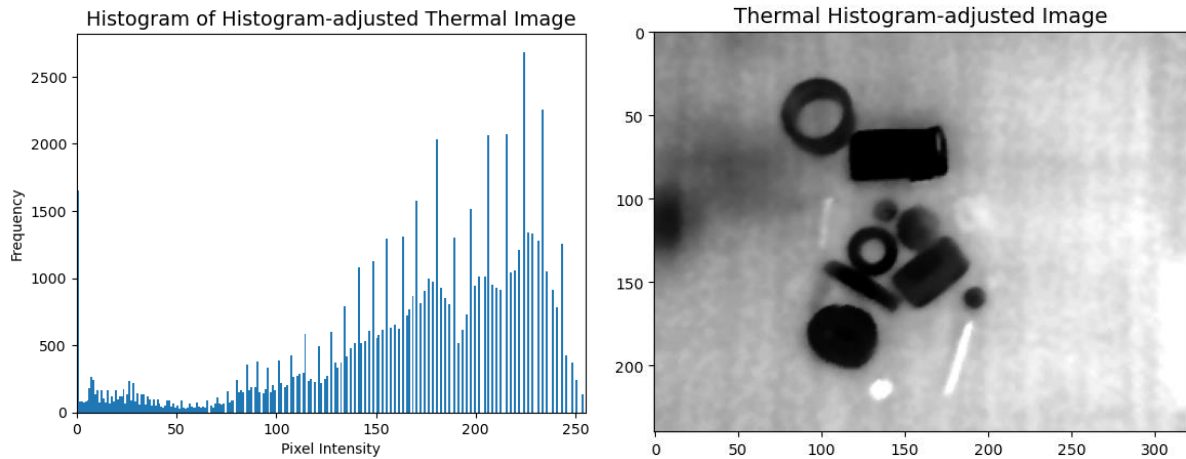
שים לב שערכי גאמא קטנים מ1 מעלים את בהירות התמונה ודוחקים את ההיסטוגרמה לכיוון הערכים הגבוהים ואילו ערכי גאמא גדולים מ1 מכהים את התמונה ודוחקים את ערכי ההיסטוגרמה לכיוון הערכים הנמוכים יותר, מכיוון שהתמונה בעלת עוצמה נמוכה מאוד בבסיסה אשתמש בערך **גאמא 0.5** אשר לא יגדיל את העוצמה יותר מידי אבל כן יביא לשיפור ניכר בנראות.

(8)



ההיסטוגרמה שהייתה מרוכזת סביב הערכים הגבוהים כיוון שהתמונה מלאה בשלג התפזרה אל מגוון רחב של ערכים מנצלת בצורה טובה יותר את התחום הדינאמי, כלומר מריכוז סביבות הערך 240 לפיזור רחב של ערכי רמות אפור. התמונה עצמה נראית ברורה יותר. חלק גדול מפתיתי השלג הוסרו מהאדם והוא יותר גלוי. הבית עם העץ שהיו מוסתרים ממש מאחורי "מסך של שלג" נראים בולטים לעין וניתן להבחין בהם.

(9)



נראה שמכל הפעולות (ושילובי הפעולות), הפעלת $\gamma=2.5$ דחסה את תחום הערכים הגבוהים והרחיבה את האמצע, לכן האובייקטים הכהים/בינוניים בולטים יותר וההיסטוגרמה התפרשה לרוחב הטווח במקום להתרכז ימינה. לכן תיקון גאמא הניב את התוצאה הטובה ביותר.

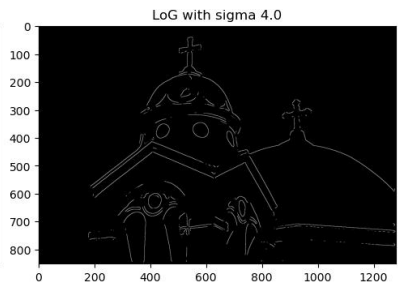
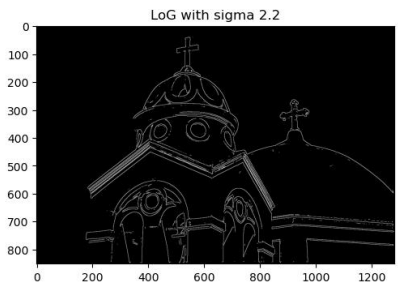
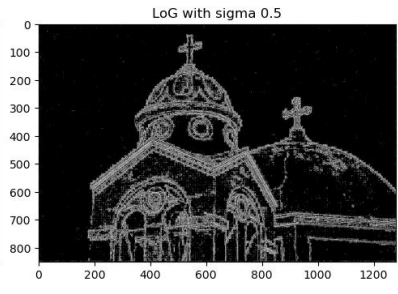
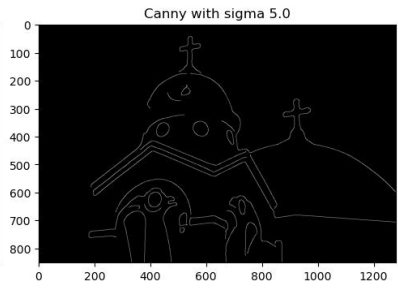
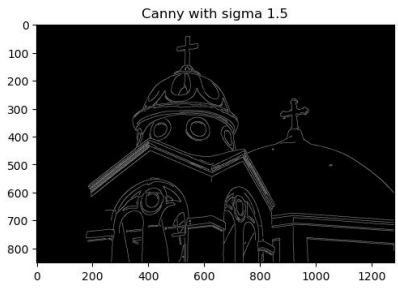
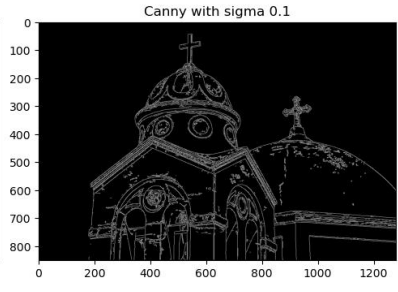
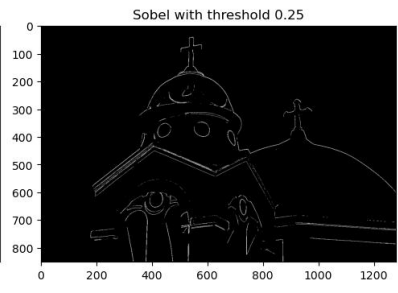
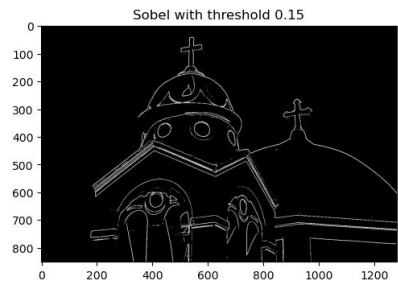
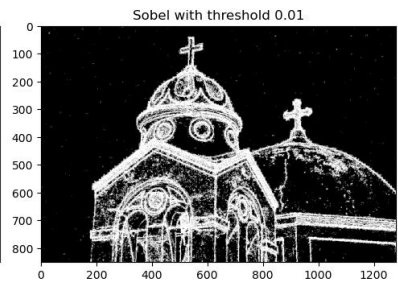
(10)

פעולת שיווין ההיסטוגרמה פועלת הכי טוב כאשר ההיסטוגרמה המקורית נפרשת על פני טווח קצר יחסית של ערכים. במקרה של תמונת השלג מדובר בערכים 200-250 ובמקרה הילד ובועות הסבון מדובר בערכים 90-175. כמו כן חשוב לזכור שתמונות טקסט בהן יש צורך שכל האותיות והסימנים יהיו שחורים כלומר בעל ערך 0 (והרקע יהיה לבן (255) פיזור ערכי הפיקסלים על פני התחום הדינאמי יפגע בנראות ולכן ככלל אצבע נרצה שההיסטוגרמה מלפני השיווין לא תהיה בצורה של דלתאות בודדות.

משימה 3 – גילוי שפות

(1)





ניתן לראות שהערכים שנתנו את התוצאה הטובה ביותר הם הערכים האמצעיים מבין שלושת הערכים כלומר:

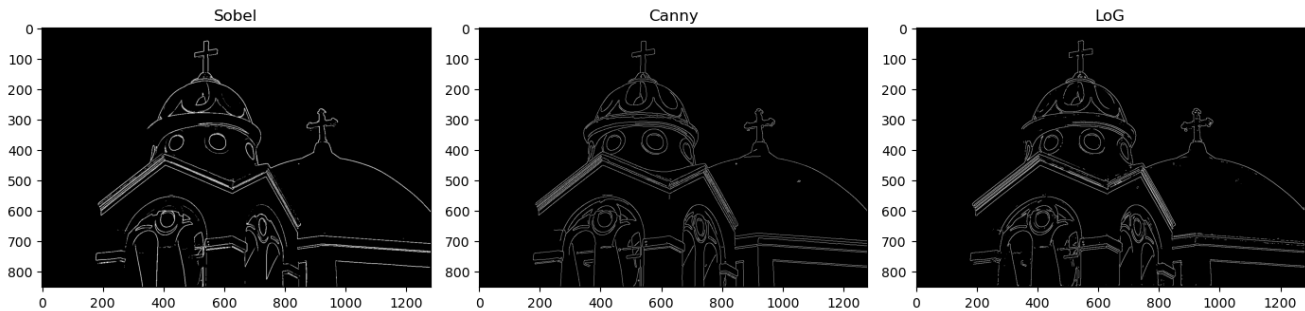
Sobel: threshold = **0.15**

Canny: sigma = **1.5**

Laplacian of Gaussian: sigma = **2.2** , threshold = 0.2

ערכים אלו נותנים את האיזון בין הנחתת רעש לבין שמירה על שפות ברורות משמעותיים.

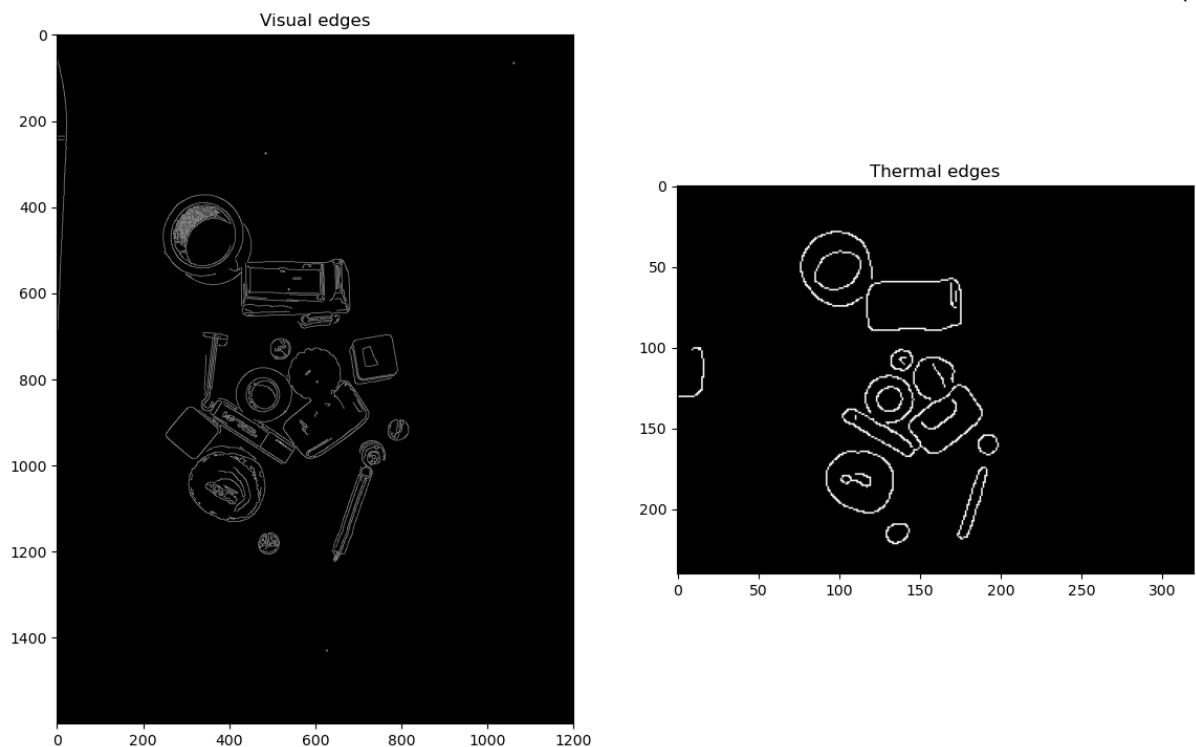
(2)



התוצאה הגרוע ביותר היא של גלאי Sobel – התמונה אמנם תפסה לא רע את השפות אך גם השמיטה חלק נכבד מהן.

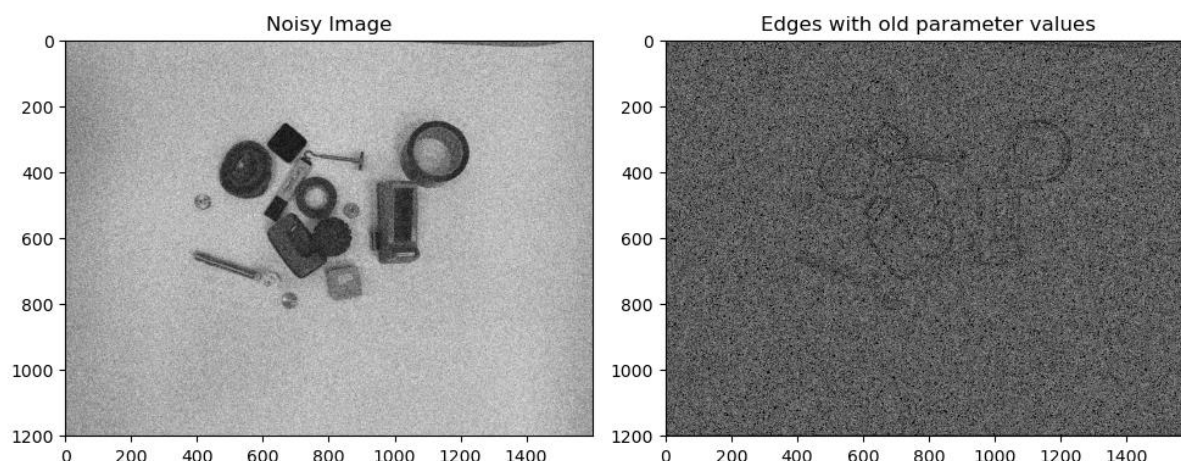
התוצאה הטובה ביותר היא של גלאי Canny – מצליח מצד אחד גם להציג הכי הרבה שפות מהתמונה, ומצד שני גם לא רועש מידי.

(3)



בתמונה בתחום הנראה מתקבלות שפות חדות וברורות בזכות ניגודיות גבוהה בין צבעים ותאורה, ולכן הגלאי מצליח לפעול בצורה טובה על תמונה זו. לעומת זאת, בתמונה התרמית לא מתקבלות כל השפות ואלו שכן הן גסות ועבות, כיוון שהפרשי הטמפרטורה בין האובייקטים קטנים, ודעיכת הטמפרטורה הטבעית של חפץ ככל שמתרחקים ממנו אינה חדה וברורה אלה יותר מן מעבר חלק. לכן קשה יותר למצוא שפות בתמונה תרמית, ואיכות התוצאה נמוכה יותר.

(4)



גלאי Canny מזהה אינספור שפות שאינם מייצגים את הגבולות האמיתיים של האובייקטים, והתמונה מאבדת משמעות. איכות התוצאה נמוכה מאוד בהשוואה לתמונה המקורית, משום שהשוליים האמיתיים נבלעים ברעש ובמקומם הגלאי מזהה המון שפות מזויפות שהנן בעצם תוצאה של מעבר בין פיקסלים שכנים שהתווסף אליהם רעש אשר גרם להפרש מלאכותי ברמות האפור. כלומר, רעש פוגע משמעותית בביצועי האלגוריתם ומקשה על זיהוי שפות נכונות.

(5)

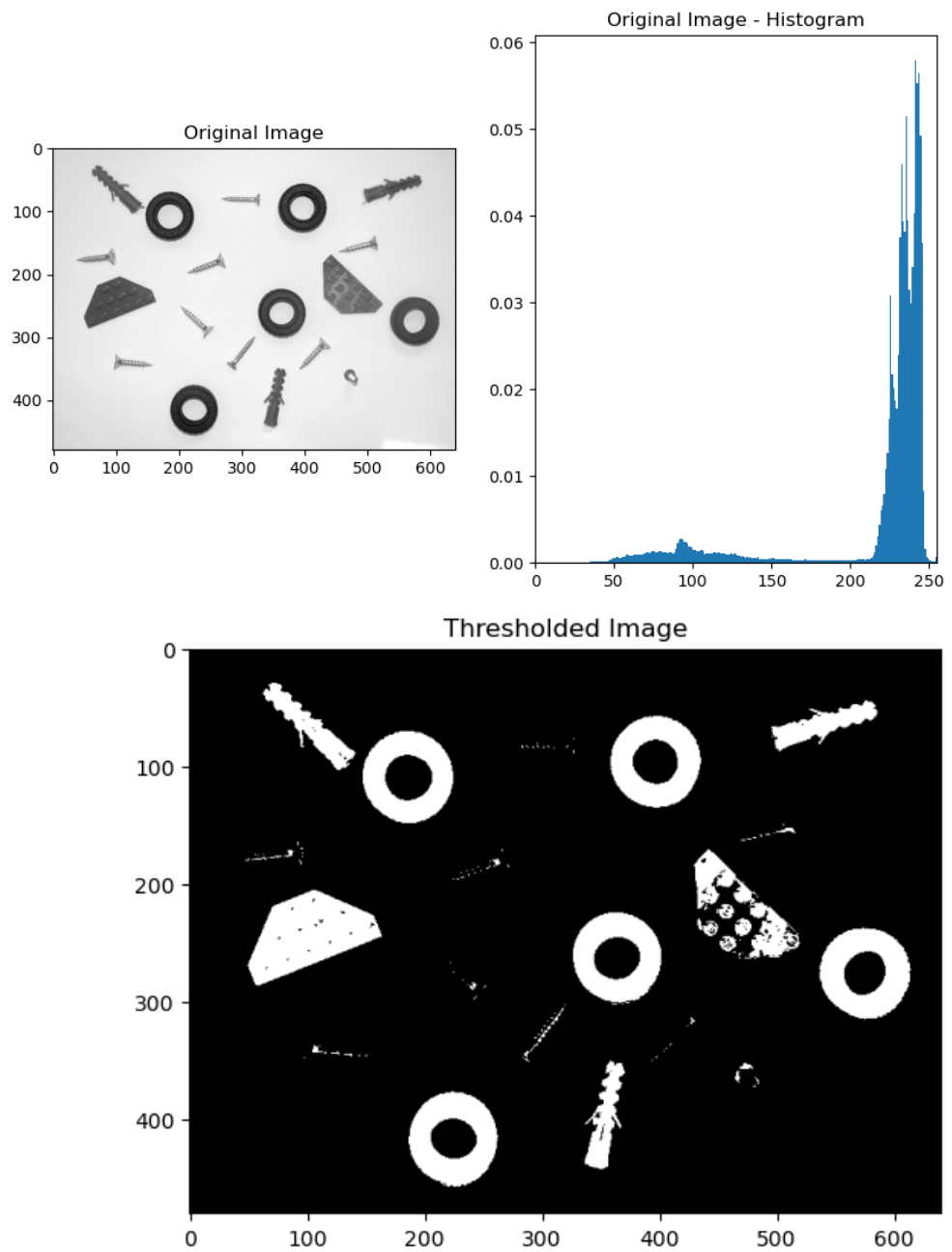
בבחירה בערך סטיית תקן גבוה יותר ($\sigma=2.7$) מתקבלת תוצאה טובה בהרבה: הרעש האקראי בתמונה נחלש, והשפות האמיתיות של האובייקטים נשמרות. הערך החדש נמצא על ידי ניסוי-וטעייה עד שנוצר איזון בין דיכוי רעש לשמירת קווי מתאר. כאשר התמונה מרועשת, נאלץ להגדיל את ערך סטיית התקן של הסינון הגאומטרי, כדי שהאלגוריתם ימצע עם משקלים גדולים גם פיקסלים באזורים רחוקים (ממרכז המסנן) ובכך יותעלם מרעש נקודתי. (מיצוע גס יותר)

(6)

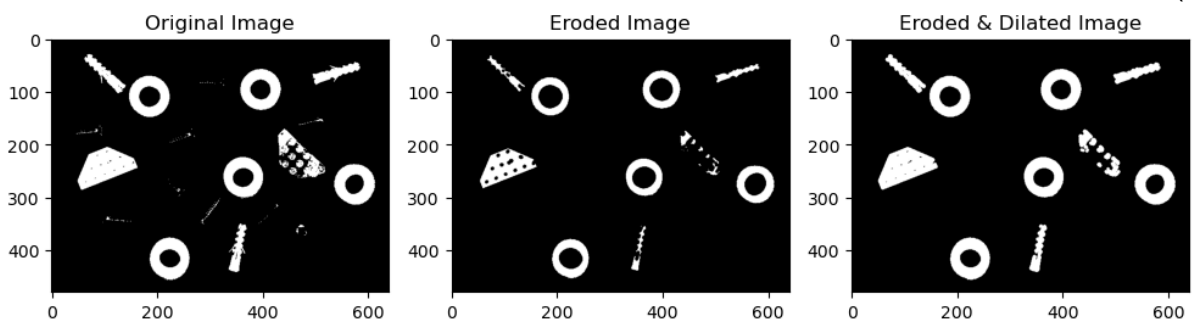
מסנן	יתרונות	חסרונות
Sobel	* פשוט לחישובים ומהיר * מתאים לצורך חישוב גרדיאנטים	* רגיש לרעש * לא תופס את כל השפות * לא כולל שלבי עיבוד נוספים לצורך שיפור הנחתת הרעש או קליטת השפות
LoG	* משלב סינון גאומטרי להפחתת רעש * גמיש לשליטה לפי ערך σ	* בחירה לא נכונה של σ מובילה לרעש בתמונה * מורכב יותר מסובל
Canny	* עושה מס' עיבודים על התמונה: החלקה גאומטרית, חישוב גרדיאנט, דיכוי מקסימום לא-מקומי, ספי היסטריזיס. * נותן קווי מתאר חדים, רציפים ונקיים * מאפשר שליטה טובה ע"י σ ו-Threshold	* איטי ומסובך יותר יחסית לשיטות הפשוטות * בחירת פרמטרים לא נכונה עלולה להוביל לחוסר גילוי או לגילוי יתר

משימה 4 – חיתוך בסף ופעולות מורפולוגיות

(1)



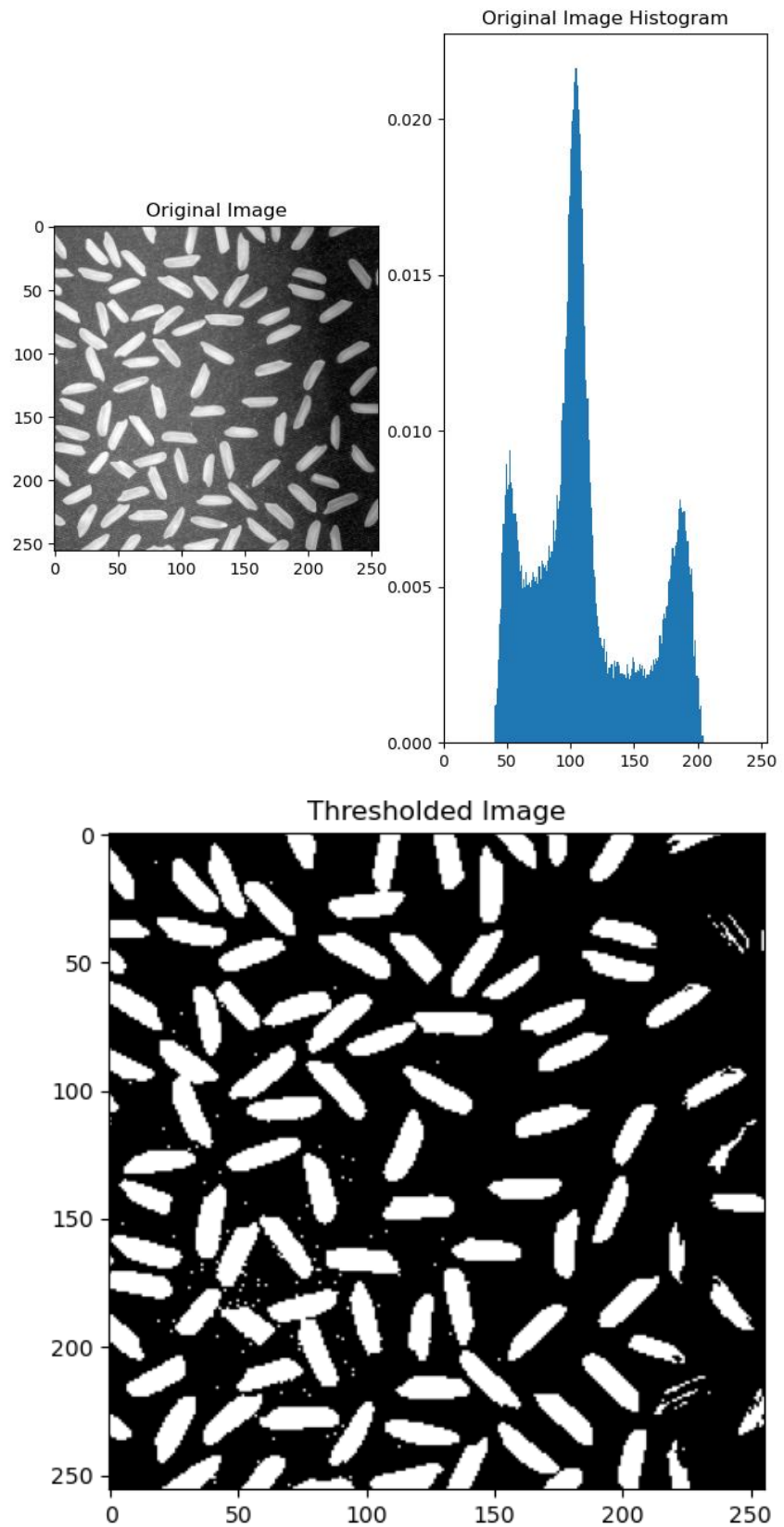
(2)



לאחר פעולת הכרסום התמונה איבדה חלקים קטנים ודקים של העצמים, וגם עצמים דקים כמו ברגים נעלמו.

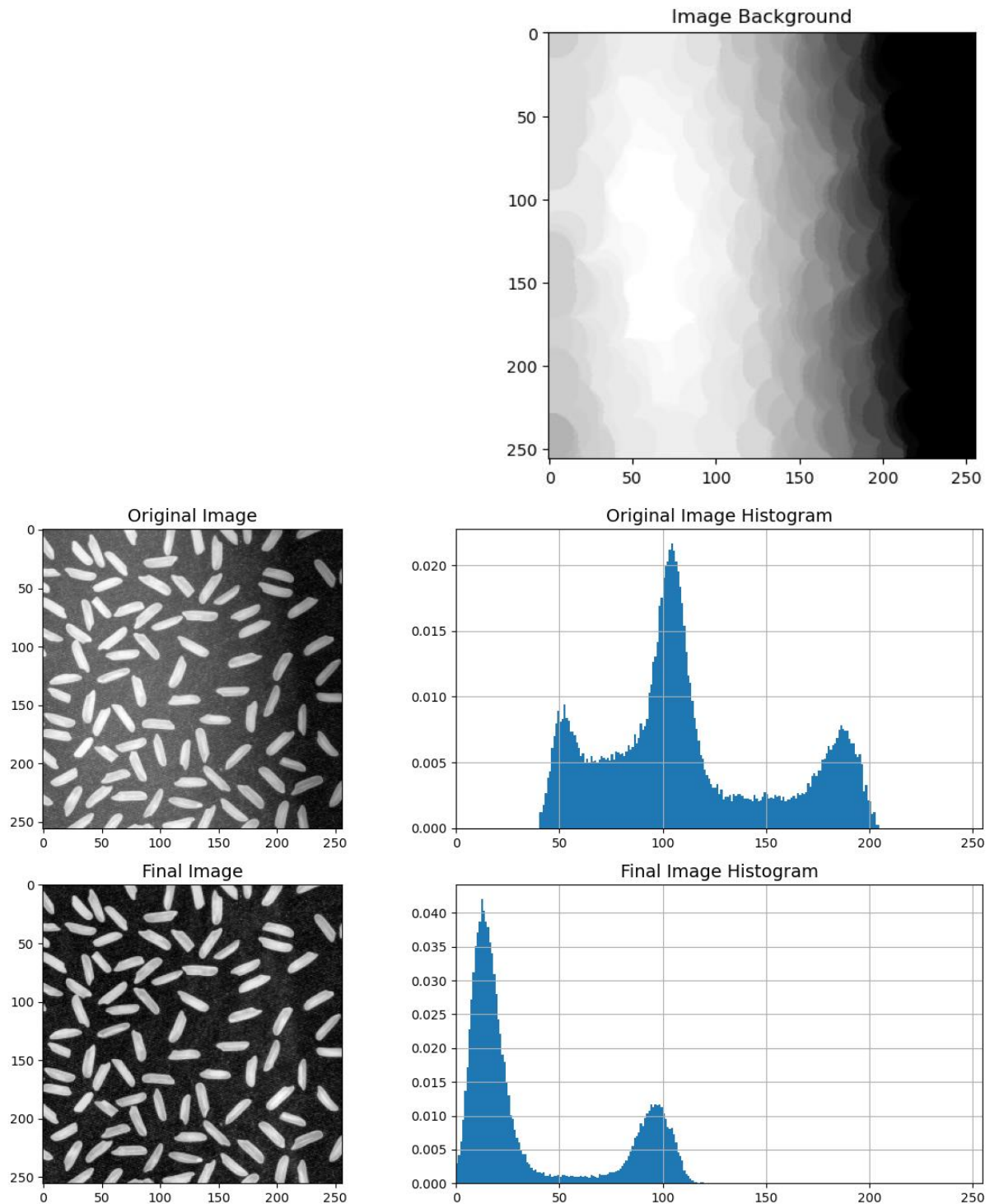
זה נובע מכך שהדיסק "מכרסם" את גבולות העצמים ומצמצם אותם.
לאחר פעולת ההרחבה, העצמים העיקריים חזרו כמעט לגודלם המקורי, אך פרטים קטנים כמו הברגים לא חזרו לתמונה.

(3)



ההפרדה אינה מושלמת. חלק מהגרגרים נדבקים זה לזה, כמו כן חלק מהרקע הבהיר נכנס בטעות (מופיע כפיקסלים בודדים לבנים פזורים בין הגרגרים), בנוסף חלקים בגרגרים מסוימים נמחקו. הסיבה היא שתאורת התמונה אינה אחידה ולך ערך סף יחיד על פני כל התמונה לא מתאים כל כך.

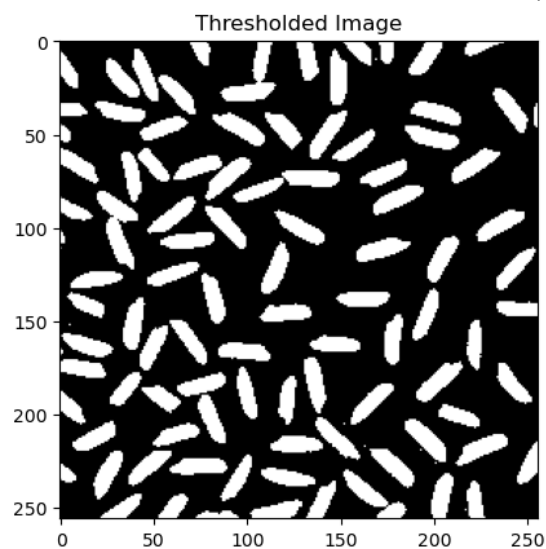
(4)



התוצאה טובה בהרבה, בתמונה הסופית גרגרי האורז בולטים על רקע אחיד וכהה בהרבה.

בהשוואה להיסטוגרמה של התמונה המקורית, שבה הופיע ערבוב בין פיקסלים של הרקע והעצמים, בהיסטוגרמה של התמונה המתוקנת מתקבלות שתי פסגות נפרדות וברורות: אחת של הרקע והשנייה של גרגרי האורז.

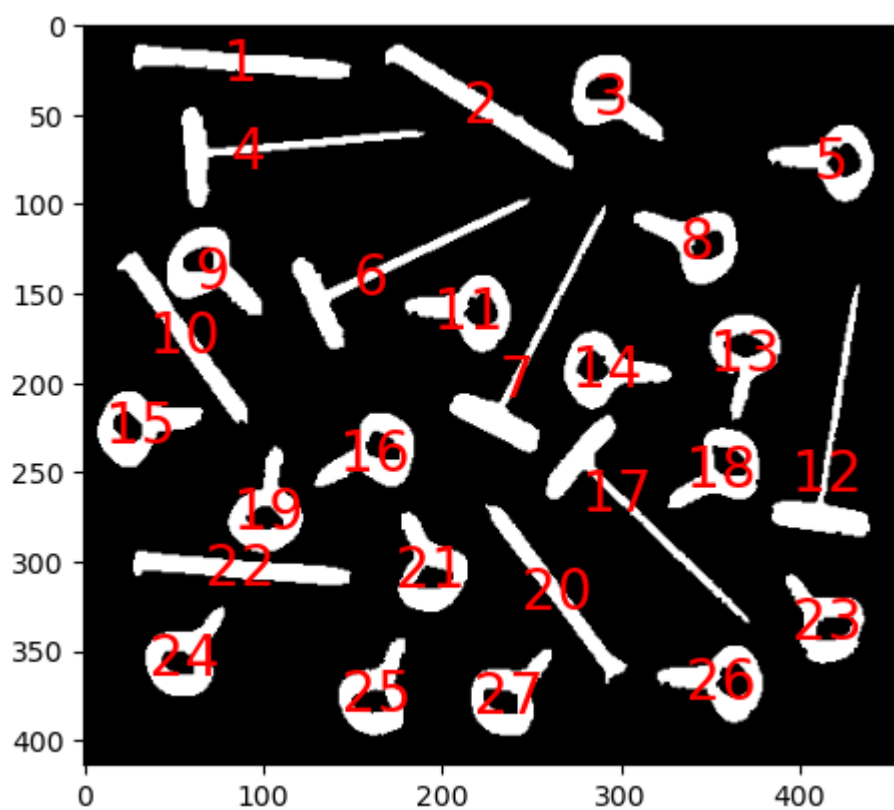
(5)



(ניתן לראות שכעת חיתוך בסף מניב תוצאה הרבה יותר ברורה ומופרדת)

משימה 5 – מאפייני אזורים

(1)



בתמונה 27 עצמים:
17 מפתחות
5 מסמרים עם ראש קטן
5 מסמרים עם ראש רחב

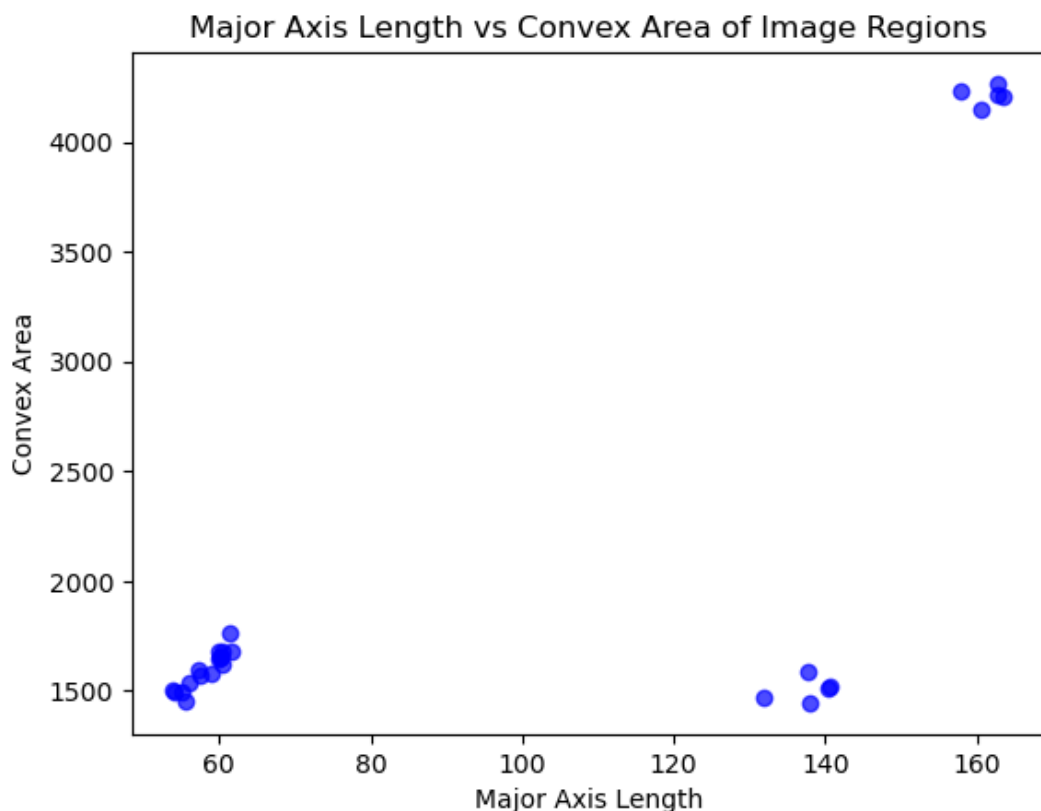
(2)

Properties of object #11:

```
area: 1208.0
area_bbox: 7755.0
area_convex: 4233.0
perimeter: 389.4091629284897
centroid_local: [105.20943709  30.56456954]
extent: 0.1557704706640877
axis_major_length: 157.8562610389199
axis_minor_length: 48.334751628233995
orientation: -0.1546060763552054
eccentricity: 0.9519689077295191
solidity: 0.2853768013229388
euler_number: 1
```

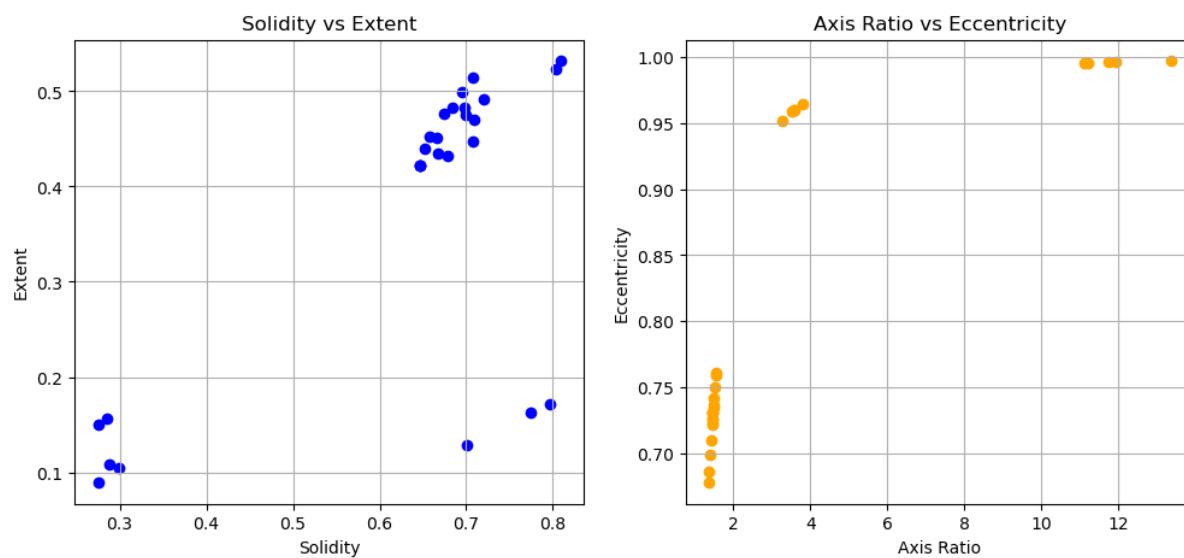
בחרתי בעצם מס' 12 בתמונה (מסמר עם ראש רחב), בקוד מספרו אותם 0-26 ולכן הוא מופיע כ-object #11

(3)



כפי שניתן לראות התקבלה הפרדה ברורה המתאימה לסיווג לקבוצות מסעיף 1, מקבץ של 17 נקודות כחולות עבור המפתחות ועוד מקבץ של 5 נקודות כחולות עבור מסמרים עם ראש קטן ועוד מקבץ של 5 נקודות כחולות עבור מסמרים עם ראש רחב.

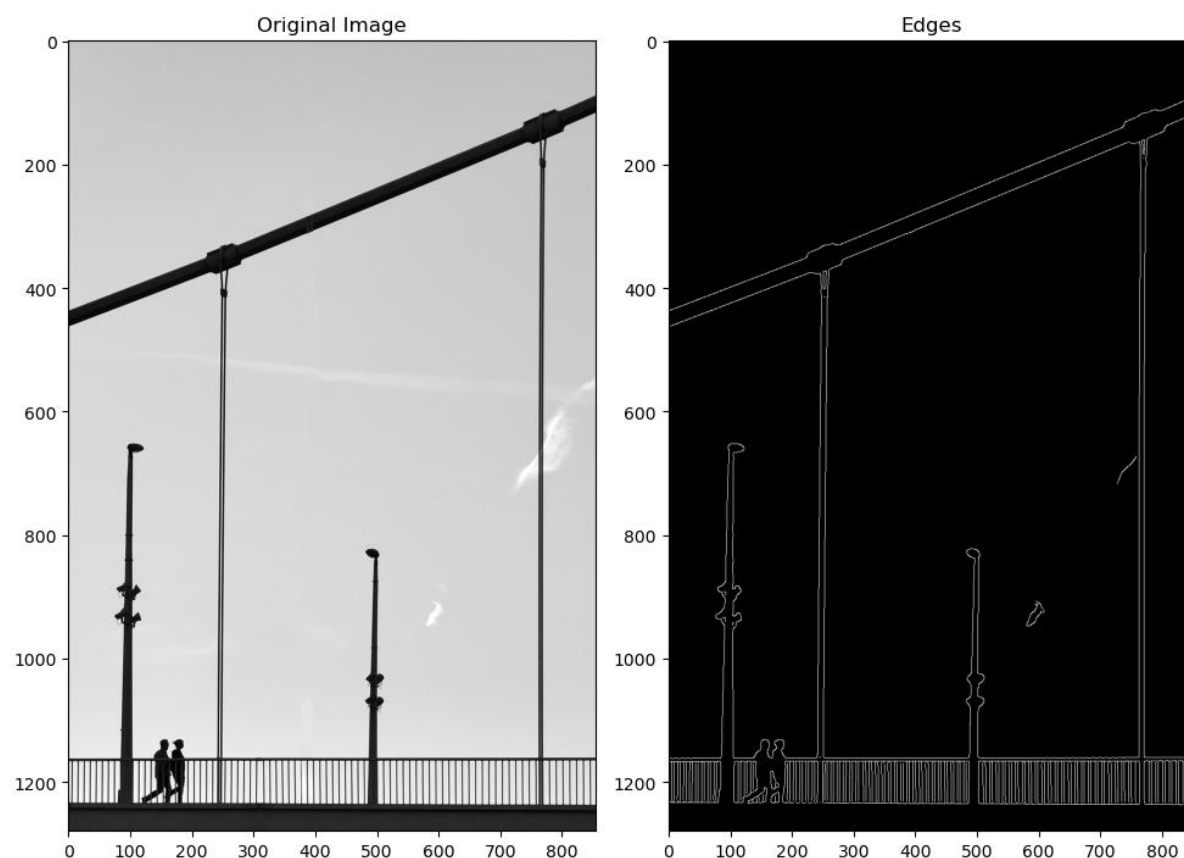
(4)



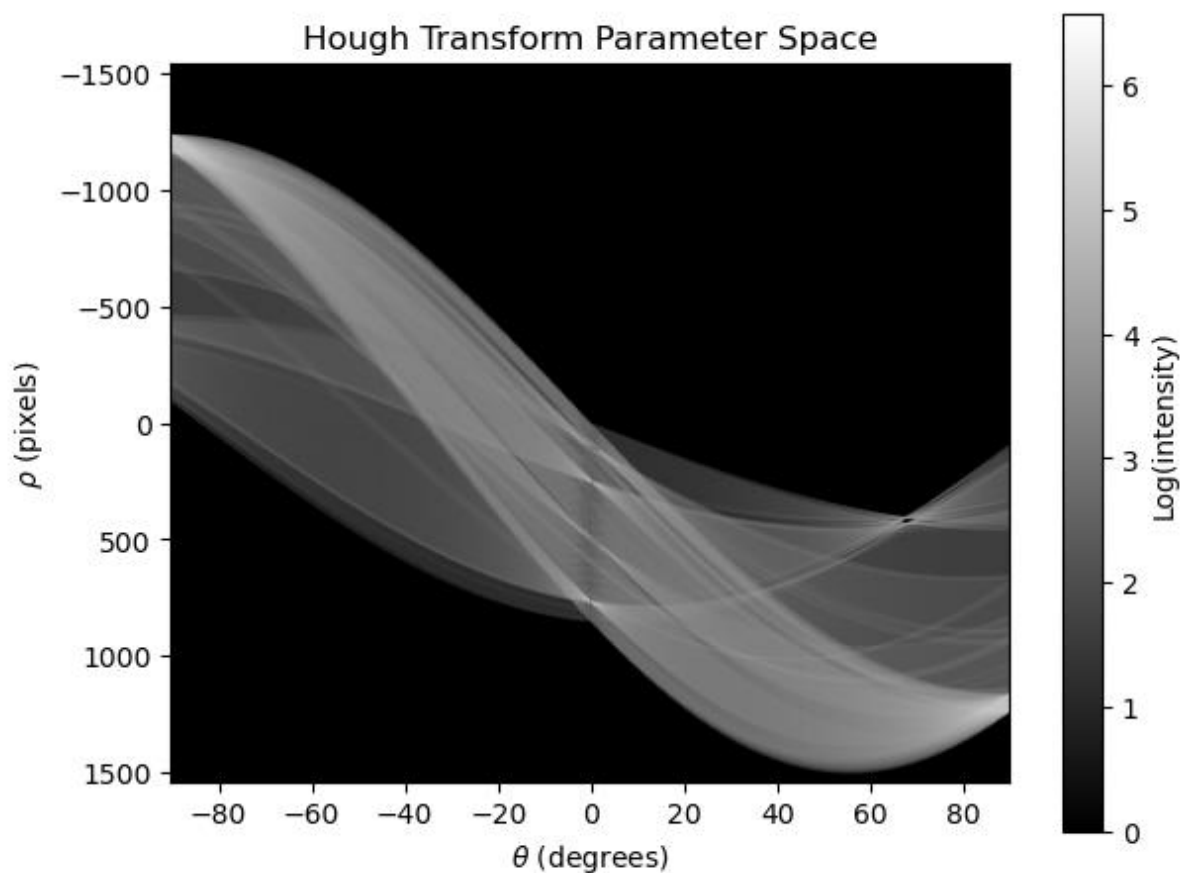
בגרף הימני (הכתום) התקבלה הפרדה ברורה יותר (יחס צירי האליפסה התוחמת אל Eccentricity)

משימה 6 – גילוי קווים

(1)



(2)

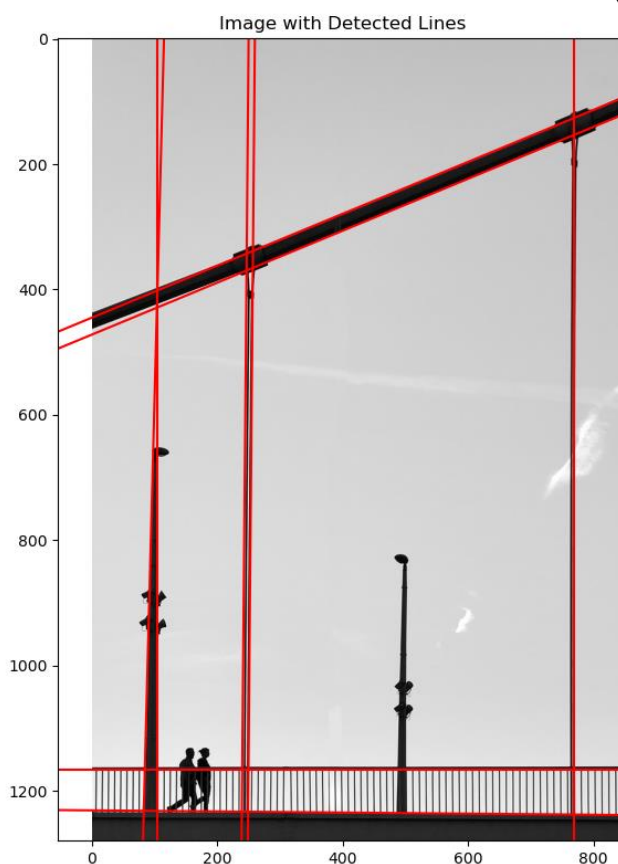


גרף מרחב הפרמטרים (ρ, θ) מתאר את הצטברות ההצבעות של כל הפיקסלים בתמונה עבור כל הזוויות והמרחקים האפשריים מקו ישר. כל פיקסל שפה שבתמונה המקורית מייצר עקומה סינוסואידלית במרחב הפרמטרים, והנקודות שבהן מספר עקומות רבות מצטלבות ונוצרות פסגות חזקות מייצגות קווים ישרים בתמונה המקורית. (כלומר הגרף מאופיין באלפי קווים סינוסואידליים והצטלבויותם).

(3)

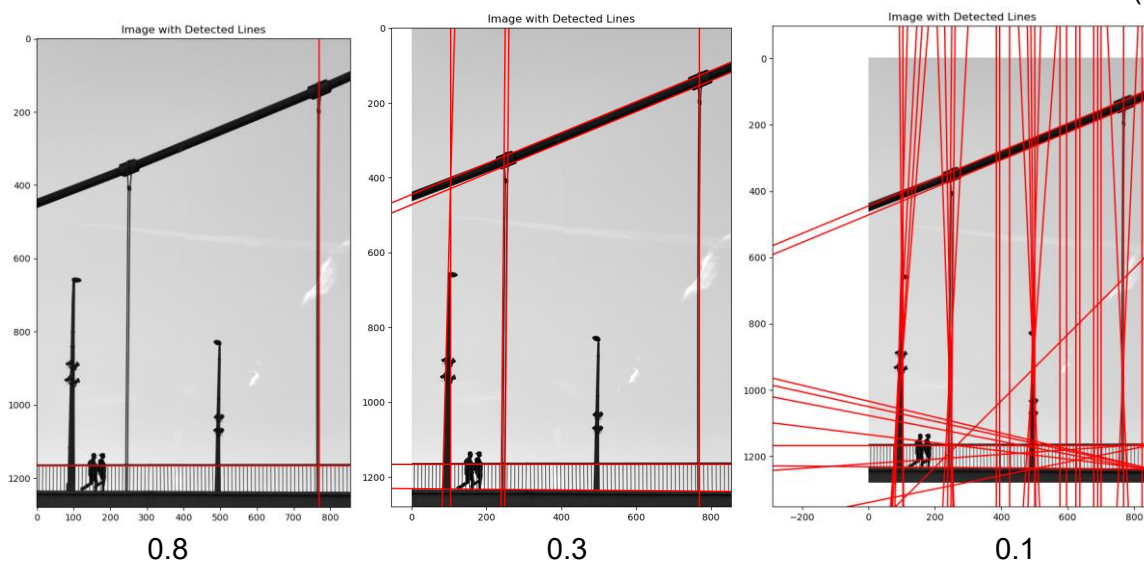
כל פיקסל ששייך לשפה בתמונה מייצר עקומה סינוסואידלית, כאשר קיים קו ישר בתמונה, כל הפיקסלים שעליו "מצביעים" על אותו זוג פרמטרים (ρ, θ) כדי לגלות את הקווים מחפשים את הנקודות עם ערכי ההצבעה הגבוהים ביותר. מגרף הטרנספורמציה ניתן להגיד שיש **לפחות** 4 קווים ברורים בתמונה

(4)



הקווים שהתגלו אכן מייצגים קווים אמיתיים בתמונה, אך לא נראה שהתגלו כל הקווים למשל אלו של עמודי התאורה, ושל פסי הגדר.

(5)



עבור 0.1 זהו כמות גדולה מאוד של קווים, כולל רבים שאינם קיימים
עבור 0.3 מתקבלים גם הקווים הדומיננטיים וגם חלק מהקווים החלשים יותר (אך לא כולם למשל עמוד
התאורה הימני ופסי הגדר לא נכללו)
עבור 0.8 רק מספר קטן מאוד של קווים נשמר

(6)

ניתן אולי לחלק את התמונה לסגמנטים, כך שבכל סגמנט קווים משמעותיים יתפרשו על רב הסגמנט, להפעיל על כל סגמנט את האלגוריתם ולאחר מכאן לחבר חזרה את הסגמנטים (ככה גם עבור קווים גדולים שהתפצלו לכמה סגמנטים, בכל אחד מן הפיצולים הם יסומנו באלגוריתם ולאחר מכאן יתלכדו חזרה לסימון הקו הכולל בתמונה שנחזיר לאחר חיבור הסגמנטים.